



Pannon Egyetem

Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola

Doktori (PhD) értekezés

**Európai Uniós keretprogramok projekt portfólió
alapú tervezése, ütemezése és kockázatelemzése a
sikerkritériumok tükrében**

Készítette:

Kisgyörgy-Pál Mária

Témavezető:

Prof. Dr. habil. Kosztyán Zsolt Tibor

2024. november 29.

DOI:10.18136/PE.2024.913

**EURÓPAI UNIÓS KERETPROGRAMOK PROJEKT PORTFOLIÓ ALAPÚ TERVEZÉSE,
ÜTEMEZÉSE ÉS KOCKÁZATELEMZÉSE A SIKERKRITÉRIUMOK TÜKRÉBEN**

Az értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében készült a Pannon Egyetem
Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskolája keretében

Gazdálkodás- és szervezéstudományok tudományágban

Írta: **Kisgyörgy-Pál Mária**

Témavezető: Prof. Dr. habil. Kosztyán Zsolt Tibor

Elfogadásra javasolom (igen / nem)

.....
Prof. Dr. habil. Kosztyán Zsolt Tibor
(témavezető)

Az értekezést bírálóként elfogadásra javasolom:

Bíráló neve: igen /nem

.....
(bíráló)

Bíráló neve: igen /nem

.....
(bíráló)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján%-ot ért el.

Veszprém,

.....
(a Bíráló Bizottság elnöke)

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

Veszprém,

.....
(az EDHT elnöke)

Nyilatkozat szerzőségről

Én, Kisgyörgy-Pál Mária, kijelentem, hogy a "Európai Unió keretprogramok projekt portfólió alapú tervezése, ütemezése és kockázatelemzése a sikerkritériumok tükrében" című disszertáció tervezet és az abban bemutatott munka az én saját munkám. Megerősítem, hogy:

- Ezt a munkát teljes egészében vagy túlnyomórészt a jelöltségem ideje alatt végeztem ezen az egyetemen kutatási fokozat megszerzése céljából.
- Ha ennek a dolgozatnak bármely részét korábban már benyújtottam egy fokozat vagy bármilyen más képesítés megszerzésére ezen az egyetemen vagy bármely más intézményben, ezt egyértelműen jeleztem.
- Ha mások által publikált munkákat használtam fel, azt mindig egyértelműen feltüntettem.
- Ha mások munkáiból idéztem, mindig megjelöltem a forrást. Az idézetek kivételével ez a dolgozat teljes mértékben az én saját munkám.
- Minden főbb segítségforrást elismertem.
- Ha a dolgozat részben másokkal közösen végzett munkán alapul, egyértelműen jeleztem, hogy mi az, amit mások végeztek, és mi az, amit én magam végeztem.

Aláírás:

Dátum:

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
1.1. A kutatás személyes motivációja	1
1.2. A kutatás célja, kutatási kérdések	1
1.3. A kutatás aktualitása, jelentősége	2
1.4. A dolgozat felépítése	3
2. Szakirodalmi áttekintés	7
2.1. Stratégiai menedzsment	7
2.1.1. A stratégia, és annak kapcsolata a projekt portfólió menedzsmenttel és a projektekkel	7
2.1.2. Stratégia kialakítási típusok és azok kapcsolata a projekt portfólió menedzsmenttel és a keretprogramokkal	9
2.2. Projekt portfólió menedzsment	16
2.2.1. A projekt portfólió és a projekt portfólió menedzsment meghatározásai, célja és feladatai	16
2.2.2. Projekt portfólió környezet elemei	19
2.2.3. Projekt portfóliók végrehajtási struktúrája	25
2.2.4. A projektek és a projekt portfóliók sikeressége	26
2.2.5. Projekt portfólió kockázatelemzése	29
2.2.6. Projekt portfóliók tervezése és ütemezése	33
2.2.7. Mátrixos projekttervezési technika	36
2.3. Európai Unió keretprogramok	41
2.3.1. Európai Unió keretprogramok korábbi elemzései	41
2.3.2. Keretprogramok célja és jellemzői	44
2.3.3. Hetedik keretprogram célja, jellemzői és projektjei	46
2.3.4. Keretprogramok tudományos eredményei	50
2.3.5. Rugalmasság a keretprogramokban	52
2.4. Keretprogramok és projekt portfóliók összehasonlítása	53
2.4.1. Keretprogramok, mint önszerveződő projekt portfóliók	53
2.4.2. Keretprogramok projekt végrehajtási struktúra típusainak megfeleltetése a projekt portfólió elemeivel	56

3. Kutatási modell	58
3.1. Definíciók - Konceptualizálás	58
3.2. Operacionalizálás és a kutatási modell felrajzolása	61
4. Feltételezések	63
5. Alkalmazott és továbbfejlesztett módszer bemutatása	65
5.1. Projekt portfóliók tervezésének és ütemezésének támogatása mátrixos projekttervezési technikával	65
5.1.1. Az MPR algoritmus bemutatása	65
5.2. Keretprogramok végrehajtási struktúrájának feltárása	68
5.2.1. Távolságok meghatározása a projekt struktúrák jellemzéséhez	70
5.2.2. Tagsági értékek meghatározása a projektek besorolásához . . .	74
5.2.3. A hetedik keretprogram projektjeiből alkotott projekt portfólió végrehajtási struktúra ábrázolása	77
5.3. Az FPM algoritmus bemutatása	80
5.3.1. A keretprogram projektek végrehajtási struktúráinak megjelenítése és értelmezése mátrixokkal, átfutási idők és kockázatok meghatározása	81
5.3.2. Keretprogramok és hagyományos projekt portfóliók mátrixos megjelenítésének összehasonlítása	86
5.3.3. Az algoritmus formális leírása	89
6. Szimulációs eredmények és vállalati esetpélda	105
6.1. Szimulációs eredmények vállalati környezetben megvalósított projekt portfóliók esetén	106
6.1.1. Megvalósíthatóság	107
6.1.2. Ütemezés hatékonysága	109
6.2. Eredmények validálása egy vállalati esetpéldával	111
6.3. Szimulációs eredmények a keretprogramok kockázatelemzésében . . .	120
6.3.1. Szimulációs scenáriók	120
6.3.2. Szimulációk folyamata	124

6.3.3. A keretprogramban lévő programok és multi-projekt környezetben futó projektek megváltoztatásának hatása a költségekre és a publikációs teljesítményre	129
6.3.4. Keretprogramok időbeli kockázatelemzése	131
7. Eredmények összegzése	135
8. Összefoglalás	141
8.1. Tézisek	141
8.2. A kutatás eredményeinek hasznosíthatósága és annak korlátai	144
9. Függelék	179
9.1. MPR algoritmus formális leírása és lépései	179

Ábrák jegyzéke

1.	A disszertáció felépítése (Saját szerkesztés)	4
2.	A stratégia, a projekt portfólió menedzsment, a program menedzsment és a projektmenedzsment összefüggései (Saját szerkesztés (Zhu, Pan és Guo, 2007) alapján)	8
3.	A felmerülő stratégia számbavétele iránti igény beépülése a gyakorlatba (Saját szerkesztés)	11
4.	Stratégia kialakítási típusok (Saját szerkesztés (Mintzberg és Waters, 1985) alapján)	12
5.	Tervezett és felmerülő stratégia közti különbség szemléltetése a stratégia kialakítási módja szerint (Saját szerkesztés (Kopmann, Kock és Killen, 2017) alapján)	12
6.	Tervezett stratégia kialakítási típus mentén kialakított projekt portfólió és a keretprogramok közti párhuzam szemléltetése (Saját szerkesztés)	15
7.	Projekt portfólió projektjeinek kapcsolatai (Saját szerkesztés Patanakul és Milosevic, 2009a alapján)	20
8.	Idő-költség-minőség háromszög (Hobbs, 2000, p.9.)	26
9.	A hetedik keretprogram pillérjei és programjai (Saját szerkesztés)	47
10.	Kutatási modell (Saját szerkesztés)	62
11.	A disszertációban alkalmazott módszerek hozzájárulása az eredményekhez (Saját szerkesztés)	66
12.	Mátrix-alapú projekt portfólió terv (M ⁵ : Matrix-based Multimode Multilevel (project) Management Model) (Kosztyán és tsai., 2022b)	67
13.	A keretprogramok végrehajtási struktúrájának kialakítási lépései (Saját szerkesztés)	70
14.	Projekt tagsági értékek meghatározása a definiált távolságok alapján (Saját szerkesztés)	76
15.	A 7. keretprogram projektjeinek projekt végrehajtási struktúrája (Forrás: (Kosztyán és tsai., 2022a))	77
16.	A 7. keretprogramból alkotott projekt portfólióban lévő projekt kategóriák megoszlása a teljes projekt portfólióban (Saját szerkesztés)	78

17.	A mintaként választott projektek struktúrája (Forrás: (Kosztyán és tsai., 2022a))	79
18.	A projekt portfólió ütemezése és a projektek közti kapcsolatok (Forrás: (Kosztyán és tsai., 2022a))	80
19.	Keretprogram két egymástól függetlenül, egyedi projektként futó projektjéből felvázolt mátrix (Saját szerkesztés)	83
20.	Keretprogram két multi-projekt környezetben futó projektjéből felvázolt mátrix (Saját szerkesztés)	83
21.	A késedelem megjelenítése multi-projekt környezetben futó projektek esetén (Saját szerkesztés, (Kosztyán és tsai., 2022a) alapján)	85
22.	Keretprogram két programot alkotó projektjéből felvázolt mátrix (Saját szerkesztés)	85
23.	Részlet egy keretprogram projektjeiből álló projekt portfólió mátrixos megjelenítéséből (Saját szerkesztés)	88
24.	FPM algoritmus felhasználása a disszertációban (Saját szerkesztés)	90
25.	Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 algoritmus és az Multilevel Project Ranking (MPR) algoritmus összehasonlítása (Forrás: (Kosztyán és tsai., 2022b))	108
26.	A vállalat szoftverfejlesztési projektjének logikai terve	112
27.	Az „A” szoftverfejlesztési projekt átlagos erőforrás-igénye a sablon-alapú és a mátrix-alapú projekttervezés esetén	114
28.	A késleltetés hatására futtatott szimulációk (Saját szerkesztés)	121
29.	A multi-projekt struktúrában futó projektekkel kapcsolatban elvégzett szimuláció folyamata (Saját szerkesztés)	125
30.	A programokkal kapcsolatban elvégzett szimuláció folyamata (Saját szerkesztés)	125
31.	Programok függőségei valószínűségeire futtatott szimulációk illusztrálása (Saját szerkesztés)	128
32.	A publikációk és költségek alakulása az átlagos multi-projekt és program tagsági értékek megváltoztatásának hatására (Kosztyán és tsai., 2022a)	129

33.	A publikációk relatív száma és a projekt portfólió teljes átfutási ideje (Teljes átfutási idő - Total Project Time (TPT)) közti kapcsolat (Forrás: (Kosztján és tsai., 2022a))	133
34.	A projek portfólió relatív napi költsége és a teljes átfutási ideje (TPT) közti kapcsolat (Forrás: (Kosztján és tsai., 2022a))	133
35.	Disszertáció eredményeinek összefüggései (Saját szerkesztés)	136
36.	A program tagsági érték növelésének hatása a publikációk számára és a projekt portfólió átfutási idejére (Saját szerkesztés)	138
37.	A multi-projekt tagsági érték növelésének hatása a projektek napi költségére és a projekt portfólió átfutási idejére (Saját szerkesztés) . .	139

Táblázatok jegyzéke

1. A tervezett és felmerülő stratégiai elemek megjelenése a projekt portfólió menedzsment folyamatában (Saját szerkesztés, (Kopmann, Kock és Killen, 2017) alapján)	14
2. A projekt végrehajtási struktúrák kialakításához figyelembe vett projekt jellemzők (Saját szerkesztés)	24
3. A projekt portfóliók kockázati forrásai (Saját szerkesztés (Micán, Fernandes és Araújo, 2020) alapján)	31
4. Projekt portfólió menedzsmentben megjelenő kockázatok megfeleltetése a keretprogramokban (Saját szerkesztés)	32
5. Projekttervezési módszerek összehasonlítása 1. (Saját szerkesztés (Kosztyán, 2016) alapján)	38
6. Projekttervezési módszerek összehasonlítása 2. (Saját szerkesztés (Kosztyán, 2016) alapján)	40
7. Európai Uniós keretprogramok korábbi elemzései (Saját szerkesztés) .	42
8. Európai Uniós keretprogramok korábbi elemzései 2. (Saját szerkesztés)	43
9. Keretprogramok és projekt portfóliók összehasonlítása (Saját szerkesztés)	54
10. Egy projekt portfólió részeként futó projektek és a keretprogramok projektjeinek összehasonlítása (Saját szerkesztés)	69
11. Az Framework Precedence Matrix (FPM) algoritmus formális leírása során használt jelölések (Saját szerkesztés)	92
12. MPR-rel való ütemezés hatékonyságának összehasonlítása Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 módszerével (Saját szerkesztés)	110
13. Klaszterezett, mátrix-alapú projekt sablon	113
14. A tervezett, szimulált és tényleges multi-projekt lefutásokra vonatkozó összegző táblázat	116
15. Kutatási kérdések, feltételezések és tézisek összegzése (Saját szerkesztés)	143

Szójegyzék

- AHP** Analytical Hierarchy Process. [30](#)
- CORDIS** Közösségi Kutatás-fejlesztési Információs Szolgáltatás. [51](#), [135](#), [149](#)
- CPM** Critical Path Method. [36](#)
- DEA** Data Envelopment Anaysis. [30](#)
- DTM** document-term matrix - dokumentum kifejezés mátrix. [73](#)
- EU** Európai Unió. [15](#), [41](#), [44](#), [45](#), [50](#), [53](#), [55](#), [74](#), [144](#), [146](#), [148](#)
- FPM** Framework Precedence Matrix. , [89](#), [90](#), [92](#), [96](#), [104](#), [105](#), [137](#), [141](#), [145](#)
- GERT** Graphical Evaluation and Review Technique. [41](#)
- HPM** hibrid projektmenedzsment megközelítés. [110](#)
- K+F+I** kutatás-fejlesztés és innováció. [2](#), [3](#), [25](#), [32–34](#), [44](#), [46](#), [50](#), [53](#), [122](#), [123](#), [148](#)
- kkv** kis- és középvállalkozások. [44](#), [48](#)
- LAR** Least Absolute Residuals. [130](#)
- MPR** Multilevel Project Ranking. , [65](#), [68](#), [69](#), [80](#), [89](#), [91](#), [94](#), [96](#), [105](#), [106](#), [108–111](#), [115](#), [117–119](#), [135](#), [141](#), [144](#), [145](#)
- PEM** Projekt Szakértői Mátrix. [37](#), [66](#)
- PERT** Program Evaluation and Review Technique. [36](#)
- PMI** Project Management Institute. [17](#)
- PPM** projekt portfólió menedzsment. [10](#), [17–19](#), [147](#), [148](#)
- RC(M)PSP** Erőforrás-korlátos (multi)projekt ütemezési probléma. [35](#)

TPC Teljes (közvetlen) költség - Total Project Cost. [96](#)

TPM hagyományos projektmenedzsment megközelítés. [2](#)

TPS Pontérték - Total Project Score. [97](#)

TPT Teljes átfutási idő - Total Project Time. , [95](#), [133](#)

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik támogattak tanulmányaim és kutatómunkám során, valamint disszertációm elkészítésében.

Külön köszönöm témavezetőmnek, Dr. Kosztyán Zsolt Tibornak, hogy már az alapképzés alatt megismertette velem a projektmenedzsment világát, és mind a mai napig, hétről hétre rengeteg új ismeretet adott át nekem, és bármilyen kérdéssel fordulhattam hozzá. Köszönöm, hogy tanulmányaim során mindvégig támogatott és segített a kutatás valamint az oktatás iránti érdeklődésem kibontakoztatásában, ezáltal hivatásom megtalálásában.

Köszönettel tartozom azoknak, akik a közös kutatómunkák során segítettek nekem az elméleti és gyakorlati ismeretek elsajátításában és megértésében, külön köszönöm a segítséget Dr. Novák Gergely Lajosnak, Dr. Katona Attila Imrének, és Dr. Kurbucz Marcell Tamásnak.

Külön köszönöm az egyetem vezetőségének, különösen Dr. Fehérvölgyi Beátának és Dr. Csizmadia Tibornak hogy mindvégig támogatásukról biztosítottak, és bizalommal voltak irántam, és ezáltal gyermekvállalás mellett is megszakítás nélkül folytathattam tanulmányaimat.

Szeretnék köszönetet mondani Dr. Görög Mihálynak, akihez bátran fordulhattam kérdéseimmel disszertációm kidolgozása során, és olyan perspektívákra mutatott rá, amelyek által értékesebbé válhatott kutatómunkám.

Köszönetet szeretnék emellett mondani bírálóimnak, Dr. Cserhádi Gabriellának és Dr. Kovács Katalinnak, akik gondos munkája és rendkívül hasznos javaslatai révén jobbra tehettem dolgozatomat.

Végül, de nem utolsó sorban köszönetet szeretnék mondani gyermekeimnek, férjemnek és családtagjainknak, akik állandó támogatása és közreműködése nélkül nem valósulhatott volna meg a kutatásom elvégzése és disszertációm való leírása.

Kivonat

A stratégia és a projekt portfólió menedzsment szoros összefüggése vállalati környezetben széles körben tárgyalt a szakirodalomban. A disszertációm középpontjában álló Európai Unió keretprogramok stratégiával és projekt portfóliókkal való összevetésében szakirodalmi és gyakorlati oldalról is kutatásom újszerűsége mutatkozik meg.

Dolgozatom elsődleges célkitűzése a keretprogramok projekt portfólióként való megjelenítése, és ehhez egy olyan módszer kidolgozása volt, amely hatékonyan alkalmazható a keretprogramok tervezésére, ütemezésére és a kockázatelemzésével kapcsolatos feladatok támogatására. Ennek kiindulópontjaként egy olyan mátrix-alapú projekttervezési módszert mutattam be, amely a hagyományos módszereknél hatékonyabban alkalmazható rugalmas projektmenedzsment megközelítésű projekt portfóliók tervezésére és ütemezésére. Ennek megvalósításához célul tűztem ki a keretprogram projektek végrehajtási struktúrájának feltárását, amelyhez nyilvánosan elérhető adatokat és szakirodalmi jellemzőket használtam fel. Ezt követően a hetedik keretprogram projektjeinek adataiból szimulációkat végeztem annak feltárására, hogy milyen kockázati következményekkel jár a keretprogram projektek végrehajtási struktúrájának megváltoztatása. Elméleti síkon bemutattam az algoritmus keretprogramok tervezésére és ütemezésére való alkalmazhatóságát is.

Disszertációmban bebizonyítottam, hogy a rugalmasságot is figyelembe vevő mátrixos projekttervezési technika alkalmazásával és a keretprogramok projekt portfólióként való strukturálásával és kockázatelemzésével feltárhatjuk és megérthetjük azokat a lehetőségeket és kockázatokat, amelyek az Európai Unió keretprogramok struktúrájához kapcsolódnak. A szimulációkkal rámutattam, hogy csekély átfutási idő növekmény mellett jelentős eredménynövekedést és költségcsökkentést érhetünk el, ha ösztönözzük a keretprogram projektjeinek logikai tervében a komplex projekt végrehajtási struktúrákat. A kidolgozott módszerek alkalmazásával a finanszírozási forrásokról való döntéshozatal hatékonyabbá, a keretprogram projektek megvalósítása pedig eredményesebbé tehető.

Abstract

The close relationship between strategy and project portfolio management is widely discussed in the corporate environment and extensively covered in the literature. The novelty of my research is evident in the comparison of European Union framework programs with strategy and project portfolios from both literary and practical perspectives.

The primary objective of my research was to present the framework programs as project portfolios and to develop a method that can be effectively applied to support the planning, scheduling, and risk analysis of these framework programs. As a starting point, I introduced a matrix-based project planning method that is more effective than traditional approaches for planning and scheduling project portfolios with flexible project management approach. To achieve this, I aimed to uncover the execution structure of the framework program projects using publicly available data and literature-based characteristics. Subsequently, I performed simulations based on the data from the Seventh Framework Programme to explore the risk implications of changing the execution structure of the framework program projects. At a theoretical level, I also demonstrated the applicability of the algorithm for planning and scheduling framework programs.

In my dissertation, I have proven that by applying a multi-level matrix-based project planning technique that also considers flexibility, and by structuring and analyzing the risks of framework programs as project portfolios, we can understand the opportunities and risks associated with the structures of European Union framework programs. The simulations have shown that significant increases in results and costs can be achieved with only a slight increase in temporal risks when the defined execution structures are taken into account. By applying the developed methods, decision-making about funding sources can be made more efficient, and the implementation of projects within framework programs can be made more successful.

Zusammenfassung

Die enge Verbindung zwischen Strategie und dem Management von Projektportfolios wird in der Unternehmensumgebung breit diskutiert. Die Originalität meiner Forschung zeigt sich in der Gegenüberstellung der EU's research and innovation funding programme mit Strategie und Projektportfolios sowohl aus literarischer als auch aus praktischer Sicht.

Das Hauptziel meiner Forschungsarbeit war es, die EU's R&I funding programme als Projektportfolios darzustellen und eine Methode zu entwickeln, die effektiv zur Unterstützung von Planungs-, Terminierungs- und Risikomanagementaufgaben im Zusammenhang mit diesen Programmen eingesetzt werden kann. Als Ausgangspunkt habe ich eine matrixbasierte Projektplanungsmethode vorgestellt, die für die Planung und Terminierung von Projektportfolios mit einem flexiblen Projektmanagementansatz effektiver ist als traditionelle Methoden. Um dies zu erreichen, habe ich die Ausführungsstruktur der R&I funding programme untersucht und dabei öffentlich verfügbare Daten und literaturbasierte Merkmale verwendet. Anschließend habe ich Simulationen mit den Daten des siebten R&I funding programme durchgeführt, um zeitliche Risiken zu identifizieren. Auf theoretischer Ebene habe ich auch gezeigt, wie der Algorithmus auf die Planung und Terminierung der R&I funding programme angewendet werden kann.

In meiner Dissertation habe ich bewiesen, dass durch die Anwendung einer matrixbasierten Projektplanungstechnik, die auch Flexibilität berücksichtigt, und durch die Strukturierung und Risikoanalyse von R&I funding programme als Projektportfolios die Möglichkeiten und Risiken, die mit den Strukturen der EU's R&I funding programme verbunden sind, erkannt und verstanden werden können. Die Simulationen haben gezeigt, dass durch geringfügige Erhöhung der zeitlichen Risiken signifikante Ergebnis- und Koststeigerungen erzielt werden können. Durch die Anwendung der entwickelten Methoden kann die Entscheidungsfindung über Finanzierungsquellen effizienter gestaltet werden, und die Umsetzung von Projekten kann erfolgreicher gestaltet werden.

1. Bevezetés

1.1. A kutatás személyes motivációja

Alap- és mesterszakos tanulmányaimat a pénzügy és számvitel területén végeztem, de már az egyetemi pályafutásom legelején felkeltette érdeklődésemet a projektmenedzsment. Témavezetőm iránymutatásával a sokszínű kutatási lehetőségeket kihasználva számos Tudományos Diákköri Konferencián részt vettem, emellett szak- és diplomadolgozatom témáját is a projektmenedzsment területéről választottam, különös hangsúlyt fordítva a pénzügyekkel, költségekkel kapcsolatos témakörökre. Elsőként a mátrixos projekttervezési technikával valamint a különböző projektmenedzsment megközelítésekkel ismerkedtem meg. PhD tanulmányaimat és az ezzel kapcsolatos kutatómunkát azzal az elhatározással kezdtem el, hogy a projekt portfólió menedzsmenttel szeretnék foglalkozni. Tanulmányaim során bekapcsolódhattam a keretprogramokkal kapcsolatos tanszéki kutatásba, és ekkor bontakozott ki kutatómunkám fő irányvonala, miszerint a keretprogramokat szeretném projekt portfólió alapokra helyezve vizsgálni.

1.2. A kutatás célja, kutatási kérdések

Disszertációm fő célkitűzése, hogy egy olyan módszert alakítsak ki, amellyel támogatható az Európai Unió keretprogramok tervezése, ütemezése, valamint időbeli kockázatelemzése, mindezt projekt portfólió alapokra helyezve. Azért esett választásom a projekt portfólió alapú megközelítésre, mivel egy projekt portfólióban jobban megtervezhetőek a költségvetések, az ütemtervek és a kockázatok, hatékonyabban kezelhetők a multi-projekt környezetben futó projektek között megosztott erőforrások, és kijelölhetőek a programok, ha a projektek tartalmilag kölcsönösen függenek egymástól (Too és Weaver, 2014; Lock és Wagner, 2019).

A projekt portfólió szempontú módszertani kidolgozás miatt célul tűztem ki egy projekt portfólióban fellelhető projekt végrehajtási struktúrák levetítését a keretprogramokra. Ezzel az volt a célom, hogy feltárhassam azokat lehetőségeket és kockázatokat, amelyek az Európai Unió keretprogramok struktúrájához kapcsolódnak. Ezek figyelembe vétele pedig azért fontos, mert a módszertani eszközök

alkalmazásával és az eredmények értékelésével a jövőben egy jobb szerkezetet lehet a keretprogramokra, illetve más olyan **kutatás-fejlesztés és innováció (K+F+I)** programokra kialakítani, amelyeket a keretprogramokhoz hasonlóan nem terveztek és kezeltek projekt portfólióként. Ezáltal ezek a programok hatékonyabban meg tudnak felelni a döntéshozók, pályázatküldők célkitűzéseinek.

Fontosnak tartom kiemelni, hogy disszertációmban kizárólag azt elemzem, hogy a projektek mikor milyen projekt végrehajtási struktúrába kapcsolódnak össze, mit várunk el ahhoz, hogy az egyes projektek a definiált projekt végrehajtási struktúrákba szerveződjenek. Nem térek ki olyan menedzsment kérdésekre, hogy a továbbiakban kik és milyen módon hajtják végre azokat.

Kutatási célkitűzéseim alapján a disszertációmban feltett kutatási kérdések a következők:

- **K.1.** Lehetséges-e az Európai Unió keretprogramok projektjeiről rendelkezésre álló adatok alapján a keretprogramok projekt végrehajtási struktúrájának modellezése?
- **K.2.** Mátrixos projekttervezési technikával elvégezhető-e az Európai Unió keretprogramok tervezése, ütemezése és kockázatelemzése?
- **K.3.** Milyen kockázati következményekkel jár a hetedik keretprogramon belüli komplex projekt végrehajtási struktúrák arányának növelése az egyedi projektekhez képest?

1.3. A kutatás aktualitása, jelentősége

A projekt portfólió menedzsment a kutatók és szakemberek körében az egyik leggyorsabban fejlődő projektmenedzsment területnek számít. Bár vannak olyan vélemények, amelyek a projektmenedzsment részeként vagy annak egy új fejlesztéseként tekintettek rá (PMI, 2007; Madic, Trujic és Mihajlovic, 2011), a projekt portfólió menedzsmentet általában úgy tekintik, mint a legnagyobb előrelépést a projektmenedzsment területén a **hagyományos projektmenedzsment megközelítés (TPM)** módszerek 1950-es években történt bevezetése óta (Levine, 2005). A projekt portfólió menedzsment jelentőségét az is bizonyítja, hogy a **K+F+I** irányú tanulmányokban egyre nagyobb figyelmet kapott (Mikkola, 2001; Chang és tsai.,

2020; Meifort, 2016; Lerch és Spieth, 2012), és ez a tendencia az európai keretprogramokban is megfigyelhető (Hoekman, Frenken és Tijssen, 2010; Rodríguez, Fisher és Schuurbiens, 2013; Fresco és tsai., 2015; Di Cagno és tsai., 2016; Kastrinos és Weber, 2020; Bellandi, Donati és Cataneo, 2021; Arroyabe és tsai., 2021).

Disszertációmban azért esett választásom a keretprogramokra, mivel ezek térhódítása és növekvő szerepe vitathatatlan Európa és a világ kutatási és innovációs tevékenységében és az általuk elért eredményekben. Az EU finanszírozási politikájáról elmondható, hogy keretprogramról keretprogramra egyre nagyobb forrást különít el a K+F+I tevékenység ilyen irányú támogatására. Hazai viszonylatban pedig abban is megjelenik a téma relevanciája, hogy számos magyarországi szervezet nyújt be pályázatot a keretprogramok finanszírozási forrásaira, és vesz részt a keretükben meghirdetett projekteken.

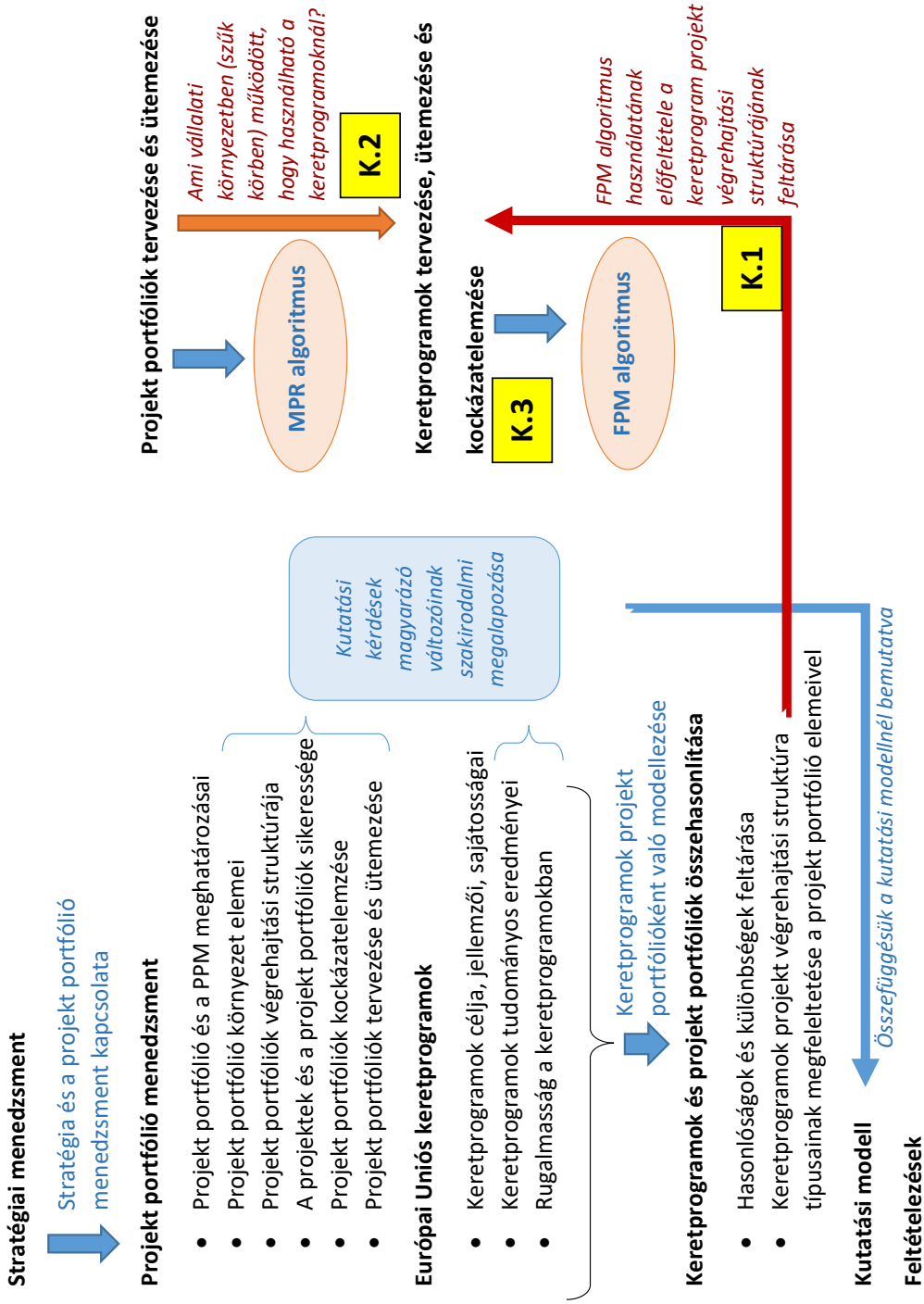
Együttesen tekintve a projekt portfóliókat és a keretprogramokat mutatkozik meg igazán a téma aktualitása és egyben újdonságtartalma, mivel a keretprogramokat, és az azokhoz hasonló nagy (közfinanszírozású) kutatási programokat jellemzően nem tervezik és nem kezelik projekt portfólióként, pedig itt is, akárcsak vállalati környezetben projektek összességéről beszélhetünk, amelyek meghatározott stratégiai - keretprogramoknál globális - célkitűzéseket hivatottak elérni. A keretprogramokkal ilyen szempontból nem foglalkoztak a szakirodalomban, és nincs kidolgozva a különböző projekt végrehajtási struktúrákba szerveződő projektek tervezésének, ütemezésének és kockázatelemzésének módszertani támogatása sem.

1.4. A dolgozat felépítése

Disszertációmban azt a sztenderd folyamatot céloztam meg követni, hogy kutatási kérdéseimre szakirodalmi bázison megadom a feltételezéseket, az azok igazolásához, vagy elvételéhez a kidolgozott módszereket először levezetem matematikailag, utána szimulációkkal, és ezt követően a valós életben is bemutatom a módszer alkalmazhatóságát egy vállalati esetpéldán keresztül. Dolgozatomban a mátrixos projekttervezési technikát és algoritmust először kisebb környezetben, vállalati projekt portfóliókra alkalmaztam, és ezt a folyamatot terjesztettem ki a keretprogramokra. A fentiekben említett sztenderd folyamatot vállalati környezetben teljes egészében bemutatom a dolgozatomban, ezzel validálom a módszertani fejlesztésemet.

SAKIRODALOM

MÓDSZERTAN



1. ábra. A disszertáció felépítése (Saját szerkesztés)

A keretprogramok vonatkozásában azonban nem tudtam minden folyamatot kivitelezni a szükséges adatok egy részének elérhetetlensége miatt. Ennek következtében keretprogramoknál levezettem a módszer tervezésre, ütemezésre és kockázatelemzésre való felhasználhatóságát matematikailag, szimulációkat viszont csak a kockázatelemzés vonatkozásában tudtam végezni. Fontos azonban megjegyezni, hogy a jövőben a modell bármikor futtatható a hiányzó adatok rendelkezésre állása esetén.

A 1. ábra a disszertációmban tárgyalt kérdéskörök és fejezetek szakmai-logikai indokoltóságát és egymásra épülését szemlélteti. Disszertációm szakirodalmi részében, a 2.1. alfejezetben elsőként a stratégiával, és annak projekt portfólió menedzsmenttel való összefüggéseivel fogok foglalkozni. Egyrészt azért elengedhetetlen a stratégia tanulmányozása, mivel anélkül nincs projekt portfólió menedzsment sem, mivel a vállalati környezetben futó projekt portfóliók stratégiai célokat hivatottak elérni. Másrészt, ha azt vizsgáljuk, hogy alakul ki a keretprogramok projekt portfóliója, akkor vissza kell nyúlnunk a stratégia kialakítási, vagy kialakulási folyamataihoz. Ezt követően, a 2.2. alfejezetben a projekt portfóliók szakirodalmi meghatározásain túl azokat a jellemzőket, témaköröket fogom kiemelni, amelyek kutatásom módszertani részének kidolgozásához és a kutatási feltételezéseim megfogalmazásához szükségesek voltak. A projekt portfóliókban megjelenő projektek részletes bemutatását azért tartom fontosnak, mivel e projektek szakirodalmi jellemzői alapján alakítottam ki a keretprogramokban fellelhető projekt végrehajtási struktúrákat. Ez utóbbi ismertetése után a projekt portfóliók sikerességével és kockázataival foglalkozok, az ezekhez kapcsolódó meghatározások a tervezési, ütemezési és kockázatelemzési célkitűzéseim miatt voltak fontosak. Disszertációmban a projekt portfóliók tervezéséhez és ütemezéséhez kapcsolódó feladatok, sajátosságok alapján alkottam meg a tervezhetőség és ütemezhetőség definícióját, ezeket a kutatási modellemnél fogom kiemelni. Ezt követően a 2.3. alfejezetben fogom bemutatni a keretprogramok általános jellemzőit, és részletesebben ki fogok térni a vizsgálataimban elemzett hetedik keretprogramra. A keretprogramok tudományos eredményeinek részletezése és a rugalmasság megjelenítési lehetősége alapvető fontosságú a disszertációmban kidolgozott módszertan megalapozásához, mivel a kockázatelemzésnél fogom vizsgálni a tudományos eredmények

alakulását, a rugalmasság pedig mindvégig megjelenik a projektek megvalósítási módjának vonatkozásában. A 2.4. alfejezetben fogom összevetni a vállalati környezetben futó projekt portfóliókat és a keretprogramokat, és megfogalmazom azokat a különbözőségeket, amelyeket figyelembe kell venni a hetedik keretprogram projekt portfólióként való felosztásakor.

Kutatási célkitűzéseim és a 2. fejezetben kiemelt szakirodalmak alapján állítottam össze a kutatási modelletemet (lásd. 3. fejezet), amely alapján a 4. fejezetben fogalmaztam meg kutatási feltételezéseimet. Disszertációm gyakorlati részében a 5. fejezetben bemutatom az alkalmazott és továbbfejlesztett módszereket. Mivel arra a kérdésre kerestem a választ, hogy mátrixos projekttervezési technikával támogatható-e a keretprogramok tervezése, ütemezése és kockázatelemzése, elsőként egy vállalati projekt portfóliókra alkalmazható módszert dolgoztam ki, és ezt terjesztettem ki a keretprogramokra. A vállalati környezetben való hatékony alkalmazhatóság igazolására szimulációkat végeztem (lásd. 6.1. alfejezet), és bemutatok egy vállalati esetpéldát (lásd. 6.2. alfejezet). A keretprogramokra való kiterjesztés előtt nélkülözhetetlen volt a végrehajtási struktúrák feltárása, ennek módszertani kidolgozása a 5.2. alfejezetben, a keretprogramokra kiterjesztett modell leírása a 5.3. alfejezetben olvasható. A keretprogramok kockázatelemzésére futtatott szimulációkat disszertációm 6.3. alfejezetében fejtem ki. A 7. fejezetben összegzem az elért eredményeket, majd a 8. fejezetben megfogalmazom téziseimet, és kitérek az eredmények hasznosíthatóságára és annak korlátaira.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Stratégiai menedzsment

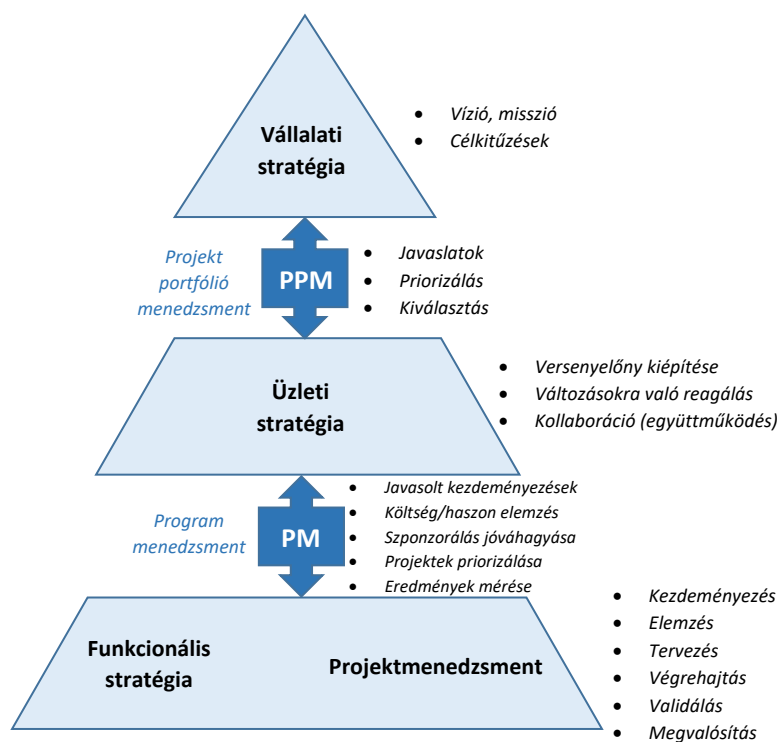
2.1.1. A stratégia, és annak kapcsolata a projekt portfólió menedzsmenttel és a projektekkel

Porter, 2011 szerint a stratégia a tevékenységek azon halmazának kiválasztása, amelyben egy vállalat kiemelkedik, hogy fenntartható különbözőséget érjen a piacon, mely tevékenységek és azok elvégzésének módja megkülönbözteti őt versenytársaitól (Fuertes és tsai., 2020).

A stratégia elsődleges feladata, hogy annak mentén egy olyan cselekvési sort valósíthasson meg a vállalat, amellyel a kiválasztott célpiacokon nagyobb értéket képes nyújtani a fogyasztóknak, mint a versenytársak. A mindennapi gazdasági, szervezeti környezet egy fontos jellemzője, hogy a fogyasztói igények folyamatosan változnak, új versenytársak jelennek meg a piacon, s a meglévő riválisok is kutatnak az új lehetőségek iránt. Ebből következik, hogy a stratégia kizárólag dinamikus fogalomként értelmezhető. A stratégiai menedzsment tehát *”az a folyamat, amelynek során a vállalat állandóan újraértékeli helyzetét és a jövőre vonatkozó várakozásait, ennek alapján megformálja stratégiáját, és gondoskodik az abban foglalt cselekvési tervek megvalósításáról”* (Chikán, 2003). A vállalati környezetre kitérve ez úgy jelenik meg, hogy a stratégiai menedzsment magában foglalja a vállalat belső és külső környezetének elemzését, az erőforrások célkitűzéseknek megfelelő, lehető leg-hatékonyabb felhasználása érdekében (Becerra, 2009).

A szakirodalomban a projekt- és projekt portfólió menedzsmentet gyakran stratégiai szervezeti képességeknek tekintik, amelyek versenyelőnyt nyújthatnak (lásd például Cooper és Edgett, 2001; Alvarez és Busenitz, 2001; Jugdev, 2007; Killen, 2009), mivel ezek hatékony eszközzé váltak a piaci - és szervezeti elvárásokhoz való gyors alkalmazkodáshoz és az igények kielégítéséhez.

A stratégia, a projektmenedzsment és a projekt portfólió menedzsment közötti kapcsolatok jól megalapozottak, és több mint két évtizede foglalkoznak vele a szakirodalomban (lásd pld.: Morris és Hough, 1987; Morris és Morris, 1994; Cooper, Edgett és Kleinschmidt, 1999; Prencipe és Tell, 2001; Shenhar és tsai., 2001; Söderlund, 2004a; Artto és Dietrich, 2007; Artto és tsai., 2008; Meskendahl, 2010). Ez a kapcsó-



2. ábra. A stratégia, a projekt portfólió menedzsment, a program menedzsment és a projektmenedzsment összefüggései (Saját szerkesztés (Zhu, Pan és Guo, 2007) alapján)

lat számos tudományterület publikációiban képviselteti magát, beleértve a stratégiai menedzsmentet, az innováció menedzsmentet és a projektmenedzsmentet (Killen és tsai., 2012).

A stratégia, a projektmenedzsment, a program menedzsment és a projekt portfólió menedzsment kapcsolatának szemléltetéséhez Zhu, Pan és Guo, 2007 tanulmányában szereplő ábrázolást választottam, a tényezők kapcsolódása a 2. ábrán látható. Ez az ábra még nem számol a stratégia kialakítás két különböző típusával. Ez a megközelítés azon alapul, hogy napjainkban az üzleti világ felismerte az üzleti stratégia tervezésének, a projekt portfólió menedzsmentnek, a projekt kiválasztásnak, és ezek összehangolásának a vállalat sikerességében játszott fontosságát. Amikor ugyanis ezeket a tevékenységeket és folyamatokat összehangolják - a 2. ábrán is látható módon - a vállalati stratégiai elem táplálja a projekt portfólió elemet, a portfólió elem az üzleti stratégiai elemet, az üzleti stratégiai elem a program elemet, a program elem a funkcionális stratégia - és a projektmenedzsment elemet, ez utóbbi pedig a projektek végrehajtását és az azokat végrehajtó csapat tevékenységét és fordítva, ugyanis a keretrendszerben a vállalati stratégiát, az üzleti

stratégiát és a funkcionális stratégiát a projekt portfólió menedzsment, a program menedzsment és a projektmenedzsment kapcsolja össze. Mindez azt jelenti, hogy

- a vállalati stratégia által követett jövőkép és misszió kézzelfogható, projekteként megvalósítandó célokká fordíthatók. A projekt portfólió menedzsmenten keresztül pedig a kritériumoknak megfelelő projektek kiválaszthatóak és rangsorolhatóak.
- A programmenedzserek olyan programok megvalósításáért felelősek, amelyek olyan projektekből állnak, amelyek valamilyen közös célt hivatottak elérni. A projektek rangsorolása ezután történhet egy programon belül, valamint a programok között is.
- A funkcionális menedzsment és a projektmenedzsment képviselik azokat a funkcionális és technikai feladatokat, amelyek úgy támogatják és szervezik a tevékenységek végrehajtását, hogy azok összhangban legyenek a vállalat céljaival.

A 2. ábrán is szereplő szemléletmód alkalmazása kiterjeszti a fókusz a projektenkénti eredmények eléréséről az elvégzendő feladatok vállalati szintű áttekintésére. A keretrendszer mindemellett támogatja a megfelelő projektek kiválasztását, így a korlátozott források megfelelő projektekhez rendelését is (Zhu, Pan és Guo, 2007).

2.1.2. Stratégia kialakítási típusok és azok kapcsolata a projekt portfólió menedzsmenttel és a keretprogramokkal

A szakirodalomban a stratégiaalkotás folyamata jellemzően két részre oszlik: a stratégiaalkotás szakasza az a szakasz, ahol a szervezetek mérlegelik a lehetőségeket és kihívásokat, és célkitűzéseket fogalmaznak meg a szervezet sikerének elérésére, míg a stratégia megvalósítási szakasza a stratégia tényleges megvalósítására vonatkozik (Kopmann, Kock és Killen, 2017). Mintzberg, 1978; Mintzberg, 1990 bírálja a stratégiaalkotás és megvalósítás dichotómiáját, és azt állítja, hogy ez a kettősség azon a feltételezésen alapul, hogy a stratégia megalkotói teljes mértékben tájékozottak, valamint a vállalat működési környezete kellően stabil (Mintzberg, 1978, o. 964.). Ha e kettő közül akár csak egy feltétel nem teljesül, a stratégiaalkotás tanulási folyamattá válik, amely nem tervezési, hanem adaptív megközelítést igényel

(Kopmann és tsai., 2017). Ugyanezt a nézőpontot vallja Johnson, Scholes és Whittington, 2008, akik azt állítják, hogy a gyakorlatban a nem várt lehetőségek vagy fenyegetések miatt a ténylegesen követett stratégiák jellemzően a szándékolt és az adaptált stratégiák keverékei.

Mintzberg professzor elmélete abból a perspektívából ered, hogy a stratégia tipikus kontextusa a versenyszempont, amely dinamikus választ követel a versenytársak lépéseire (Hernández-Betancur, Montoya-Restrepo és Montoya-Restrepo, 2020). Ez pedig egy olyan koncepció, amely ellentmond a stratégia, "mint megalapozott terv" elképzeléseknek (Mintzberg, 1987). A felismerése nyomán megjelent a tervezett és a felmerülő stratégia kialakítási típus (Mintzberg, 1987; Mintzberg, 1978; Mintzberg és McHugh, 1985; Mintzberg és Waters, 1985).

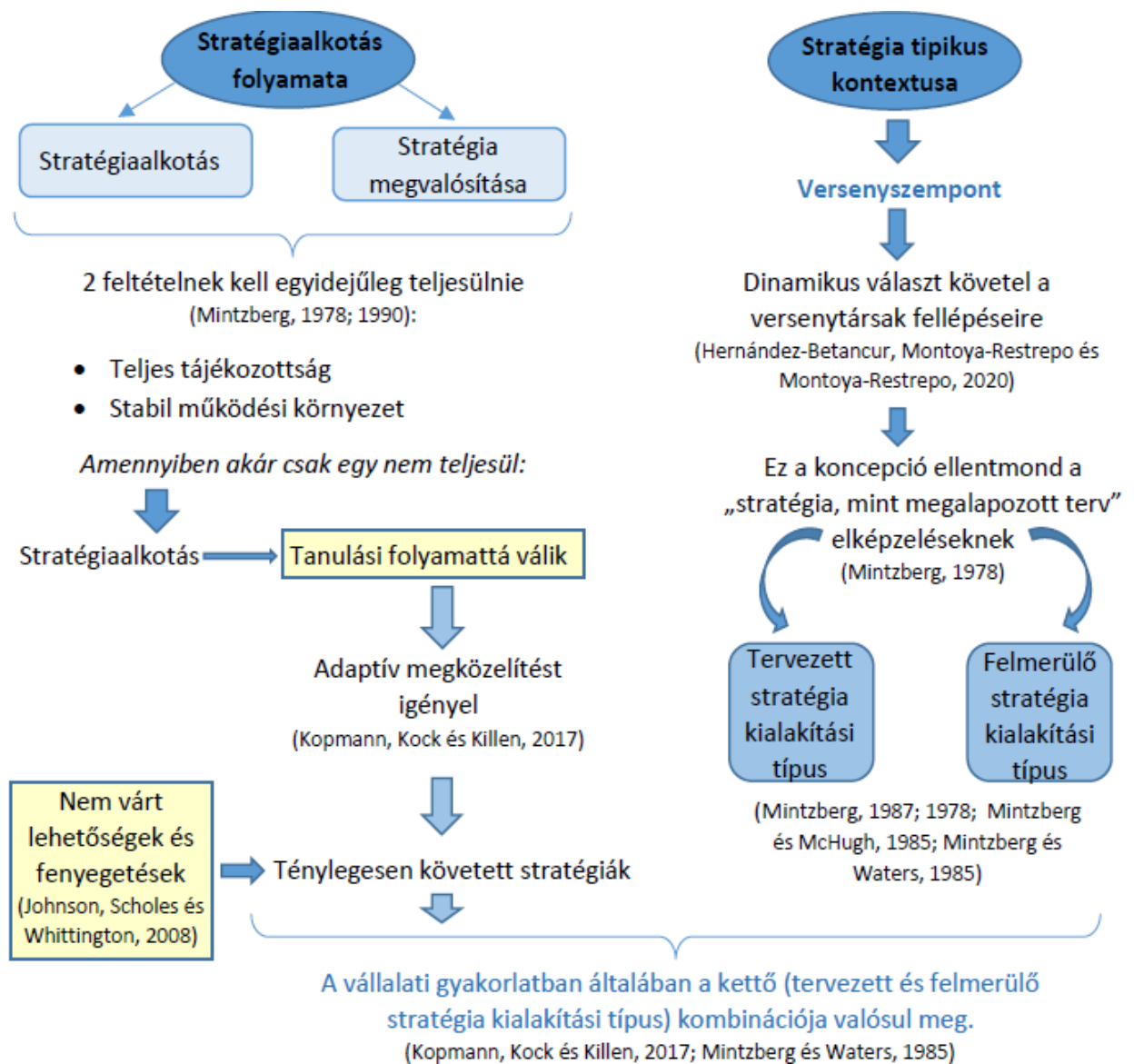
A 3. ábrával azt személtem, hogy milyen nézőpontok hívták elő a tervezett és felmerülő stratégia megkülönböztetése, illetve kombinálása iránti igényt.

A tervezett és a felmerülő stratégia közti különbséget szemlélteti a 4 és a 5. ábra.

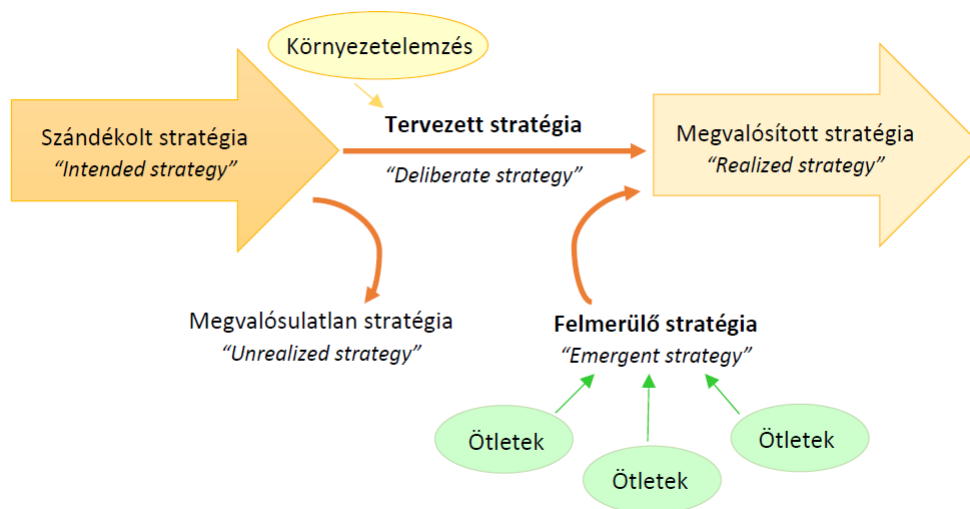
A 5. ábrán fekete négyzetekkel jelöltem a tervezett -, fehér körrel pedig a felmerülő stratégiához tartozó elemeket. A nyilak iránya mutatja, hogy a felmerülő stratégiánál az alsóbb szintről jönnek az ötletek, javaslatok, és azok alapján alakítják ki a projekteket, amelyek összessége alkotja a projekt portfóliót, amellyel a stratégiai célokat kívánják elérni. Tervezett stratégiánál ezzel szemben a stratégiai célkitűzésektől indul a tervezés. A szervezetek környezetelemzést végeznek, megvizsgálják a működési környezetet, a tágabb makro környezetet, a szűkebb ágazati környezetet, a belső sajátosságokat (például SWOT elemzéssel) és ezek alapján adják meg a jövőképet, majd felülről lefelé haladva a projekt portfólió menedzsment eszköztárával minden stratégiai célhoz a potenciális projektekből kiválasztásra kerülnek a célnak leginkább megfelelő projekteket, amik majd teljesítésre kerülnek.

Ahogy az a 5. ábrán is látható, ezeknek az elemeknek a közös kezelése leginkább projekt portfólió szinten történik a **projekt portfólió menedzsment (PPM)** mechanizmusok segítségével. A **PPM** ezért gyakran az stratégia kidolgozása és végrehajtása közötti hidat jelenti (Meskendahl, 2010). A **PPM** szerepe összességében tehát nemcsak a tervezett stratégia végrehajtásában rejlik, hanem az emergenciac (felmerülés) megfelelő kezelésében és a stratégiába való beépítésében is.

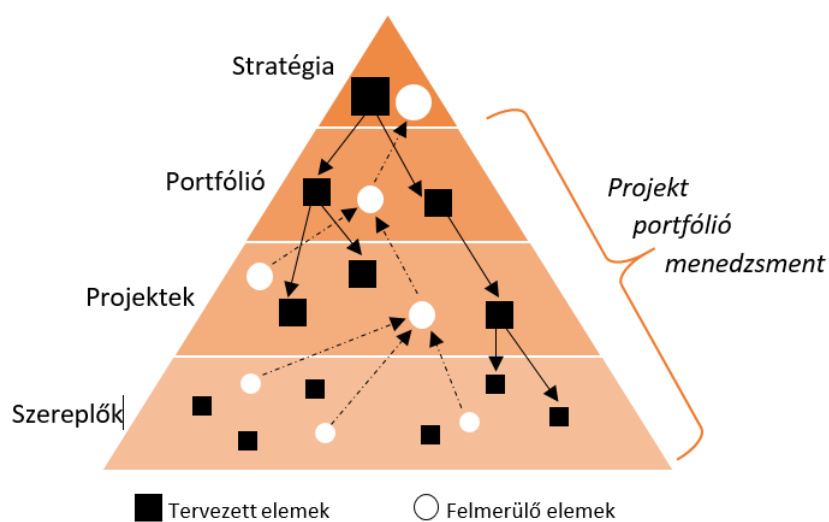
A 1. táblázatban azt fogom kiemelni, hogy a tervezett illetve felmerülő stratégiai



3. ábra. A felmerülő stratégia számbavétele iránti igény beépülése a gyakorlatba (Saját szerkesztés)



4. ábra. Stratégia kialakítási típusok (Saját szerkesztés (Mintzberg és Waters, 1985) alapján)



5. ábra. Tervezett és felmerülő stratégia közti különbség szemléltetése a stratégia kialakítási módja szerint (Saját szerkesztés (Kopmann, Kock és Killen, 2017) alapján)

elemek hogy jelennek meg a projekt portfólió menedzsment folyamatában. A projekt portfólió menedzsment folyamatáról több modell született a szakirodalomban (pl. Blichfeldt és Eskerod, 2008; Thiry és Deguire, 2007, a 1. táblázatban Jonas, 2010 által leírt modellt veszem alapul.

A projekt portfólió folyamatának tervezett és felmerülő stratégia kialakítási típus szerinti elemzésével kapcsolatban összességében megállapíthatjuk, hogy tervezett stratégia esetén az egyes stratégiai célokhoz választják ki a preferált projekt portfóliót, amelybe a stratégiai célkitűzések szerinti átfogó értékelés és prioritizálás után kerülnek be a választott projektek. Ezzel szemben a felmerülő stratégiánál alulról felfelé érkeznek a projekt ötletek, amelyek projekt portfólióba szerveződve hivatottak elérni a szervezet stratégiai célkitűzéseit. De ide sorolhatjuk a megoldandó operatív problémákat, vagy az olyan új ötleteket is, melyek nem illeszkednek az adott stratégiai irányvonalba. A vállalat működési környezetét tekintve - amelynek elemzése elengedhetetlen a projekt portfólió irányítása során - a tervezett stratégiát stabil, míg a felmerülő stratégiát hektikus és gyakran változó működési környezetben célszerű alkalmazni, utóbbinál ugyanis nem lehet hosszabb távra meghatározható környezetelemzést végezni, és kiemelt szerepet kap a dinamikus külső és belső környezetből eredő kihívások kezelése, hogy a vállalat alkalmazkodni tudjon a változó környezethez. A stratégiai célok mentén megvalósított projekt portfólió - és az abban foglalt projektek - által elért eredmények értékelése tervezett stratégia esetén felülről lefelé történik, míg felmerülő stratégia esetén ezt csak egy ex post perspektívából lehet megvalósítani. Azonban ha a szervezetben mind a tervezett, mind a felmerülő stratégiai elemeket számításba veszik (ahogy ennek gyakori alkalmazását a 3. ábránál is kiemeltem), akkor a felülről lefelé és az alulról felfelé történő stratégiai folyamatok kölcsönhatása hozzájárul egy visszacsatolási hurokhoz, ahol a megfogalmazott tervezett stratégia válaszként szolgálhat a felmerülő stratégiai kihívásokra (Kopmann, Kock és Killen, 2017).

Miután összegeztem a kétféle stratégia kialakítási típus és a projekt portfóliók összefüggéseit, arra a kérdésre kerestem a választ, hogy egy keretprogram részeként megvalósított projektek a tervezett, vagy a felmerülő stratégia kialakítási típus mentén szerveződnek-e projekt portfólióba.

A két stratégia kialakítási típus jellemzése alapján megállapítható, hogy egy ke-

1. táblázat. A tervezett és felmerülő stratégiai elemek megjelenése a projekt portfólió menedzsment folyamatában (Saját szerkesztés, (Kopmann, Kock és Killen, 2017) alapján)

Fázisok	Általános feladatok	Tervezett stratégia	Felmerülő stratégia
Projekt portfólió strukturálása	Ez a fázis olyan tevékenységeket foglal magában, amelyek megelőzik a projektek végrehajtását. Ennek a fázisnak a fő kihívása az, hogy meghatározza a projektek egy olyan portfólióját, amely optimálisan tükrözi a stratégiai célokat, miközben figyelembe veszi a finanszírozó szervezet korlátait is.	A folyamat eredményeként az egyes stratégia célokhoz kiválasztásra kerül egy-egy preferált projekt portfólió a széles körű projektötletek közül, amelyek átfogó értékelésen és prioritizáláson mennek keresztül. Összességében, ez a kiválasztott portfólió egy értelmezése a legfelső szintű stratégiának, amelyet a projekt kezdeményezésekből származtatnak és amelynek segítségével kiértékelik a különböző projektötleteket. Így a stratégiai menedzsment szempontjából a kiválasztott portfólió jelenti az összeköttetést a stratégia kialakítása és megvalósítása között.	Ebben a fázisban megfigyelhetjük az alulról felfelé ható elemek befolyását is, például operatív problémák, amelyek megoldást igényelnek, vagy olyan új projektötletek, amelyek nem illeszkednek az általános stratégiai irányvonalba.
Erőforrások elosztása	A szervezet erőforrásainak elosztását jelenti a projektek között úgy, hogy az tükrözze a szervezet prioritásait.	Az erőforrások elosztási fázisának hatása a stratégiaalkotási folyamatra kétféle. Először is, ez az alapja a projektötletek portfólióként való hatékony megvalósításának a szervezet prioritásai szerint, és ezzel konkretizálja a projektötletekben rejlő tervezett stratégiát. Ez kijelöli az utat és meghatározza a keretet a stratégia megvalósításához. Másodszor, az erőforrások kiosztási fázisában a (forrásokat biztosító) középvezetők elkötelezettsége a stratégia mellett nyilvánvalóvá válik.	Felmerülő stratégia esetén a működés során felmerült ötletekből kialakított projektek között kell elosztani a rendelkezésre álló erőforrásokat. Több, egymást időben részben vagy egészben átfedő projekt esetén az újabb és újabb projektek elindítása erőforrás-túlterheléshez vezethet, így ebben a fázisban különösen fontos az erőforrások rendelkezésre állásának folyamatos kontrollja.
Projekt portfólió irányítása	Minden olyan tevékenységet magában foglal a projektek teljes életciklusa során, amelyek az aktuálisan futó projektekhez kapcsolódnak.	Ennek a fázisnak a stratégiai relevanciája kétféle. Először is, a portfólió irányítás stratégiai ellenőrzési funkciókat biztosíthat annak érdekében, hogy a stratégiával való összehangoltságot és a bizonytalanság kezelését biztosítsa. Másodszor, a jelenlegi projektek portfóliója stratégiai lehetőségeket hozhat létre és fedhet fel, amelyek a stratégia megvalósításán belül merülnek fel.	A folyamatos koordináció és ellenőrzési tevékenységek révén a PPM mechanizmusokat biztosít a változó szervezeti prioritások, a projektterv eltéréseinek és/vagy a kockázatok és lehetőségek kezelésére. Így ez a fázis olyan kihívásokat kezel, amelyek dinamikus külső és belső környezetből adódnak, és lehetővé teszi a szervezet alkalmazkodását a változó feltételekhez.
Projekt portfólió eredményeinek kiaknázása	A projektek lezárása utáni fázisra vonatkozó tevékenységeket foglalja magában. A projekt portfólió szempontjából ez a fázis nagyon releváns az előnyök megvalósításának szempontjából, ugyanis itt foglalkoznak az értékteremtéssel kapcsolatban a kimenetekkel, az eredményekkel és a haszonnal, azaz lényegében azt vizsgálja, hogy mennyiben sikerült elérni a kitűzött stratégiai célokat. A fázis fő kihívása, hogy mind a tervezett, mind a felmerülő stratégiai elemeket számításba véve feltárja a projekt portfólió által elért eredményeket és azok hasznosulását.	A tervezett stratégiák olyan stratégiai koncepciók alapulnak, amelyet a stratégiaalkotási folyamat elején fogalmaztak meg. A stratégia lefelé osztozik sok mikro szintű elemre. A portfólió kiaknázási fázisában ezeket az elemeket össze kell hozni, hogy portfólió szintű nézőpontból a stratégia megvalósítása a legjobban feltárható és ellenőrizhető legyen.	A felmerülő stratégiák is több mikro szintű elemből származnak, és csak egy ex post perspektívából lehet teljesen felismerni a megvalósított stratégiát, amikor ezek között az elemek közötti mintákat igyekeznek megfigyelni.



6. ábra. Tervezett stratégia kialakítási típus mentén kialakított projekt portfólió és a keretprogramok közti párhuzam szemléltetése (Saját szerkesztés)

retprogram projektjeinek szerveződése inkább a tervezett stratégiához hasonlítható, ugyanakkor szükséges kiemelni az ettől való eltéréseket is:

- Általánosabbak, globálisak a célkitűzések, vagyis az irányelvek, amikre pályázni lehet projekkel, mint egy vállalati projekt portfólió által elérendő, konkrétan megfogalmazott stratégiai célkitűzések.
- Utólag alakul ki a nyertes projektekből a keretprogram projekt portfóliója, ugyanis nem arról van szó, hogy az [Európai Unió \(EU\)](#)-ban megterveznek egy jövőképet, amit felülről lefelé elemeire bontanak, amiből kialakulnak a projekt portfóliók, mely projektjeire lehet pályázni, hanem az irányelvekre lehet pályázni projekkel. Másképp kifejezve,
- nem a keretprogramok kezdeményezőjének tevékenysége révén alakul ki a projekt portfólió, hanem a pályázati folyamat eredményeképpen.
- A keretprogramok alulról felfelé haladó irányítási struktúrája a felmerülő stratégia kialakítási típushoz hasonlítható sajátosság.

A 5. ábrát kibővítettem a keretprogramokkal, melynek eredményeként a 6. ábrán a keretprogram és a tervezett stratégia mentén kialakuló projekt portfólió közötti párhuzam látható.

A stratégiai kialakítási típusokat összegző alfejezetben igyekeztem kihangsúlyozni a projekt portfólió menedzsment szerepét mind a tervezett, mind az emergens elemek (projektek) kezelésében. Ezeket az előnyöket az alulról felfelé szerveződő keretprogramoknál is ki lehet használni a projekt portfólió szemlélet és eszközrendszer bevezetésével és alkalmazásával.

2.2. Projekt portfólió menedzsment

A portfólió menedzsmentet eredetileg pénzügyi célokra dolgozták ki, ugyanis kezdetben a hozamkockázat kettőzésén alapult (Sebestyén, 2009; Blichfeldt és Eskerod, 2008; Devinney és Stewart, 1988). A modern portfólió elméletet Markowitz, 1952 vezette be pénzügyi kontextusban. Az ő elméletében a portfóliót pénzügyi eszközök és potenciális befektetések halmazaként definiálták. Ezek segítségével olyan befektetések halmazát választották ki, amelyek adott kockázat mellett maximalizálták a befektetés megtérülését, vagy adott megtérülés mellett minimalizálták a kockázatot (Shojaei és Flood, 2017). Néhány évvel később McFarlan, 1981 vezette be a projekt portfólió menedzsment fogalmát informatikai kontextusban. Azt javasolta, hogy a projekteket a portfólió elemeiként (a beruházások helyett) használják a szervezet céljainak jobb elérése, valamint a szervezet által a projektek végrehajtása során felmerülő általános kockázat csökkentése érdekében. Elsőként így terjesztették ki a portfólió menedzsmentet a projektmenedzsment területére. A pénzügyi gyökerek mind a mai napig meghatározóak (Sebestyén, 2020), de az optimális projektszámot megadó matematikai módszereket és heurisztikákat követően napjainkra már kifinomult kritériumrendszerekkel rendelkezik a módszertan, amely már nemcsak pénzügyi szempontokat foglal magában (Csendes, 2017).

2.2.1. A projekt portfólió és a projekt portfólió menedzsment meghatározásai, célja és feladatai

A projekt portfóliónak számos meghatározása született a szakirodalmának fejlődése során. Vannak a definíciókban jellemzően közös elemek, de a projekt portfóliók meghatározása nagy eltéréseket mutat, ugyanis a szerzők más-más aspektusokra összpontosítottak.

A **projekt portfóliók** első definíciói általában egyszerűek voltak, és megle-

hetősen közel álltak a pénzügyi portfólió definícióihoz (Shojaei és Flood, 2017). Például Archer és Ghasemzadeh, 1999; Archer és Ghasemzadeh, 2007 úgy határozták meg a projekt portfóliót, mint „projektek csoportja, amelyeket egy adott szervezet szponzorálása és/vagy irányítása alatt hajtanak végre”. Dye és Pennypacker, 1999 definíciójában már szerepel a szervezeti stratégiához való illeszkedés, ugyanígy határozták meg a projekt portfóliót, mint „projektek gyűjteménye, amelyek összességében alkotják a szervezet befektetési stratégiáját”. Githens, 2002 meghatározásában a stratégiához való kapcsolódáson túl már a programok megjelenése is megfigyelhető, emellett kiemeli az újszerűség szerepét a projekt portfóliókban. Githens, 2002 szerint a projekt portfólió nem más, mint „szervezeti stratégiába illeszkedő projektek vagy programok gyűjteménye. A portfóliók a piaci újdonság és a technikai innováció dimenzióit tartalmazzák”. A **Project Management Institute (PMI)** a projekt portfóliót úgy határozta meg, mint „programok, projektek vagy műveletek komponensgyűjteménye, amelyet csoportként kezelnek a stratégiai célok elérése érdekében” (PMI, 2013b; PMI, 2013a). Ebben a meghatározásban már egyértelműen kirajzolódik, hogy a projekt portfóliók stratégiai célokat hivatottak megvalósítani, emellett még kisebb egységekre bontja a benne lévő elemeket.

A **projekt portfólió menedzsmentet** tekintve számos szakirodalmi meghatározásban megjelenik a stratégiai célokhoz való igazodás. Cooper, Edgett és Kleinschmidt, 1997 szerint a **PPM** „több, ugyanazt a stratégiai célt szolgáló és ugyanazon erőforrásokért versengő projekt koordinálásával és irányításával foglalkozik, ahol a vezetők priorizálják a projekteket a stratégiai célkitűzések elérése érdekében”. Rajegopal, McGuin és Waller, 2007 a **PPM**-et egy szervezeti stratégia megvalósítási eszközének tekintik. Pennypacker és Dye, 2002 szerint a **PPM** összehangolja a projekteket, stratégiákat és minden egyéb szervezeti tevékenységet. A **PPM** a tudás, készségek, eszközök és technikák egy halmazának a projektek gyűjteményében való alkalmazása annak érdekében, hogy a szervezet megfeleljen a befektetési stratégiájával szemben támasztott igényeknek és elvárásoknak. Levine, 2005 a **PPM** szerepét a vállalkozás általános sikeréhez való hozzájárulásban nevesíti meg.

A stratégiával való kapcsolat mellett a **PPM** részfolyamatokra összpontosítanak a következő meghatározások. A PMI, 2013b szerint: „A projekt portfólió menedzs-

ment egy, vagy több projekt portfólió összehangolt irányítása a szervezeti stratégiák és célkitűzések eléréséhez. Ez magában foglalja az egymással összefüggő szervezeti folyamatokat, amelyek révén egy szervezet értékeli, kiválasztja, rangsorolja és elosztja a korlátozottan rendelkezésre álló erőforrásait a szervezet stratégiai céljainak megvalósítása érdekében, amelyek összhangban vannak a szervezet jövőképevel, küldetésével és értékeivel”. Young és Conboy, 2013 úgy határozza meg a PPM-et, mint egy folyamatos tevékenység, amely az összes benne foglalt projekt irányítását próbálja összehangolni azáltal, hogy folyamatosan felülvizsgálja és aktualizálja a projektek kiválasztását és menedzselését a vállalat teljesítményének növelése érdekében. Cooper és Edgett, 2001 a PPM definíciójában a döntési és felülvizsgálati folyamatokra helyezik a hangsúlyt. Ehhez a meghatározáshoz igazodik Shojaei és Flood, 2017 definíciója, miszerint a projekt portfóliók dinamikus entitások, amelyeket folyamatosan monitorozni, elemezni és ellenőrizni kell annak érdekében, hogy összhangban legyenek a szervezeti célokkal. Robbins, 2017 szerint a projekt portfólió menedzsment dinamikus döntéshozatali folyamatot jelent, amely felhasználható az értékek mérésére, a vállalati projektek rangsorolására, és a korlátozottan rendelkezésre álló szervezeti erőforrások allokálására a projektek között a szervezet céljainak megvalósítása érdekében.

A menedzsment tevékenység szerepét hangsúlyozza ki Dye és Pennypacker, 1999. A PPM-et úgy határozzák meg, mint a menedzsment készségek felhasználását a szervezet befektetési stratégiájának megvalósítására.

A PPM-et nem szokványos oldalról közelíti Turner és Müller, 2003, ugyanis a projekt portfóliót egy szervezetként határozzák meg. Emellett számos, fent kifejtett definícióhoz hasonlóan a projektek kollektív irányítását hangsúlyozzák a projektek közötti jobb erőforrás-elosztás és a bizonytalanság csökkentése érdekében. A szervezetként való megközelítést azonban nem fogadták el széles körben az üzleti - és tudományos életben (Shojaei és Flood, 2017).

A feladatokat tekintve a PPM középpontjában az áll, hogy világosan meghatározza a projektek értékét a szervezet számára. A projekt portfólió menedzsment két egymást kiegészítő, de egymástól független feladatban gyökerezik (Shojaei és Flood, 2017):

- a beruházási döntéshozatal támogatása a projekt típusok és a projektek

kiválasztása tekintetében - a beruházások megtérülésének és kockázatának optimalizálása céljából (Markowitz, 1952); és

- a rendelkezésre álló erőforrások elosztása a projektek között úgy, hogy az a lehető legjobban megfeleljen a céloknak (például a szerződéses határidők és a nyereségesség) a kockázatok kezelése mellett (Pennypacker és Dye, 2002).

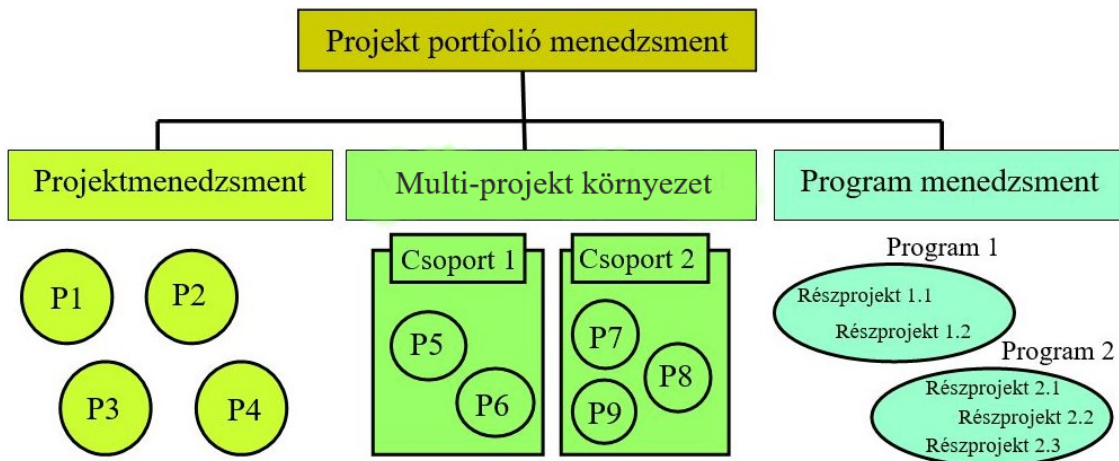
Összességében a projekt portfólió menedzsment megoldja a projektorientált szervezetek kulcsfontosságú problémáit: áthidalja az operatív és a projektmenedzsment közötti szakadékot, és minden szervezeti tevékenység központi elemévé válik (Levine, 2005). Emellett a PPM egy olyan koncepció, amely valamennyi benne foglalt projektet integrált és dinamikus, stratégiai célokat kitűző komplexumként kezel (Madic, Trujic és Mihajlovic, 2011).

2.2.2. Projekt portfólió környezet elemei

Ahogy Githens, 2002 is kiemeli, projekt portfólió „szervezeti stratégiába illeszkedő projektek vagy programok gyűjteménye”. Elonen és Artto, 2003 szerint a portfólió kezelés tág nézete magában foglalja mind a portfólió-, mind a programmenedzsment-tanulmányok szempontjait, beleértve a projektek közötti interfészek kezelését és a projektgyűjtemények koordinálását, valamint az erőforrás- és egyéb korlátoknak megfelelő menedzsmentet. Githens, 2002 és Elonen és Artto, 2003 meghatározása alapján a következőkben ki fogom emelni az egyedi projektek, a programok, és a multi-projekt környezet sajátosságait, amelyek jellemzői alapján kialakítottam a keretprogramok projekt portfólió alapú végrehajtási struktúráját.

Attól függően, hogy a vállalatnál futó projektek milyen szorosan kapcsolódnak egymáshoz (a célok vagy a megvalósításukhoz használt közös erőforrások révén), megkülönböztethetünk egyedi projekteket, multi-projekt környezetben futó projekteket, programokat és projekt portfóliókat (Patanakul és Milosevic, 2009a). A 7. ábra szemléletesen mutatja be az egyes kategóriák közti különbséget aszerint, hogy a projektek milyen szorosan kapcsolódnak egymáshoz. A vállalatnál futó összes projektet a projekt portfólió menedzsment fogja össze.

Az **egyedi projekteknek** számos meghatározása született a szakirodalomban. A legtöbb projekt definícióban szerepel a projektek időbeli kötöttsége, azaz hogy



7. ábra. Projekt portfólió projektjeinek kapcsolatai (Saját szerkesztés Patanakul és Milosevic, 2009a alapján)

a projekteket adott kezdési és befejezési időpontokon belül kell végrehajtani (Archibald, 2003; Görög, 1999; Hobbs, 2000; Verzuh, 2006; Pfetzling és Rohde, 2006; Turner, 2009; Kerzner, 2009; Szabó, 2012). A szakterület kutatóinak többsége kiemeli a projektek aciklikus (nem ismétlődő) jellegét (Platz, Schmelzer és tsai., 1986; Görög, 1999; Szabó, 2012), az egyértelműen definiált célkitűzéseket (Archibald, 2003; Görög, 1999; Hobbs, 2000; Pfetzling és Rohde, 2006; Kerzner, 2009; Szabó, 2012), valamint a korlátozottan rendelkezésre álló erőforrásokat és pénzügyi kereteket (Archibald, 2003; Platz, Schmelzer és tsai., 1986; Görög, 1999; Hobbs, 2000; Pfetzling és Rohde, 2006; Turner, 2009; Kerzner, 2009). Összegezve a szakirodalomban fellelhető egyedi projekt definíciókat elmondható, hogy a projekt olyan egyértelműen meghatározott, bizonytalansággal terhelt feladat, amely meghatározott kezdési és befejezési időpontokkal, valamint korlátozott erőforrásokkal és pénzügyi keretekkel határolt, és amelynek célja egy egyedi, újszerű termék vagy szolgáltatás létrehozása.

Egyedi projektmenedzsment esetén a projektmenedzser más projektektől függetlenül teljesíthető projekte(ke)t vezet (Görög, 2011). A projektmenedzsment egy adott projekten belüli tevékenységek összehangolására és koordinálására összpontosít. Gyakran ezeket a projekteket a vállalat versenyelőnyének megteremtése érdekében hajtják végre, ilyen például egy termékplatform-fejlesztési projekt (Hans és tsai., 2007; Patanakul és Milosevic, 2009a).

A **programmenedzsment** ezzel szemben centralizáltan koordinált, célorientált projektek csoportjának menedzselése a program stratégiai célkitűzéseinek és hasznának elérése érdekében (Hans és tsai., 2007; Patanakul és Milosevic, 2009a).

Turner, 2009 szerint a programmenedzsment magában foglalja többek között a projektek közötti interfészek menedzselését, az erőforrások rangsorolását, valamint a felelőségek és a vállalati célok közötti egyensúlyozást. A PMI, 2013c szerint a programmenedzsment feladata olyan projektek irányítása, amelyek kölcsönösen függenek egymástól, közös céljuk van, és egyetlen átadható termékhez vagy szolgáltatáshoz vezetnek. A programmenedzsment célja, hogy program szinten koordinációs és ellenőrzési tevékenységet lásson el a stratégiai előnyök megszerzése és több, egyidejűleg futó projekt hatékony kezelése érdekében (PMI, 2013c; Cha és tsai., 2018; Lycett, Rassau és Danson, 2004; Ferns, 1991). A programmenedzsment nemcsak a projektmenedzsment tevékenységek összevonását foglalja magában, hanem magas szintű támogatást nyújt a kockázatok és lehetőségek kezeléséhez, amelyek felmerülhetnek több, központilag koordinált projekt végrehajtása során (Cha és tsai., 2018).

A **programok** definiálásánál a szakirodalomban kétféle irányzattal találkozhatunk.

- Egyrészt számos szerző azokat a projekteket tekinti programnak, amelyek között eredményfüggőség és/vagy erőforrás függőség van (lásd. például Görög, 2011).
- Emellett egyes szerzők azt a megközelítést képviselik, hogy ezt a két kategóriát elkülönítik (Morais és Sbragia, 2012).
 - Az eredményfüggőségben lévő projekteket programnak tekintik, mint Maylor és tsai., 2006; Andersen és Jessen, 2003,
 - az erőforrásfüggésben lévő projekteket pedig multi-projekt környezetben futó projekteknek definiálják, mint Fricke és Shenbar, 2000; Laslo és Goldberg, 2008; Cooper, Edgett és Kleinschmidt, 2000.

Disszertációmban az utóbbi megközelítést képviselem, mivel dolgozatom gyakorlati részében külön változóként kezelem az eredményfüggést és az erőforrásfüggést.

A struktúrát tekintve programok esetén a projektek időben nem feltétlenül lapódnak át, de mivel közös célrendszerük van (Patanakul és Milosevic, 2009b), ezért a követő projektek építenek a megelőző projektek eredményeire, tehát eredményfüggés van közöttük. Az esetükben legfontosabb feladat a projektek céljainak és ütemezésének összehangolása. A kihívások tehát:

- A projektek különböző szintű összetettsége, bonyolultsága, amely különböző ütemterveket eredményez (Cooper, Edgett és Kleinschmidt, 2000).
- Az egymásra épülő projektek időbeli ütemezése, csúszások kezelése (Patanakul és Milosevic, 2009a).
- A projektek céljainak összehangolása és a program céljaihoz való illeszkedés biztosítása (Patanakul és Milosevic, 2009a).
- A projektek prioritizálása (Engwall és Jerbrant, 2003).

Összességében elmondhatjuk, hogy a program menedzsment azon előnyök kihasználása és elérése érdekében jött létre, amelyeket a szervezetek nem tudnának elérni a stratégiai célú projektek egyedi végrehajtása esetén. (Lycett, Rassau és Danson, 2004; Ferns, 1991; Prieto, 2008)

A **multi-projekt környezetben** futó projektek a fontosság, az azokhoz szükséges készségek és a sürgősség tekintetében eltérőek, a végrehajtás különböző szakaszaiban vannak (Fricke és Shenbar, 2000), és ugyanazt az erőforrás-állományt használják (Fricke és Shenbar, 2000; Yaghootkar és Gil, 2012; Laslo és Goldberg, 2008; Canonico és Söderlund, 2010). Ezek a projektek jellemzően kisebb méretűek és taktikai jellegűek. A csoporton belüli projektek általában nem függenek egymástól a célokat tekintve, hanem a hatékonyság és a jobb irányítás érdekében projektmenedzseri szinten csoportosulnak (Patanakul és Milosevic, 2009a), ami kölcsönös függőséghez vezet e projektek között, mivel ugyanaz a projektmenedzser irányítja őket (Patanakul és Milosevic, 2009a; Caniels és Bakens, 2012). Mindezek alapján a multi-projekt környezetben végrehajtott projektek esetén a menedzsment legfontosabb kihívása az egyidejűleg futó projektek kezelése (Elonen és Artto, 2003), ahol:

- a projektek időben is átlapolódhatnak, (Elonen és Artto, 2003).
- a projektek közös erőforrásokat használnak (Cooper, Edgett és Kleinschmidt, 2000; Fricke és Shenbar, 2000; Yaghootkar és Gil, 2012; Laslo és Goldberg, 2008; Canonico és Söderlund, 2010).
- ráadásul az egyes projekteknek eltérő célja, célrendszere lehet (Elonen és Artto, 2003).

A multi-projekt környezetben futó projektek hasonlóságaival több szerző is foglalkozott a szakirodalomban. Dong és tsai., 2008 a multi-projekt környezetben futó projektek hasonlóságát több szempontból közelítik. Kiemelik azokat a tényezőket, amelyek hasonlóak lehetnek ezeknél a projekteknél, és azt hangsúlyozzák, hogy ezek hasonlósága esetén könnyebb az azonos projektmenedzsment megközelítés alkalmazása, valamint hatékonyabbá tehető az erőforrások felhasználása. Ezek a tényezők között szerepel a projektek méretének hasonlósága is. Zika-Viktorsson, Sundström és Engwall, 2006 a multi-projekt környezetben futó projektek tulajdonságainak hasonlóságát a menedzsment tevékenységének hatékonyságával köti össze. Az ilyen környezetben futó projektek méretével foglalkozott Adhau, Mittal és Mittal, 2013. Tanulmányukban kiemelték, hogy multi-projekt környezetben nem előnyös, ha kiugróan nagy vagy kicsi méretű projekt van a közös erőforrás halmazból gazdálkodó projektek között, mivel ezekre jellemzően a többitől eltérő hangsúlyt fektetnek a végrehajtás során, és egyenlőtlené válik az erőforrás-megosztás, ami a többi projekt késedelméhez vezethet. Boyette és Fang, 2012 a projektek volumenét a költségvetéssel azonosította, ezt az álláspontot magam is követem disszertációm gyakorlati részének kidolgozásakor.

A 2. táblázatban azokat a jellemzőket összegeztem, amelyeket - a keretprogramokról rendelkezésre álló adatok függvényében - felhasználtam a keretprogramok projekt végrehajtási struktúrájának kialakításakor.

2. táblázat. A projekt végrehajtási struktúrák kialakításához figyelembe vett projekt jellemzők (Saját szerkesztés)

	Egyedi projektek	Multi-projekt környezetben futó projektek	Programok
Teljesíthetősége	Nincs függőségi viszonyban más projektekkel.	Erőforrásfüggetlenség van a projektek között (Fricke és Shenbar, 2000)	A projektek teljesíthetősége függ egymástól, (Görög, 1999), nemcsak időbeli ráépülés van.
Időbeli átfedés/rákövetkezés	Nem függenek egymástól.	A projektek időben átlapolódnak (Hans és tsai., 2007)	A követő projektek a megelőző projektek eredményeire építenek (Hans és tsai., 2007); ezért ebben az esetben sokkal ritkább az átfedés, vagy csak az egyes projektek között.
Tartalmi/logikai kapcsolat	Nincs más projektekkel.	Nincs a projektek között.	Mivel közös célszisztemük van (Patanakul és Milosevic, 2009b), ezért a követő projektek építenek a megelőző projektek eredményeire.
Erőforrásigény	Korlátozott erőforrásokkal határolt, (Archibald, 2003; Görög, 1999) (Turner, 2009; Pletzing és Rohde, 2006) de nem függ a teljesítése más projektektől.	A projektek ugyanazt az erőforrás-állományt használják (Yaghootkar és Gil, 2012) (Fricke és Shenbar, 2000)	A programmenedzsment magában foglalja többek között az erőforrások rangsorolását (Turner, 2009)
Célszisztem	Egyedi célokat hivatottak elérni, aciklikus jellegűek (Görög, 1999; Szabó, 2012) egyértelműen meghatározott, független célkitűzések (Archibald, 2003; Hobbs, 2000) (Kerzner, 2009)	A csoporton belüli projektek általában nem függenek egymástól a célokat tekintve, hanem a hatékonyság és a jobb irányítás érdekében projektmenedzseri szinten csoportosulnak (Patanakul és Milosevic, 2009a) Vagyis az egyes projekteknek eltérő célja, célszisztere lehet (Elonen és Artto, 2003)	A programban futó projektek kölcsönösen függenek egymástól, és közös céljuk van (PMI, 2013c); célorientált projektek, amelyek stratégiai célokat hivatottak elérni (Hans és tsai., 2007)
Felelős menedzser	Egy projektmenedzser egyszerre egy projektet vezet (Hans és tsai., 2007) (Patanakul és Milosevic, 2009a)	Ugyanaz a projektmenedzser irányítja (Caniëls és Bakens, 2012). Közös szervezést igényelnek (Cooper, Edgett és Kleinschmidt, 2000)	Centralizáltan koordinált vezetést igényelnek - program menedzsment (Patanakul és Milosevic, 2009a)

2.2.3. Projekt portfóliók végrehajtási struktúrája

Az optimális projekt portfólió struktúra régóta vita tárgyát képezi mind a szakirodalomban, mind a gyakorlati megvalósítás során – különös tekintettel a projektek projekt portfólióba való kiválasztására és beillesztésére (Too és Weaver, 2014). A szakirodalom hagyományos vonulata az egyedi projektek értékteremtésére összpontosít, amely lineárisan növeli a projekt portfólió összértékét, míg a kifinomultabb kutatási törekvések más szempontokat is figyelembe vesznek, mint például a minőség (Liesiö és Punkka, 2014; Szczepaniak, 2019), a kockázat kiegyensúlyozása (Colvin és Maravelias, 2011; Ahmadi-Javid, Fateminia és Gemünden, 2020), a rugalmasság és a bizonytalanság (Shakhsi-Niaei, Torabi és Iranmanesh, 2011; Belenky, 2012). A szakirodalomban vizsgálták emellett a projektek közötti kölcsönös függőséget, azaz az erőforrások közös felhasználását (Abbassi, Ashrafi és Sharifi Tashnizi, 2014), az időbeni függőségeket (Belenky, 2012) és a know-how megszerzését (Ghapanchi és tsai., 2012). A termelési és gyártási ágazatokban futó projekt portfóliók mellett a K+F+I projekt portfóliók (és az EU által finanszírozott kutatási programok is) a projektkiválasztási kutatások kiemelt fókuszában voltak (Flechas Chaparro, Vasconcelos Gomes és Souza Nascimento, 2019; Schauer, 2008; Schluga és Barber, 2008). A hagyományos kiválasztási modellek főként a kvantitatív eszközökre összpontosítanak, amelyek közül néhány meglehetősen hagyományos, mint például a diszkontált cash flow, a nettó jelenérték vagy a befektetés megtérülése. Az egyéb megközelítések közé tartozik a matematikai programozás (Mild, Liesiö és Salo, 2015; Feng, Ma és Fan, 2011), a sztochasztikus modellek (Solak és tsai., 2010; Colvin és Maravelias, 2011), a fuzzy logika (Bhattacharyya, Kumar és Kar, 2011; Kuchta, 2019; Pérez és tsai., 2018) valamint a szimulációs megközelítések (Iamratanakul, Patanakul és Milosevic, 2008). Szemben a projektkiválasztás hatalmas, de régebbi szakirodalmával, a projektek közti kapcsolatok hatásai (Killen és Hunt, 2013; Hoffmann, Ahlemann és Reining, 2020) és a struktúrában lévő rugalmasság kezelése (Jerbrant és Karrbom Gustavsson, 2013; Kopmann és tsai., 2017) ritkán kerül szóba.

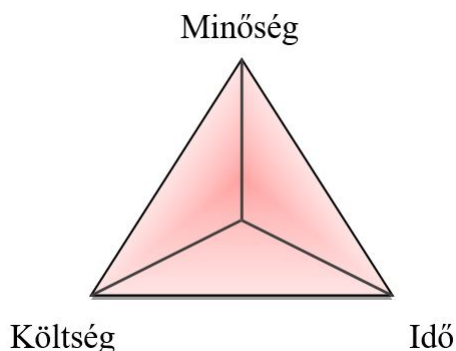
Disszertációmban a hetedik keretprogram projekt végrehajtási struktúrájának átalakításával a kockázatok vizsgálatára, valamint az átalakításból származó előnyök feltárására szimulációkat végzek. Ennek keretében a fenti lehetőségek közül vizsgálom a projektek közti kapcsolatok hatásait, valamint figyelembe veszem a

struktúrában lévő rugalmasságot azáltal, hogy számolok a projektpárok mind soros, mind párhuzamos végrehajtási lehetőségeivel.

2.2.4. A projektek és a projekt portfóliók sikeressége

A projektmenedzsment egyik leginkább tárgyalt témaköre a projektek sikerességének vizsgálata, ezt igazolja Ika, 2009 tanulmánya is. A téma relevanciájából is következik, hogy a projektsikernek számos meghatározása született a szakirodalomban.

A projektsiker különböző definícióinak összegzése előtt bemutatom az úgynevezett projektháromszöget, amely a legtöbb meghatározásban központi szerepet képvisel.



8. ábra. Idő-költség-minőség háromszög (Hobbs, 2000, p.9.)

A 8. ábrán látható a projektháromszögnek is nevezett idő-költség-minőség háromszög, amely reprezentatívan mutatja be a projektek peremfeltételeit, valamint azok összefüggését. Lényege, hogy a projektet meghatározott időben, adott költség és erőforráskorláton belül, az elvárt minőségben kell végrehajtani. A minőség jelentheti például a célként elérendő eredményt, az eredménytartalmat, vagy a teljesítményt is. A háromszöges ábrázolásból is kitűnik, hogy ezek szoros összefüggésben állnak egymással, így ha az egyikben változás történik, az a másik kettőre is hatással van. A gyakorlatban a hármas peremfeltétel számos kombinációja előfordulhat a szervezet stratégiai céljaitól függően. Hobbs, 2000 kiemelte, hogy a három sikerkritérium fontossága projektenként eltérő lehet. Például egy gyógyszeripari projektnél a minőség a legfontosabb tényező, míg a kereskedelmi projektnél általában a költség. Az idő, a költség és a minőség optimális egyensúlyának meghatározása, elérése és fenntartása a projektmenedzser feladata (Verzuh, 2006).

A **projektsiker** definícióinak tanulmányozása során arra a következtetésre jutottam, hogy a kutatók meghatározásaiban három főbb terület jelenik meg, különböző hangsúlyossággal:

- A projektcélok (De Wit, 1988) és a stratégiai célok elérése (Cleland, 1986; Görög, 2013),
- idő-költség-minőség háromszögnek való megfelelés (Baker, Murphy és Fisher, 1997; Pinto és Slevin, 1988; Wateridge, 1998; Baccarini, 1999; Kerzner, 2009),
- a projekttulajdonosi szervezet, az ügyfél és a felhasználó elégedettsége (Baker, Murphy és Fisher, 1997; De Wit, 1988; Pinto és Slevin, 1988; Wateridge, 1998; Kerzner, 2009; Shenhar és tsai., 2001; Pinto, Slevin és English, 2009; Görög, 2013).

Fentiekől eltérő jellemzőket rendel a projekt sikerességéhez például Kerzner, 2009, aki úgy tartja, hogy a projekt sikerességéhez az is hozzátartozik, hogy megvalósítása ne zavarja meg a szervezet szokványos munkafolyamatait és a vállalati kultúrát. Emellett De Wit, 1988 fontosnak tartja a projektek és a projektmenedzsment sikerének elkülönítését. A projektek sikerét a projektek céljainak eléréséhez, a menedzsment sikerét pedig a teljesítmény széles körben elterjedt mércéihez, vagyis a költségekhez, az időhöz és a minőséghez kapcsolja (János, 2023). A projektsikerrel szorosan összefüggő fogalmak a sikertényezők és a sikerkritériumok.

Bredillet, 2008 szerint a **sikertényezők** olyan befolyásoló körülmények, amelyek közvetlenül vagy közvetetten elősegítik a projektek sikeres teljesítését. Cooke-Davies, 2002 **sikerkritériumnak** tekinti azokat a viszonyítási alapokat, amelyek a projektsiker mérését lehetővé teszik. Ezek lényegében olyan célértékek, amelyek teljesülését a projekt megvalósítását követően ellenőrizni lehet. Müller és Turner, 2007 és Blaskovics, 2014 is hasonlóan vélekednek, tanulmányaik szerint a sikerkritériumok olyan változók összessége, amelyek mentén az elért siker mértékét mérni lehet. A sikertényezők lényegében a projektsiker független, vagy magyarázó (Bredillet, 2008), a sikerkritériumok pedig a függő, más szóval magyarázott változói (Müller és Turner, 2007).

Projekt portfólió sikeressége

Cooper és Edgett, 2001; Jonas, Kock és Gemünden, 2012; Martinsuo és Lehtonen, 2007; Meskendahl, 2010; Müller, Martinsuo és Blomquist, 2008 megközelítéseit követve a projekt portfólió sikerének az alábbi dimenziói vannak (Teller és Kock, 2013):

- A projektek átlagos sikeressége
 - A projektek átlagos sikeressége magában foglalja a klasszikus sikerességi kritériumokat, mint a költségvetés, az ütemterv és a minőségi megfelelés, valamint a portfólió összes projektjének ügyfél-elégedettségét (Martinsuo és Lehtonen, 2007; Shenhar és tsai., 2001).
- A termékek átlagos sikeressége
 - A termékek átlagos sikeressége magában foglalja a kereskedelmi hatásokat, például a piaci sikercélok elérését, a befektetés megtérülését (ROI), vagy a projekt portfólió összes projektjének nyereségességét (Meskendahl, 2010; Shenhar és tsai., 2001).
- Stratégiához való illeszkedés
 - A stratégiához való illeszkedés azt jelenti, hogy a projekt portfólióban futó összes projekt mennyiben tükrözi a vállalat üzleti stratégiáját (Dietrich és Lehtonen, 2005).
- Projekt portfólió egyensúlya
 - A projekt portfólió egyensúlya a projekt portfólió kockázatokkal és várható előnyökkel kapcsolatos egyensúlyára vonatkozik. A cél egy olyan projekt portfólió kialakítása, amely ésszerű kockázati szintet tartalmaz (Archer és Ghasemzadeh, 1999).
- Felkészülés a jövőre
 - A jövőre való felkészülés a hosszú távú szempontokat foglalja magában, és azt a képességet vizsgálja, hogy a szervezet képes-e megragadni azokat a lehetőségeket, amelyek a projektek végrehajtása után adódnak (Shenhar és tsai., 2001).

- Gazdasági siker
 - A gazdasági siker a vállalati szintű rövid távú gazdasági hatásokra vonatkozik, beleértve a szervezet vagy üzleti egység piaci és kereskedelmi sikerét (Meskendahl, 2010; Shenhar és tsai., 2001).

Disszertációmban a projekt portfólióként strukturált hetedik keretprogramról rendelkezésre álló adatokból a kockázatelemzésben a siker alábbi dimenzióit tudtam figyelembe venni:

- A projektek átlagos sikeressége - a keretprogram projektek megvalósíthatóságát a klasszikus sikerességi kritériumok függvényében vizsgálom.
- Projekt portfólió egyensúlya - vizsgálataim középpontjába az időbeli kockázatot helyeztem, ennek elemzése során feltárom az átfutási idő növekedés árán elérhető előnyöket keretprogram szinten.

2.2.5. Projekt portfólió kockázatelemzése

A kockázatmenedzsment a projekt portfólió menedzsment egyik alapvető kutatási és gyakorlati területe, amely elengedhetetlen a projekt portfóliók sikeréhez (Hofman, Spalek és Grela, 2017; Sanchez és Robert, 2010; Teller és Kock, 2013). A szakirodalom rámutat, hogy a kockázatok kezelése kizárólag projektszinten nem elegendő, mert nem veszi figyelembe a kockázat stratégiai és holisztikus szemléletét (Ghasemi és tsai., 2018; Wang, Zeng és Tu, 2017), ugyanis szükséges a projektek - és a kockázatok közötti összefüggések hatásának számbavétele is (Ghasemi és tsai., 2018; Guan és tsai., 2017). Ez azért is lényeges, mivel ahogy (Bathallath, Smedberg és Kjellin, 2016) is kiemeli, a projektfüggőségek kezelése különös fontosságú a projekt portfóliók sikerében.

Micán, Fernandes és Araújo, 2020 szerint a projekt portfólió menedzsmentnek többek között a projekt portfólió kockázatainak azonosítására és egyensúlyának megteremtésére kell összpontosítania, miközben törekszik arra, hogy maximalizálja a vállalat számára nyújtott értéket, amely a stratégiai célokra gyakorolt hatásban tükröződik. Így a projekt portfólió menedzsmentnek arra kell fókuszálnia, hogy csökkentse a negatív kockázati hatásokat, és kiaknázza a lehetőségeket, miközben

figyelembe veszi és értékeli a kockázatok és projektek közötti összefüggéseket, valamint a szervezet menedzsment képességeit (Hofman, Spalek és Grela, 2017; Gase-magha és Kowang, 2021; Guan és tsai., 2017; Benaija és Kjjiri, 2015).

A következőkben a kockázatelemzéshez kapcsolódó főbb fogalmak szakirodalmi meghatározásait fogom összegezni, és kitérek arra, hogy a keretprogramoknál ezek mivel azonosíthatóak.

A **portfólió kockázat** olyan bizonytalan esemény vagy állapot, amely bekövetkezése esetén pozitívan vagy negatívan befolyásol egy vagy több projektét és egy vagy több projekt portfólió sikerességi kritériumot (PMI, 2017).

A projekt portfólió kockázatának megjelenítésére vagy optimalizálására különböző módszereket alkalmaztak, a főbb módszerek a következők:

- Modern portfólió elmélet (Brester, Ryzhikov és Semenkin, 2017; Kettunen és Salo, 2017; Tang, Zhou és Cao, 2017; Xu és tsai., 2017; Yousefi és tsai., 2018)
- **Data Envelopment Anaysis (DEA)** (Sharifighazvini és tsai., 2018)
- **Analytical Hierarchy Process (AHP)** (Chatterjee, Hossain és Kar, 2018)
- Komplex hálózatelmélet (Wang, Zeng és Tu, 2017)
- Bayesi hálózatok (Ghasemi és tsai., 2018; Guan és tsai., 2017; Namazian és Haji Yakhchali, 2018)

A disszertációmban a modern portfólió elmélet célkitűzéseivel hasonlóan egy kompromisszumot keresek, a teljes átfutási idő, valamint a költségek és a projekt eredményét leíró mutató, a publikációs teljesítmény között.

A **kockázati források** olyan környezeti elemek, amelyek pozitív vagy negatív hatásokat, eredményeket generálnak (Tchankova, 2002). A szakirodalomban a projekt portfóliókkal kapcsolatban leginkább előforduló kockázati forrásokat a 3. táblázatban foglaltam össze.

A projekt portfólió kockázatértékelése a kockázatmenedzsment egyik eleme. Feladata, hogy azonosítsa, értékelje és számszerűsítse a **kockázati tényezőket** (Mican, Fernandes és Araújo, 2022). A kockázati tényezők azok a különböző változók, amelyek közvetlenül vagy közvetve befolyásolják vagy generálják a projekt portfólió kockázatát (Yousefi és tsai., 2018; Crouhy, Galai és Mark, 2006). Fontos jellemző,

3. táblázat. A projekt portfóliók kockázati forrásai (Saját szerkesztés (Micán, Fernandes és Araújo, 2020) alapján)

Kockázati forrás kategóriák	Kategóriák részletezése	Források
Projekt portfólió menedzsment szint	Az információk nem megfelelő összesítése és elosztása, a portfólió egyensúlyhiánya és az érintettek elégtelen kezelése.	Ghasemi és tsai., 2018 Hofman és Grela, 2015
	Konfliktusok a projektmenedzserek, a vállalat felsővezetői, az érintettek, vagy a szervezeti kultúra között.	Hofman és Grela, 2015 Drake és Byrd, 2006
	A projekt portfólió kezelési képességek hiánya	Ghasemi és tsai., 2018 Hofman és Grela, 2015 Drake és Byrd, 2006
Projekt interakciók	Erőforrások megosztása, és hiánya	Relich és Pawlewski, 2017 Ghasemi és tsai., 2018 Hofman és Grela, 2015
	A projektek egymásra épülése (programok megelőző és követő projektjei között)	Guan és tsai., 2017 Drake és Byrd, 2006
Külső körülmények	Beszállítók és szerződések	Petit és Hobbs, 2010 Sharifighazvini és tsai., 2018
	Külső feltételek, mint a normák, a versenykörnyezet, a politikák, vagy a gazdasági feltételek változásai	Chatterjee, Hossain és Kar, 2018 Petit és Hobbs, 2010 Razi és tsai., 2015 Sharifighazvini és tsai., 2018 Faezy Razi és Hooman Shariat, 2017
Szervezeti körülmények	Nem megfelelő portfólió struktúra, a vállalat vagy a portfólió szerkezeti átszervezése, belső szabályzatok változásai	Petit és Hobbs, 2010 Hofman és Grela, 2017 Drake és Byrd, 2006
	Finanszírozási források	Hofman és Grela, 2015 Chatterjee, Hossain és Kar, 2018 Razi és tsai., 2015
	A projektek és a programok paramétereinek változása	Hofman és Grela, 2015 Sharifighazvini és tsai., 2018 Petit és Hobbs, 2010
	Projekt és program életciklus-menedzsment folyamatai	Chatterjee, Hossain és Kar, 2018 Hofman és Grela, 2015 Sharifighazvini és tsai., 2018

4. táblázat. Projekt portfólió menedzsmentben megjelenő kockázatok megfeleltetése a keretprogramokban (Saját szerkesztés)

Kockázati források	Kockázati tényezők	Következmények
Projekt interakciók (3. táblázat)	<p>Projektek közti erőforrás megosztás (Bai és tsai., 2020)</p> <p>Projektek közti függőségek (Bai és tsai., 2020) (Ghasemi és tsai., 2018)</p>	<p>Sikerkritériumok teljesítése (PMI, 2017):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teljes átfutási idő növekedése - Költségcsökkentés - Publikációs teljesítmény növekedés

hogy egy projekt portfólióban foglalt valamennyi projektnek van kockázati tényezője, de bizonyos kockázati tényezők megoszlanak a projektek között, mint például a közös erőforrások esete (Bai és tsai., 2020). Bai és tsai., 2020; Ghasemi és tsai., 2018 megállapították, hogy a projektek közti függőségek is megjeleníthetőek kockázati tényezőként. Emellett találkozhatunk olyan kockázati tényezőkkel is, amelyek csak projekt portfólió szinten jelentkeznek (Hofman, Spalek és Grela, 2017; Ghasemi és tsai., 2018).

A portfólió kockázat korábban kiemelt definíciója (PMI, 2017) alapján elmondható, hogy a portfólió kockázat **következménye** annak valószínűsítő növekedése vagy - csökkenése, hogy

- a projekt portfólió sikerkritériumait, illetve
- a projektek céljait

elérje az adott szervezet (Ghasemi és tsai., 2018).

A 4. táblázatban azonosítottam, hogy a fejezetben kiemelt, projekt portfólió kockázatokhoz kapcsolódó definíciók, és az abban foglalt elemek, hogyan jelennek meg a keretprogramokkal kapcsolatban elvégzett vizsgálataimban.

A 4. táblázat is igazolja Wei és tsai., 2020 megállapítását, miszerint a projektek közötti kölcsönös függés befolyásolhatja a projekt portfóliók megvalósítása által elérhető eredményeket. A keretprogramoknál ez megtestesülhet a közös erőforrás-felhasználásban, vagy a projektek tartalmi-logikai egymásra épülésében. A keretprogramokra, mint K+F+I projekt portfóliókra levetítve mindez azt jelenti, hogy:

- Egy programban kapcsolódó projektek nagyobb tudományos eredménnyel

járhatnak, mivel a célhoz kapcsolódó projektek csoportjának központilag koordinált irányítása jobban megvalósíthatja a stratégiai célokat (Ferns, 1991). Ugyanakkor esetükben az egyedi projekteknél nagyobb időbeli kockázattal kell számolni, mivel időbeli rákövetkezés esetén a megelőző projekt késedelme valamennyi követő projekt késedelmét vonja magával.

- Ha az időben párhuzamosan futó projekteknek nincs közös célja, viszont ugyanaz a szervezet irányítja őket, akkor erőforrásaikat meg kell osztani a projektek között. Az erőforrások megosztása miatt egy-egy projekt relatív költsége alacsonyabb lehet, mint egy egyedi projekté; a szűkös erőforrások azonban késéseket okozhatnak (Fricke és Shenbar, 2000).

Disszertációmban a keretprogramoknál időbeli kockázatelemzéssel foglalkozok, mivel a határidők betartása - a finanszírozási időszak korlátja miatt - keretprogramoknál egy kardinális kérdés (Tenhunen-Lunkka és Honkanen, 2024). Emellett mindkét definiált projekt végrehajtási struktúra ösztönzése hatással van a projekt portfólió szintű átfutási időre, míg költség- és eredmény változással csak az egyes komplex struktúrák esetén számolhatunk.

2.2.6. Projekt portfóliók tervezése és ütemezése

Ha kimondottan a projekt portfóliók tervezését és ütemezését tekintjük, elmondható, hogy mivel a projekt portfólió menedzsment gyakorlatilag hídként működik a szervezetek életében a kitűzött stratégia és a megvalósítás között, a projekt portfólió tervezésnek fontos szerepe van abban, hogy segítse a vállalatokat a mindennapi tevékenységükben és egyben a fenntartható fejlődés elérésében (Heising, 2012). Ez utóbbi jellemző az elmúlt években egyre inkább szerepet kapott a K+F+I projekt portfóliókkal foglalkozó szakirodalmakban is (Salehi, Al-e, Husseini és tsai., 2022; Li, Chen és Zhang, 2022; Daneshpour, 2017).

A projekt portfólió **tervezési** folyamat során meghatározásra, vagy szükség esetén felülvizsgálatra kerülnek az elérendő célok, és ennek során a menedzsment kiválasztja a legjobb alternatívákat e célok eléréséhez (PMI, 2021). A projektek tervezése emellett segít a bizonytalanság csökkentésében, a működés hatékonyságának javításában, a projektcélok jobb megértésében, miközben alapot ad a munka ellenőrzéséhez (Kerzner, 2017).

A **projekt portfólió tervezés** folyamata Platje, Seidel és Wadman, 1994 szerint a következő lépésekből áll:

- **Akció** - A menedzsment meghatározza a prioritásokat (a projektek igényei és a döntéshozók kívánságai alapján), valamint felállítja a projekt portfólió korlátjait. Például egy **K+F+I** szervezet esetében ez magában foglalja az új termék- vagy folyamatkonceptiók kimenetével kapcsolatos célkitűzéseket, a különböző projektek közötti prioritásokat, valamint a teljes **K+F+I** költségvetést.
- **Terv** - A menedzsment által meghatározott prioritások és korlátok alapján a projekt portfólió menedzsment csapata kidolgoz egy megvalósítható tervet az erőforrások és eszközök (újra)elosztására a projektek között. A projekt portfólió terv inputjai a projektcsapatok által kidolgozott projekttervek és a rendelkezésre álló erőforrások. Amennyiben a projekt portfólió célkitűzései megvalósíthatóak a korlátokon belül, a menedzsment jóváhagyja a portfóliótervet, amely alapot ad az egyes projektek terveinek és ütemtervének engedélyezéséhez. Ha a menedzsment által meghatározott célkitűzések nem teljesíthetők, egy iteratív tárgyalási és újratervezési folyamatnak kell következnie. Ebben a folyamatban a menedzsment szerepe az, hogy tárgyaljon a különböző projektgazdák igényeiről (prioritások újbóli meghatározása), valamint felülvizsgálja az erőforráskorlátokat. A projekt portfólió menedzsment szerepe az iteratív folyamatban az alternatív megvalósítható projekt portfóliók kidolgozása.
- **Végrehajtás** - A projekt portfólió menedzsment tagjai támogatják a projekttervek és az ütemtervek végrehajtását, valamint a projektvezetőket és az osztályvezetőket az olyan problémák megoldásában, amelyek alacsonyabb szinten nem kezelhetők.
- **Ellenőrzés** - Valamennyi projekt előrehaladásának rendszeresen összesítése egy projekt portfólió előrehaladási jelentésben.
- **Akció** - A menedzsment korrekciós intézkedéseket tesz, ha a projekt-tulajdonosok megváltozott igényei, külső körülmények vagy a projekt portfólió előrehaladása ezt indokoltá teszi.

A projekt **ütemezés** a projektmenedzsment egyik ága, amelynek célja a projekt tevékenységeinek megfelelő időben való végrehajtása oly módon, hogy a projektek tevékenységeit a korlátozottan rendelkezésre álló erőforrások keretén belül végre lehessen hajtani (Villafañez és tsai., 2020). Az olyan ütemezés elérése, amelyben minden szükséges erőforrás rendelkezésre áll az adott tevékenység tervezett időpontjában, gyakran komoly kihívás elé állítja a menedzsmentet (Hartman és Briskorn, 2010). Ennek következtében mind az egyedi projekteknél, mind a multi-projekt környezetben futó projekteknél, és a projekt portfólióknál az ütemezéssel kapcsolatban egy külön kutatási területként jelent meg a **Erőforrás-korlátos (multi)projekt ütemezési probléma (RC(M)PSP)** (Herroelen, 1972). Számos kutató dolgozott ki egzakt és heurisztikus megoldásokat, emellett különféle kiterjesztéseket is vizsgáltak. Hartmann és Briskorn, 2022 áttekintést és osztályozást ad az **RC(M)PSP** legfontosabb kiterjesztéseiről, mely tanulmányban nemcsak az egyedi, hanem a multi-projekt környezetben futó projektekkel kapcsolatos ütemezési problémákra is kitér.

Laslo, 2010 szerint a projektek ütemezésével foglalkozó szakirodalom javarészt olyan ütemtervek létrehozásával foglalkozik, amelyek figyelembe véve a prioritásokat erőforráskorlátokon belül kielégíthetőek, és amely ütemtervvel elérhetőek az optimális, döntéshozói igényeknek megfelelő ütemezési célkitűzések.

Hartmann és Briskorn, 2022 kiemeli, hogy a projektek ütemezése során meghatározzák az erőforrások időbeli elosztását, egyedi projektek esetén a tevékenységek, projekt portfóliók esetén pedig a projektek és az azokban lévő tevékenységek végrehajtásához. Projekt portfólió szinten össze kell hangolni az egyes projektek időzítését a rendelkezésre álló erőforrásokkal és a stratégiai célokkal. A projekt portfólió ütemezése során a menedzsment a szervezet összes futó projektjét kezeli és prioritálja az erőforrások hatékony elosztása, és a stratégiai célok elérése érdekében (Araúzo, Pajares és Lopez-Paredes, 2010). A projekt portfóliókkal foglalkozó szakirodalomokban éppen ezért az ütemezés témája gyakran a kiválasztási technikákkal együtt szerepel, mint például (Harrison és tsai., 2022; Zorluoğlu és Kabak, 2022; Zhang és He, 2012; Song, Yang és Xia, 2019) tanulmányaiban, ugyanis az optimális projekt portfólió struktúra meghatározásához alapvető kérdés a projekt portfólió részét képező projektek kiválasztása és ütemezése.

A fentiekben kiemelt szakirodalmi meghatározások alapján a projekt portfóliók

ütemezésének feladatai:

- az erőforrások optimális, hatékony elosztása a projekt portfólióban lévő projektek között,
- a projektek közötti függőségek (időbeli ráépülés vagy teljesíthetőség) figyelembe vétele,
- a projektek prioritásainak figyelembe vétele az ütemezés során, a projektek kiválasztásának hatékony végrehajtása,
- a projektek időbeli kockázatainak számbavétele, kezelése.

A tervezhetőség, az ütemezhetőség és a sikeresség összefüggését a projekt portfólióként ábrázolt hetedik keretprogramnál a kutatási modellel szemléltető 10. ábra mutatja be.

2.2.7. Mátrixos projekttervezési technika

Disszertációmban a mátrixos projekttervezési technikát választottam a vállalati projekt portfóliók és a keretprogramok modellezésére, tervezésének és ütemezésének támogatására. A módszer főbb jellemzőit azáltal fogom dolgozatomban bemutatni, hogy hogyan fejlődött ki a módszer az évtizedek során egy projekt portfóliók tervezését és ütemezését is támogató technikává, majd kitérek arra, hogy miért ezt a technikát választottam a keretprogramok esetében.

Az 1950-es években a hálós projekttervezési eszközök, mint a [Critical Path Method \(CPM\)](#) és a [Program Evaluation and Review Technique \(PERT\)](#), kerültek a projektmenedzsment módszertani kivitelezésének középpontjába. Ezek az eszközök a 60-as években is népszerűek maradtak, különösen az építőiparban (Crawford, Pollack és England, 2006). Az 1970-es években kezdtek kiemelt figyelmet fordítani a csapatmunkára (Shenhar, 1996), valamint a rendszerkonceptiókra (Stretton, 1994). A 80-as években a hangsúly a "puhább tényezők" felé tevődött át (Kosztján, 2013), mint például a projektkockázat (Shenhar, 1996). Ezzel azonban a hálós projekttervezési eszközök már nem tudtak lépést tartani (Kosztján, 2013). Mindemellett a hagyományos építési projektek jelentősége is mindinkább visszaszorult, előtérbe kerültek az informatikai és szoftverfejlesztési projektek, amelyek hatékony menedzseléséhez újfajta módszertanra és projektmenedzsment szemléletmódra - mint a

már kifejtett rugalmas projektmenedzsment megközelítésű projekttervezés - volt szükség (Koszttyán, 2013).

Az első, hálós projekttervezési módszerek mátrixos reprezentációját említő cikkek a 60-as években jelentek meg, de kimondottan a projekttervezésre használatos módszertan kifejlesztése Steward, 1981b; Steward, 1981a nevéhez fűződik. Ennél a módszernél azonban még nem volt cél a rugalmas projektmenedzsment megközelítésű projekttervek kezelése. A továbbfejlesztett módszerekkel azonban már van lehetőség megjeleníteni két tevékenység közötti függőségi kapcsolatok szintjét (Tang és tsai., 2010; Chen, Ling és Chen, 2003), a tevékenységek végrehajtásának prioritásait, valószínűségeit, ezáltal különféle projekttervek is modellezhetők (Koszttyán és Kiss, 2010). A **Projekt Szakértői Mátrix (PEM)** módszernél pedig már nemcsak a tevékenységek közötti kapcsolatok, hanem azok végrehajtása is lehet sztochasztikus (Koszttyán, Kiss és tsai., 2010).

A módszerek kiterjesztéseit tekintve a többszemponútú mátrixos projekttervezéssel a projekttervhez egyéb adatok, például a tevékenységek költség- és erőforrásigény adatai is feltüntethetők. A többszintű mátrixos tervezési eljárásokkal pedig multi-projekt környezetben futó projektek, programok és projekt portfóliók is modellezhetők és kezelhetők (Koszttyán, 2013).

A 5. és a 6. táblázat segítségével összegeztem, hogy a szakirodalomban milyen út vezetett a hagyományos projekttervezési technikáktól az egyedi és többszintű mátrixos projekttervezésig. A táblázatokban összegzem a különféle mátrixos projekttervezési módszerek alkalmazási területeit, azok előnyeit és hátrányait.

5. táblázat. Projekttervezési módszerek összehasonlítása 1. (Saját szerkesztés (Kosztján, 2016) alapján)

Projekttervezési módszerek csoportjai	Projekttervezési módszerek	Főbb alkalmazási területek	Hiányosságok	Hivatkozások
Egyszerű projekttervezési módszerek	Gantt-diagram (sávos ütemterv)	Építési és beruházási projektek modellezésére; Megjelenítési eszköz	Nehéz velük kezelni az olyan kutatási projekteket, amelyeknek különböző kimeneteli is lehetnek	(Henry L. Gantt 1917.), (Gerald és Lechter, 2012)
	Munkalebontási diagramok (WBS)	A projektfolyamat tevékenységeinek és közöttük lévő logikai kapcsolatok meghatározásához; Projekttek nyomkövetésére; Projekt portfóliókra is alkalmazható	Elsősorban megjelenítési eszköz, a tevékenységek közötti logikai rákövetkezések meghatározására nem képes. Nem képes a projekt tevékenységeinek ütemezését, valamint erőforrás tervezését elvégezni	(Wiley, Deckro és Jr., 1998) - Programokra alkalmazták
	Megelőzési és követési listák	Háló felrajzolásához nyújt segítséget		(Sebestyén, 2002)
	Ciklogramok	Tervezési és ellenőrzési célokra; Olyan esetekben, amikor bizonyos tevékenységeket időben elfolva többször végre kell hajtani		(Burke, 2013; Browning, 2010)
	Legrövidebb út keresése	Logisztikai feladatok megoldására		(Chartrand, 1977; Dijkstra, 2022)
Gráfelméleti módszerek	Hálózatok, szűk keresztmetszetek	Anyagáramlások hálózatának reprezentálására; a szűk keresztmetszetek meghatározására; főként logisztikai területeken	Csak egyszerű (hurok- és többszörös élt nem tartalmazó) gráfok esetén alkalmazható.	(Ford és Fulkerson, 1956; Edmonds és Karp, 1972)
	Hozzárendelési feladatok	Kétfajta objektum összerendelésére (pl. erőforrástervezésnél a feladatokhoz munkaerőt lehet vele rendelni)	Súlyozatlan, irányítatlan páros gráfok esetén alkalmazható	(Hopcroft és Karp, 1973; Even és Tarjan, 1975)

A következőkben a mátrixos projekttervezési technika előnyeit fogom részletesebben kifejteni az elődjeként használt hálós projekttervezési technikához képest. Ezzel azt fogom bizonyítani, hogy miért ezt a technikát választottam disszertációm módszertani fejlesztésének kidolgozásakor. Ezek az előnyök a következők:

- A mátrixos projekttervezési módszer képes megtalálni nagyszámú projektváltozaton - és ezen belül is nagy számú projektstruktúrán - belül a legvalószínűbbet, a legrövidebb átfutási idejűt, vagy a lehető legkevesbé költséges, vagy legalacsonyabb erőforrás igényű projekttervet.
- Mátrixos projekttervezési eljárással jóval komplexebb feladatok is megoldhatók, mivel nem szükséges valamennyi potenciális alternatívát megjeleníteni a gráfban.
- Mátrixos projekttervezéssel lehetséges nemcsak a hagyományos (Kosztyán, 2013), hanem az agilis és extrém projektmenedzsment megközelítésű projektek módszertani támogatása is (Kosztyán és tsai., 2023).
- Alkalmazásukkal a végrehajtás során is lehetőségünk van átstrukturálni a projekteket.
- Számos probléma megoldása lehetővé válik vele, amire a hagyományos módszerek nem voltak képesek, mint például a körök kezelése a hálóban.
- A mátrixos projekttervezési technikával tervezett és ütemezett projektek jóval kevésbé érzékenyek a peremfeltételek, mint az idő, a költség, az erőforrás és a minőség (ami akár a vevői igényekkel is megadható) megváltozására. (Kosztyán, 2016)

Ezek az előnyök közül disszertációmiban különösen fontos szerepet kap egyrészt az optimális projekt portfólió terv megtalálása, másrészt a lehetőség a rugalmas projektmenedzsment megközelítésű projektek tervezésének és ütemezésének módszertani támogatására. Fontos kiemelni, hogy az általam is bemutatott módszerrel a fentiekben kiemelt előnyök az egyedi projekteken túl, a projekt portfóliók által a keretprogramokra is érvényesíthetők.

6. táblázat. Projekttervezési módszerek összehasonlítása 2. (Saját szerkesztés (Kosztyán, 2016) alapján)

Projekttervezési módszerek csoportjai	Projekttervezési módszerek	Főbb alkalmazási területek	Hiányosságok	Hivatkozások
Hálótervezési módszerek	Időtervezésre használt módszerek Erőforrás-tervezésre használt módszerek Költség tervezésre használt módszerek	Az egyik legerősebb projekttervezési módszer; Üzleti folyamatok és projekttervek modellezésére; Operatív feladatokra Az időtervezési módszereket ütemezési feladatokra, a költség- és erőforrás tervezési módszereket építési és beruházási projektek támogatására	Hagyományos megközelítésű projekteket támogatják, az agilis és extrém megközelítésű projekteknél felmerülő problémákat nem képesek maradéktalanul kezelni és megoldani; Stratégiai döntéseket kevésbé támogatják	(Kosztyán, 2016)
Egy- és többtényezős döntési módszerek	Egytényezős döntési problémák Többtényezős döntési problémák	Az egyes projektváltozatok rangsorolására A módszert az alapján kell megválasztani, hogy a döntéshez mennyi szempontot kell figyelembe venni A számítógépes módszerek alkalmasak mátrixok kiértékelésére	Főként nem önállóan alkalmazandó, hanem a mátrixos módszerek előzménye; (A sztochasztikus mátrixtervezési módszerekben szereplő többtényezős döntések eredményét kell felhasználni a mátrix soraiban, illetve oszlopaiban)	pl.: (Kindler és Papp, 1977)
Mátrixos projekttervezési eljárások	DSM	Rendszermodellezés; Ütemezésre Erőforrás-korlátos projekt-ütemezési problémák megoldására komplexebb feladatok kezelésére	A bináris DSM csak szigorú megelőzési kapcsolatokat kezel, nem nyújt további információt az interakció/kölcsönhatás/kapcsolat természetéről.	(Steward, 1981a)
	Numerikus mátrixtervezési módszerek	Olyan projekteknél, ahol a tevékenységek közötti rákövetkezés bizonytalan.	Nem veszi figyelembe a bizonytalan tevékenységeket, csak bizonytalan kapcsolatokat képes kezelni	(Kosztyán, Fejes és Kiss, 2008)
	Projektszakértői mátrix	Olyan projekteknél, ahol a tevékenységek megvalósítása is bizonytalan; Projekt portfóliók is modellezhetők vele; Agilis és extrém projektek módszertani támogatására; Gyakran változó projekt-környezetben az átstrukturálási lehetőségek miatt		(Kosztyán, 2013)

Az általános előnyök kihasználási lehetősége mellett a mátrixos projekttervezési technika alkalmazása mellett szólt az a jelentős kutatási tevékenység, amelyet témavezetőm folytat ezen a területen (Kosztján, Kiss és tsai., 2010; Kosztján és Kiss, 2011; Kosztján, 2012; Kosztján, 2013; Kosztján és tsai., 2014; Kosztján, 2016; Kosztján és tsai., 2023), és amely publikációk kidolgozásában magam is részt vettem (Kosztján és tsai., 2022a; Kosztján és tsai., 2022b).

A disszertációmban is alkalmazott mátrixos projekttervezési módszerekről összességében elmondható, hogy a hagyományos és rugalmas tervezési módszereket egységesítik egy rendszerben. Az alkalmazandó projekttervezési technika kiválasztásakor ez a sajátosság a rugalmasság számbavételi lehetősége miatt volt fontos. Alapvetően a hálós projekttervezési módszertan ugyanis megköveteli, hogy fix rákövetkezések legyenek. Ezek között is vannak azonban olyan fejlettebb módszerek, mint például a [Graphical Evaluation and Review Technique \(GERT\)](#) módszerek, amelyek nem követelik meg a fix rákövetkezéseket, így adnak több döntési lehetőséget, kimenetet, de akkor is meg kell előre adnunk, hogy milyen struktúra lesz, éppen ezért alkalmazásuk nem lenne elegendő kutatási célkitűzésem megvalósításához. A mátrixos módszereknél ugyanis nem feltétlenül kell előre definiálni, hogy a tevékenységek (vagy projektek) között milyen kapcsolat lesz, azokat sorosan vagy párhuzamosan hajtjuk-e végre, illetve az is lehet bizonytalan, hogy megvalósul-e az adott tevékenység (vagy projekt). Az általam választott keretprogramok esetében épp ezért kell ezt a technikát használni, mivel pontosan nem tudjuk előre meghatározni, csak becsülni tudjuk, hogy az egyes projektek között van-e tartalmi rákövetkezés, vagy nincs.

2.3. Európai Uniós keretprogramok

2.3.1. Európai Uniós keretprogramok korábbi elemzései

Az [EU](#)-s keretprogramokat a szakirodalomban különböző szempontokból vizsgálták. Ezeket az elemzéseket a 7. és a 8. táblázatokban foglaltam össze.

7. táblázat. Európai Unió keretprogramok korábbi elemzése (Saját szerkesztés)

Témakörök	Altémák	Téma kibontása	Hivatkozások
Földrajzi jellemzők, hatások	Európai kutatási térségre gyakorolt hatások	Földrajzi együttműködési hálózatok alakulásának vizsgálata	(Chessa és tsai., 2013)
	Kapcsolati hálózatok regionális fejlődésre gyakorolt hatása	<ul style="list-style-type: none"> - Területi szomszédság, földrajzi közelség fontossága - Kutatási hálózatokban való részvétel hatása a regionális innovációs tevékenységre - Interregionális tudásáramlások hatása a kutatás termelékenységére - Kapcsolati átgyűrűzések hatása a régiók közti tudás létrehozására 	(Maggioni, Nosvelli és Uberti, 2007) (Di Cagno és tsai., 2016) (Sebestyén és Varga, 2013)
Politikai kérdések	Nemzetközi és Unió szakpolitikák közti konvergencia	<ul style="list-style-type: none"> - Integráció szintjének növelése fontos EU-s szakpolitikai célkitűzés - Európai Kutatási Tanács hatásainak mérése az európai kutatásfinanszírozási környezetre - Keretprogramok hozzájárulása az EU politikai céljaihoz - Innovációs rendszerek kapcsolati hálózatának vizsgálata, modellezése és teljesítményértékelése 	(Luukkonen és Nedeva, 2010) (Luukkonen, 2014) (Calvo-Gallardo, Arranz és Arroyabe, 2021)
	Szakpolitika kialakításának logikája	<ul style="list-style-type: none"> - Európai intézmények befolyásának vizsgálata az integrációra - intézményi ellenállás - Nemzeti kutatási politikák jelentősége - Szupranacionális integráció hiányosságai - Kutatáspolitikai koordináció - Politikai és innovációs rendszerek együttfejlődése - innovációs politikák jövője 	(Banchoff, 2002) (Kuhlmann, 2001)
	Kohéziós politikák és a konvergencia hatásai	<ul style="list-style-type: none"> - Régiók relatív jövedelemszintje - Különálló területi konvergenciaklubok az EU régiói között, melyek a strukturális jellemzők alapján alakulnak ki 	(Ramajo és tsai., 2008)
	Együttműködési hálózat strukturális jellemzői	<ul style="list-style-type: none"> - Részvételt meghatározó tényezők - Részvevők stabil magja - főként egyetemektől és kutatóintézetektől - Ismételt együttműködés a résztvevők között, növekvő integráció - Hálózatok hasonló strukturális jellemzői - Innovációs rendszerek és az EU-s célok 	(Enger, 2018) (Schluga és Barber, 2008) (Fernandez de Arroyabe és tsai., 2021) (Heller-Schuh és tsai., 2011)
Keretprogram-hálózatok együttműködési struktúrája	EU kutatási politikák hatása	<ul style="list-style-type: none"> - Európai politikai és innovációs rendszerek együttfejlődése - Európai Kutatási Térség - Hálózati struktúra és a politikai célok 	(Breschi és Cusmano, 2004)
	K+F partnerségek	Partnerségek kialakulása, jellemzői	(Autant-Bernard és tsai., 2007)

8. táblázat. Európai Unió keretprogramok korábbi elemzései 2. (Saját szerkesztés)

Témakörök	Altémák	Téma kibontása	Hivatkozások
Keretprogramok résztvevői	Keretprogramokban együttműködő felek	<ul style="list-style-type: none"> - Együttműködés jellemzői az egyetemi és ipari szereplők között - Együttműködési hálózatok vizsgálata - Kulcsszereplők 	(Caloghirou, Tsakanikas és Vonortas, 2001) (Proterogerou, Caloghirou és Siokas, 2013)
	Szervezeti jellemzők	<ul style="list-style-type: none"> - Szervezeti sokszínűség és a kutatási projektek innovatív teljesítményének összefüggései - Részvételi minták a keretprogramokban - Európai politikai mechanizmusok hatása a kutatási hálózatok nemzetközi és intézményi sokszínűségére 	(Nepelski és Piroli, 2018) (Lepori és tsai., 2015) (Pandza, Wilkins és Alfoldi, 2011)
	Részvétel hatásai	<ul style="list-style-type: none"> - Harmadik fél országok részvétele - Keretprogramok hatása a regionális innovációra - Tudományos hálózatokban való részvétel hatása a tudáskészletre, gazdasági növekedésre 	(Cavallaro és Lepori, 2021) (Varga és Sebestyén, 2017) (Di Cagno, Fabrizi és Meliciani, 2014)
K+F együttműködés eredménye	Sikeres projektek aránya	<ul style="list-style-type: none"> - Konzorciumok esélyessége a finanszírozás megszerzésére - Projektkonzorciumok összetételének hatása a K+F együttműködés eredményére 	(Wanzenböck, Lata és Ince, 2020)
	Tudás létrehozása	<ul style="list-style-type: none"> - EU-s projektekből való részvétel fontos tudásátadási csatorna - Tudás létrehozása az alacsony és magas K+F ráfordítású országokban 	(Di Cagno, Fabrizi és Meliciani, 2014)
	Projektek eredménye	<ul style="list-style-type: none"> - Publikációk - Szabadalmak 	(Georghiou és tsai., 2002) (Wang és tsai., 2020) (Bruno és Kadunc, 2019)
Projektökológia	Projektek és környezetük közti kapcsolat	<ul style="list-style-type: none"> - Egy vs. több vállalat - Egyedi vs. multi-projekt környezet 	(Söderlund, 2004a)

Bár az európai keretprogramok - mint szinte minden más európai kezdeményezés - alapvetően projekt típusú szervezetek számára készültek, az ilyen szempontú elemzés ritka. Legközelebb a megcélzott kutatási területemhez Söderlund, 2004b értelmezése áll, aki tanulmányában egy olyan keretrendszert dolgozott ki a projektek osztályozására, amely két dimenziót ölel fel: "egy versus több vállalat" és "egyedi versus multi-projekt". Az alkalmazott "projektökológia" kifejezés a több céggel és párhuzamosan futó projektekkel rendelkező összefüggésekre utal, a projektek és környezetük közötti kölcsönhatásokra összpontosítva. Bár a hetedik keretprogram struktúrája projektökológiának tűnhet, ugyanakkor Söderlund, 2004b meghatározása a projektek és a szervezetek közötti kapcsolatokkal, a projektek szociológiájával, gazdaságtanával, valamint a projekteken való részvétel és a vállalatok fejlődése közötti kapcsolatokkal foglalkozik. A projektökológiák kutatása tehát a projektek és környezetük közötti kapcsolatokra irányul, nem a projektek végrehajtási struktúrájának vizsgálatára.

2.3.2. Keretprogramok célja és jellemzői

1984 óta az Európai Bizottság számos keretprogramot indított el a **K+F+I** támogatására az **EU**-n belül. Az 1980-as évek elején az első együttműködési programok főként az információs és kommunikációs technológiákra és az energiára összpontosítottak, mivel Európa ezeken a területeken veszített versenyképességéből az Egyesült Államokhoz és Japánhoz képest. Idővel az erőforrások összegyűjtésének és a képességek erősítésének prioritása a csúcstechnológiás területeken összekapcsolódott a gazdasági, társadalmi és területi kohézió elérésének szakpolitikai célkitűzéseivel (Amoroso, Coad és Grassano, 2018).

A keretprogramok fő célkitűzései az európai ipar nemzetközi versenyképességének fenntartása és növelése, valamint az állampolgárok jólétének növelése. A keretprogramok pénzügyi forrásokat különítenek el azoknak a kutatási konzorciumoknak, amelyek különböző országokból és intézményi környezetből származó partnereket vonnak be az együttműködési és kutatási projektek végrehajtására. Ezeket a konzorciumokat általában cégek (**kis- és középvállalkozások (kkv)**-k és nagyvállalatok), egyetemek, állami kutatóközpontok és kormányzati intézmények alkotják (Barajas, Huergo és Moreno, 2012).

Az általuk végzett kutatási tevékenység során nyert ismeretek a gazdasági fejlődés szempontjából kulcsfontosságú eszközök. A tudás előállítása egyre nagyobb mértékben annak a kollektív tevékenységnek az eredménye, amelyben a felek kölcsönhatásba lépnek egymással és ennek során újszerű módon egyesítik a meglévő tudást. Ezt a jellemzőt próbálják érvényesíteni a keretprogramokkal is, amelyek célja összességében a kutatási együttműködés térbeli akadályainak csökkentése (Nepelski, Van Roy és Pesole, 2019). Azonban meg kell jegyezni, hogy a szakirodalomban megkérdőjelezték a keretprogramok e célkitűzésének létjogosultságát, mivel állításuk szerint a kutatási tevékenység természeténél fogva eltörli a nemzeti korlátokat, valamint időről időre megteremti a tudás és a kutatók szabad mozgását (Nepelski, Van Roy és Pesole, 2019).

A kutatási hálózatok és különösen a keretprogramok gazdasági és társadalmi hatásai sokrétűek. Először is, a keretprogramok különösen sikeresek voltak a kisebb és periférikus közösségek bevonásában a szélesebb európai hálózatba, megerősítve ezzel az európai kutatási integrációt és kohéziót (Protogerou, Caloghirou és Siokas, 2013). Másodsor, a kutatási hálózatok hatékonyak mind a tudás, mind a technológiák létrehozása és terjesztése szempontjából, mind regionális, mind nemzetközi szinten (Lehmann és Menter, 2016). A keretprogramok emellett finanszírozást nyújtanak a magas kockázatú, bizonytalan kereskedelmi potenciállal rendelkező projektek számára, irányítják és felgyorsítják az új, piacteremtő technológiák kidolgozását és bevezetését. Fontos továbbá, hogy a keretprogramok növelik a különféle típusú, háttérrel és szereppel rendelkező szervezetek közötti kapcsolatok szintjét a gazdaságban és a társadalomban (Nepelski, Van Roy és Pesole, 2019).

A szerkezeti elemeket tekintve fontosnak tartom kiemelni, hogy valamennyi keretprogramnak van néhány közös tulajdonsága (Caracostas és Muldur, 2001):

- az EU csak korlátozott időtartamú projekteket társfinanszíroz, amelyek nemzeti szinten mobilizálnak magán- és közpénzeket,
- a hangsúly a multinacionális és többszereplős együttműködésekben van, amelyek európai szintű működésükkel hozzáadott értéket teremtenek,
- minden projektet önszerveződő konzorciumok javasolnak, és
- a finanszírozásra való kiválasztás a tudományos kiválóság és a társadalmi-

gazdasági relevancia konkrét kritériumai alapján történik.

E közös jellemzők miatt a projektek és a hálózatok idővel összehasonlíthatók (Roediger-Schluga és Barber, 2006).

2.3.3. Hetedik keretprogram célja, jellemzői és projektjei

Az Európai Unió keretprogramok közül disszertációmban a hetedik keretprogramot fogom részletesebben bemutatni, mivel dolgozatom gyakorlati részében az említett keretprogram adatait használtam fel a szimulációk és elemzések elvégzéséhez.

A hetedik keretprogramot 2006-ban fogadták el, azzal a céllal, hogy kiegészítse a lisszaboni stratégia végrehajtásához szükséges egyéb uniós kutatáspolitikai intézkedéseket. A hetedik keretprogram céljait és célkitűzéseit az Európai Parlament 1982/2006/EC határozata¹ foglalta össze, miszerint elsődleges cél, hogy hozzájáruljon ahhoz, hogy az Európai Unió a világ vezető kutatási térségévé váljon.

A hetedik keretprogramra vonatkozóan a következő célkitűzéseket határozták meg:

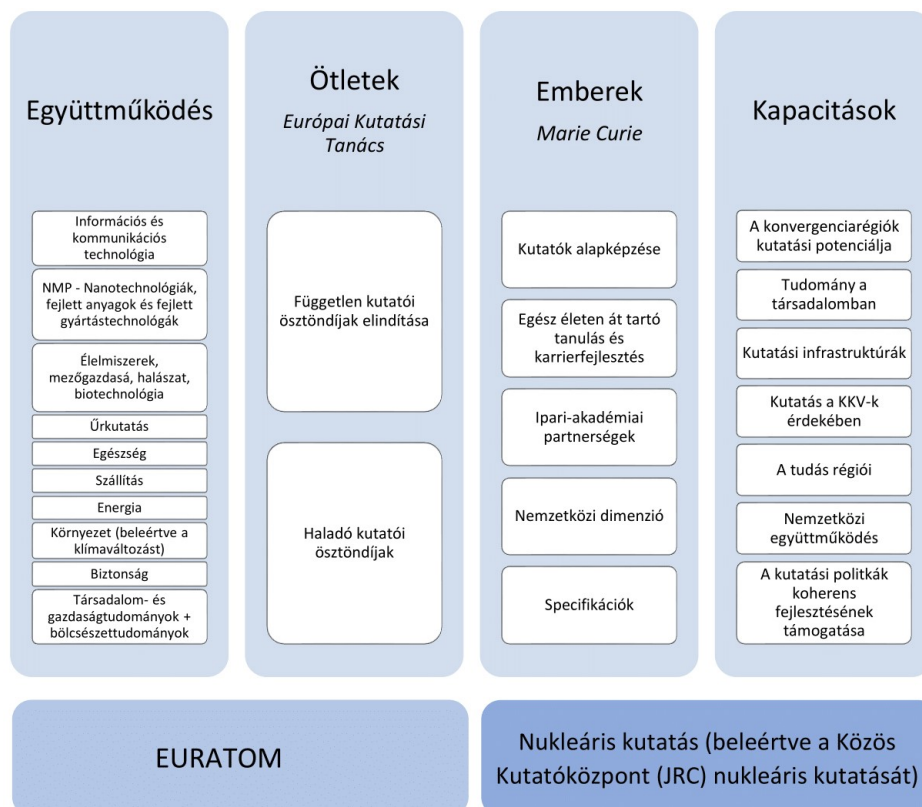
- a kiválóság előmozdítása a kutatásban,
- versenyképesség és gazdasági növekedés,
- hozzájárulás a társadalmi kihívások megoldásához,
- humán potenciál és a kutatói mobilitás erősítése,
- transznacionális kutatási együttműködés előmozdítása (Kosztján és tsai., 2022a).

A hetedik keretprogram négy program köré szerveződött, amint az a 9. ábrán látható. Az ábráról leolvashatók továbbá azok a fontos területek, amelyek kiemelt figyelmet kaptak a keretprogramhoz kapcsolódó **K+F+I** tevékenység során.

A hetedik keretprogram 4 programjának célja és főbb törekvései a következők:

- Az "Együttműködés" elnevezésű program célja, hogy határokon átnyúlva szorosabbá tegye az ipar és a kutatók közötti együttműködést, és megerősítse a

¹European Parliament (2006) Decision No 1982/2006/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Seventh Framework Programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities (2007-2013)



9. ábra. A hetedik keretprogram pillérjei és programjai (Saját szerkesztés)

közöttük lévő kapcsolatokat. A cél Európa vezető szerepének kialakítása és megerősítése a kulcsfontosságú kutatási területeken.

- Az „Ötletek” elnevezésű program célja, hogy megerősítse az európai felderítő kutatást, tehát az olyan új ismeretek feltárását, amelyek alapvetően változtatják meg az emberek világról alkotott képét és életmódját. Ennél a programnál fontos célkitűzés az európai tudományos kiválóság megerősítése a verseny és a kockázatvállalás támogatása révén.
- Az „Emberek” program jelentős pénzügyi forrásokat mozgósít annak érdekében, hogy javítsa az európai kutatók karrierlehetőségeit és minél több kiváló fiatal kutatót vonzzon a pályára. A Bizottság a képzés és a mobilitás elősegítése révén kívánja elérni, hogy az európai kutatók maximálisan kiaknázzák a bennük rejlő lehetőségeket. A program a Marie Curie-fellépések sikeréből építkezik, amelyek több éve kínálnak mobilitási és képzési lehetőségeket az európai kutatóknak.
- A „Kapacitások” program célja az, hogy a kutatókat olyan hatékony

eszközökkel ruházza fel, amelyekkel színvonalasabbá és versenyképesebbé tehetik az európai kutatást. Fokozott beruházásokra van szükség az alacsonyabb teljesítményű régiókban megvalósuló kutatási infrastruktúrák, a regionális kutatási központok létrehozása, valamint a [kkv](#)-k javára végzett kutatások terén. A programnak egyúttal tükröznie kell a nemzetközi kutatási együttműködés, valamint a tudomány társadalmi szerepének jelentőségét is. ²

Az [9.](#) ábrán látható továbbá az EURATOM és a nukleáris kutatás is, mely területek ugyancsak fontos szerepet kaptak a hetedik keretprogramban. Az ezekkel kapcsolatos kutatási tevékenység célja az atomenergia erőforrás-hatékonyságával kapcsolatos fejlesztések felgyorsítása, valamint a biztonságos teljesítmény, a sugárzás- és a radioaktív hulladékok kezelésének továbbfejlesztése.

A hetedik keretprogram felhívásaira összesen 136 000 érvényes pályázatot nyújtottak be, ebből 25 000 projektet finanszíroztak. Az összes részvétel 86 százaléka EU-s országokból származott ³.

A résztvevőket tekintve a hetedik keretprogramban hat féle szervezet típus vett részt: egyetemek, kutatási és technológiai szervezetek, nagy magánvállalkozások, [kkv](#)-k, hatóságok és egyéb szervezetek (Fresco és tsai., [2015](#)).

Az hetedik keretprogram projektek jelentős előnyökkel jártak a gazdaság és a társadalom számára azáltal, hogy olyan új folyamatokat, technológiákat és termékeket vezettek be, amelyek hozzájárultak a gazdaság erősítéséhez, az emberek életminőségének javításához, valamint a legnagyobb kihívások kezeléséhez, és a fenntartható fejlődéshez. Az alábbiakban azokat a tudományterületeket emelem ki, amelyekben jelentős eredmények születtek a hetedik keretprogram projektjei által, megjelölve, hogy hány projekt és mekkora finanszírozással érte el a kiemelt eredményeket.

- Információs és kommunikációs technológiák

– 7,9 milliárd eurót fektettek be 2328 projektbe.

²Forrás: <https://eur-lex.europa.eu/HU/legal-content/summary/seventh-framework-programme-2007-to-2013.html>

³Forrás: Commission presents its evaluation of the 7th Framework Programme for Research, 2016. január 25. Brüsszel, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hu/MEMO_16_146

- Olyan tudományos területeken történt jelentős előrelépés, mint a mesterséges intelligencia, az Internet of Things, és a kvantum számítástechnika, amelyek az innováció élvonalát képviselik.
- Egészségügy
 - 4,8 milliárd eurót fektettek be 1008 egészségügyi projektbe.
 - Olyan eredmények születtek, mint új szűrési módszerek a cukorbetegség és az Alzheimer-kór diagnosztizálására, egy hordozható PET szkenner kifejlesztése, amely három éven belül piacra került, valamint egy orális teszt az emlőrák diagnosztizálására. Emellett felgyorsult az új gyógyszerek fejlesztése Európában az autizmus és a skizofrénia új terápiás célpontjainak azonosításával.
- Energiakutatás
 - Az energiaszektorban 374 projekt kapott támogatást összesen 1,9 milliárd euró értékben.
 - A projektek témái között jelentősnek bizonyultak a megújuló energiákkal kapcsolatos kutatások, például a szél-, nap- és biomassza energia területén. Ezek a projektek hozzájárultak az anyagok teljesítményének javításához, a hidrogéntárolási megoldások fejlesztéséhez, az energiahatékonyság javításához, valamint a környezetszennyezés csökkentéséhez.
- Környezetvédelem
 - A környezetvédelem, az éghajlatváltozás és az erőforrás-hatékonyság kérdéseivel 494 projekt foglalkozott, amelyek 1,7 milliárd eurós támogatást kaptak.
 - Ezek a projektek olyan területeken valósultak meg, mint a föld megfigyelése, a fenntartható fejlődést értékelő eszközök, valamint a környezetvédelmi technológiák.
- Biztonság
 - Ezen a területen 319 projektet finanszíroztak 1,3 milliárd euró értékben.

- A program ösztönözte az európai biztonsági kutatásokat. A projektek közvetlen előnyei között szerepelt a katasztrófhelyzetek kezelése és a társadalmi hatások területén nyújtott segítség, valamint a végfelhasználók bevonása és a szabványosítási tevékenységek támogatása.
- Közlekedés
 - A témában 474 projektet finanszíroztak, összesen 1,9 milliárd euró értékben.
 - Ez a kezdeményezés segített elérni a Közlekedési Kutatás Európai Tanácsa által kitűzött kibocsátás- és zajcsökkentési célokat a légi közlekedésben.

2.3.4. Keretprogramok tudományos eredményei

A keretprogramok nyomán különféle eredmények születhetnek, nevezetesen olyan publikációk, mint tudományos cikkek, könyvek, könyvfejezetek, konferencia-előadások és -kötetek, szimpóziumok és szemináriumok, valamint disszertációk. Az EU által finanszírozott projektekhez kapcsolódó egyéb eredmények lehetnek szabadalmak, továbbfejlesztett eszközök, módszerek és technikák, új hálózatok, nemzeti és nemzetközi elismerések és doktori projektek (Tuominen és tsai., 2011; Muldur és tsai., 2006; Larédo, 1998).

Muscio, 2006 egy korai tanulmányában megállapította, hogy a keretprogramok eredménye elsősorban a publikációkkal számszerűsíthető. A tudományos publikációk és az idézettség a kutatás hatásának hosszú hagyományokkal rendelkező mutatói (Gonzalez-Brambila, Veloso és Krackhardt, 2013; Ovalle-Perandonés és tsai., 2013). Egy tudományos cikk minősége azonban nehezen mérhető, és nehezen előrejelezhető. A minőséget jelezheti a szakértői értékeléssel rendelkező és magas rangú folyóiratokban való publikálás. A keretprogramok projektjeinek többségére jellemző, hogy eredményei tartalmazznak szakmailag lektorált publikációkat (Muscio, 2006). Az azonban általánosságban elmondható, hogy mind a pályázó, mind a finanszírozó számára fontos, hogy az elnyert K+F+I projektek eredményeit magas színvonalú folyóiratban publikálják (Delanghe és Muldur, 2007).

Muscio, 2006 szerint a keretprogramok második legfontosabb eredményét az új-

vagy továbbfejlesztett eszközök, módszerek és technikák adják. Sok ilyen jellegű eredmény azonban rosszul dokumentált és gyakran előfordulnak mérési problémák.

Alternatívaként a kutatás hatásának számszerűsítésére más megközelítések a szabadalmi bejelentéseket veszik alapul (Bruno és Kadunc, 2019). Mivel azonban a szabadalmi bejelentések akár 4-5 évig is eltarthatnak, ezért nem szerepelnek a projektjelentésekben, és a szabadalom minőségét még nehezebb mérni, mint a publikációkét. Emellett az olyan publikációk, mint a szimpóziumok, szemináriumok és kollokviumok, nem feltétlenül esnek át szakértői értékelésen és megfelelő publikációs folyamatokon, amelyek elengedhetetlenek a minőség és a tudományos szigor biztosításához (Lanjouw és Schankerman, 2004). Az újabb irányzatok szélesebb perspektívát igényelnek, különösen a közfinanszírozású projektek gazdasági és társadalmi hatásait illetően (Tuominen és tsai., 2011), emellett esetükben nem állnak rendelkezésre sem kialakult mutatók, sem adatok vagy módszerek a szélesebb értelemben vett társadalmi hatás meghatározására és mérésére (Bruno és Kadunc, 2019). Másrészt az olyan kutatási eredmények, mint például az elért innovációk, a piacon elért hatások (pl. értékesítés, piaci részesedések, további elnyert beruházások, elért hatékonyságnövekedés stb.) szisztematikus gyűjtése nem megvalósítható (Bruno és Kadunc, 2019). Ezzel szemben a publikációk mérésének régi időkre visszanyúló hagyománya van (Muscio, 2006; Ovalle-Perandones és tsai., 2013; Greenhalgh és tsai., 2016; Bornmann és Mutz, 2015), emellett ezek az adatok a vonatkozó adatbázisokban általában könnyen elérhetők és meglehetősen megbízhatóak. A hetedik keretprogrammal kapcsolatban azonban minőségi adatok nem álltak rendelkezésre a [Közösségi Kutatás-fejlesztési Információs Szolgáltatás \(CORDIS\)](#) rendszerben, ezek kigyűjtési módjára a gyakorlati részben fogok bővebben kitérni.

Disszertációmban a publikációk számát tekintettem a tudományos hatás mérésének legjobb helyettesítőjének, megfelelően Muscio, 2006 fentiekben kiemelt állításának is. A fenti jellemzők miatt, és a keretprogramok által elérhető eredmények sokszínűsége és sokfélesége miatt azonban ez a változó disszertációmban, mint proxy változó értelmezendő.

Az Európai Bizottság utólagos értékelése szerint ⁴ számszerűen kifejezve a hete-

⁴Forrás: Commission presents its evaluation of the 7th Framework Programme for Research, 2016. január 25. Brüsszel, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hu/MEMO_16_146

dik keretprogramnak az alábbi tudományos eredményei születtek:

- A hetedik keretprogram finanszírozása által mintegy 170 000 publikáció íródott, amelyeknek 54 százaléka nyílt hozzáférésű. A magas rangú folyóiratokban megjelent publikációk aránya az EU átlagánál magasabb. Egyes programokban az FP7 által finanszírozott projektekből származó publikációk mintegy harmada a szakterületek legidézettebb 5 százalékába tartozik, jóval meghaladva az európai és amerikai átlagot.
- Több mint 1 700 szabadalmi bejelentés és
- több mint 7 400 kereskedelmi hasznosítás származott a jelentés közzétételéig a hetedik keretprogramból.
- Emellett a hetedik keretprogram olyan áttörő kutatásokat is támogatott, amelyek Nobel-díjakkal és Fields-érmekkel is elismerést szereztek.

Fontos azonban kiemelni ennek korlátjait és lehetséges problémáit is. Egyrészt a közép- vagy hosszú távú és szélesebb körű hatásokat tekintve nincsenek figyelembe véve azok a publikációk, amelyek a projekt lezárása, vagy a finanszírozási időszak után jelentek meg, különösen a hosszabb átfutási idejű folyóiratok esetében (Kosztján és tsai., 2022a). Másrészt, az eredményességgel kapcsolatban fennáll a tévedés lehetősége, mivel előfordulhat, hogy nagyon sok publikáció született, de ennek ellenére nem volt sikeres a projekt megvalósítása.

2.3.5. Rugalmasság a keretprogramokban

A keretprogramoknál, mivel nincs mögötte menedzsment tevékenység, az ütemezés szintjén vizsgálom a rugalmasságot, azaz meghagyom annak a lehetőségét, hogy az egyes projektpárokat sorosan, vagy párhuzamosan is végre lehessen hajtani, ezzel hagyván teret a különböző végrehajtási struktúrák arányának megváltoztatására. Elméleti oldalról közelítve, a keretprogramok egy fontos jellemzője, hogy a benne foglalt projekteket priorizálják, hasonlóan, mint egy hagyományos projekt portfólió projektjeit, mivel ezek a projektek versengenek a finanszírozási forrásokért. Támogatásukról egy bizottság dönt, emellett ha nem fogy el a pénzügyi forrás az első körben, akkor új kiírások is megjelennek. Ennek megfelelően a keretprogramokat sokkal inkább érdemes rugalmas keretrendszerrel vizsgálni, mint hagyományossal.

2.4. Keretprogramok és projekt portfóliók összehasonlítása

A keretprogram projektek szerveződésével már foglalkoztam a stratégia kialakítási típusokkal való összevetés során, ebben a fejezetben a szakirodalomban fellelhető, ki-mondottan projekt portfóliókhöz kapcsolódó hasonlóságokat és különbségeket fogom kiemelni.

2.4.1. Keretprogramok, mint önszerveződő projekt portfóliók

Az EU-s keretprogramok disszertációm szempontjából egy fontos jellemzője, hogy azokat a gyakorlatban nem tervezik és nem ütemezik. A keretprogramok lényegében olyan projektek halmaza, amelyek között nincs koordináció, nincs menedzsment támogatottságuk, és a kockázatkezelés is nagyon hiányos. Erre azért érdemes felhívni a figyelmet, mivel ahogy Mikkola, 2001 is rámutatott, a párhuzamosan futó, vagy egymásra épülő, vagy egymástól független, de egy projekt portfólió részét képező K+F+I projektek projekt portfólióként való kezeléséből számos előny származhat, amelyek közül az alábbiakban azokat fogom kihangsúlyozni, melyek a keretprogramokra is érvényesek:

- könnyebbé válik a tőkebefektetés elosztásával, a projektek kiválasztásával, a prioritásokkal és a forrásallokációval kapcsolatos döntések meghozatala,
- eredményesebben feltárhatók a hiányosságok és a jövőbeni fejlesztési lehetőségek,
- felszínre kerülnek az egyes projektek relatív erősségei és gyengeségei.

A 9. táblázat segítségével összegeztem azokat a jellemzőket, amelyek azonosak egy vállalati környezetben futó projekt portfólióban és a projekt portfólióként felosztott hetedik keretprogramban. Emellett a táblázatban szerepelnek azok a különbségek is, amelyeket fontos tisztázni ennél a felosztásnál.

A 9. táblázatban kiemelt jellemzők közül fontosnak tartam kiemelni az irányítási struktúra különbözőségét, mivel ennek előnyös és hátrányos hatásaival számos kutató foglalkozott a szakirodalomban (lásd. például (Rank, 2008; Oguguo, Bodas Freitas és Genet, 2020; Pinto, 2014; Clegg és tsai., 2017; Macary és Ika, 2015)). A keretprogramoknál nincs olyan irányítási struktúra, amely felülről lefelé határozná meg

9. táblázat. Keretprogramok és projekt portfóliók összehasonlítása (Saját szerkesztés)

Projekt portfóliók		Keretprogramok
Szemponatok	Különbségek	
Irányítási struktúra	Felülről lefelé irányuló	Alulról felfelé irányuló
Portfólió menedzser	A projekt portfólió menedzsment fő feladatai: (1) a portfólió strukturálása, (2) erőforrás menedzsment, (3) a portfólió irányítása és a (4) szervezeti tanulás. A projekt portfólió menedzser a projekt portfólió menedzsmenthez kapcsolódó feladatok felelőse, mint például a kockázat menedzsmenté. (Jonas, 2010)	Nincs irányítóbizottság vagy portfólió menedzser, aki a portfólió kapacitás- és képességmenedzsment, a portfólióértékmenedzsment vagy a portfólió kockázatkezelés feladataiért felelős. (PMI, 2017)
Projektjavaslatok elfogadásának szabályai	A szervezet fizikai és pénzügyi korlátai befolyásolják, mint az egyes projektek stratégiához való hozzájárulásának mértéke; a rendelkezésre álló erőforrások mennyisége; és az egyéb korlátok és elvárások nyújtotta lehetőségek. (Archer és Ghasemzadeh, 1999)	Keretprogram általános szabályai korlátozzák
Időtartam	Korlátlan, a kitűzött stratégiai célokhoz igazodik.	A finanszírozási időszak korlátozza
Erőforrás megosztás	A benne lévő projektek ugyanazokért szűkös erőforrásokért "versenyeznek", a menedzsereknek a benne lévő projektek rangsorolásakor a projekt és portfólió szintű erőforrás igényeket és korlátokat is figyelembe kell venniük.	A projektek és a programok nem osztják meg a forrásokat portfólió szinten, de a részt vevő szervezetek szintjén a multi-projekt környezetben párhuzamosan futó projektek között és programok keretében megoszthatják a szűkös forrásokat.
Szemponatok	Hasonlóságok	
Projektjavaslatok kidolgozása és jóváhagyása	A projektjavaslatok és -ötletek kidolgozása decentralizált módon történik, míg a jóváhagyás központilag valósul meg.	
Pénzügyi szponzor	Egyetlen pénzügyi szponzor van.	
Felelős személy	A keretprogramoknál lévő koordinátor, aki egyetlen kapcsolattartóként működik a résztvevők és a Bizottság között, általában felelős a pályázat általános tervezéséért, a munkát végző konzorcium kialakításáért, a folyamat ellenőrzéséért a végrehajtási szakaszban és a jelentéstételért. A koordinátor feladatkörét tekintve hasonló a projekt- vagy program menedzserhez, de szűkebb felelősségi körrel bír.	

az egységek célját és hatókörét, valamint a különböző forrásokról vagy határidőkről való döntés sem egy döntési ponton valósul meg. A hetedik keretprogramon belüli kutatási erőfeszítések valójában alulról felfelé haladnak, a kutatóközösségben uralkodó társadalmi hálózatokra alapozva (Maggioni, Nosvelli és Uberti, 2007; Maggioni és Uberti, 2009). A formális és informális hálózatok átfedése előnyökkel jár (Rank, 2008; Oguguo, Bodas Freitas és Genet, 2020), mivel ez a fajta hálózat tükrözi a partnerek kölcsönös ismereteit a projektekről, növeli a partnerek közötti bizalmat (Coleman, 1988) és erősíti a harmadik felek közti kapcsolatokat (Burt, 2008; Granovetter, 1973). Emellett megkönnyíti az információáramlást és a kommunikációt (Hansen, 1999), lehetővé teszi a közös célokról való megállapodást (Provan és Kenis, 2007; Gulati, Nohria és Zaheer, 2000), és megkönnyíti az ütemtervről és az erőforrásokról való megállapodást (Larson és Wikström, 2007; Dietrich és tsai., 2010). Ezeknek az előnyöknek azonban ára van: az alulról felfelé történő erőforrás-elosztás nem feltétlenül szolgálja a támogató érdekeit, illetve nem biztos, hogy a cél elérésének leghatékonyabb módja a teljes projekt portfóliót tekintve (Pinto, 2014; Clegg és tsai., 2017; Macary és Ika, 2015).

Fontosnak tartom még kiemelni a koordinátor szerepét és annak összevetését a projekt- illetve program menedzserek feladataival. Cunningham és tsai., 2020 foglalkozik az EU keretprogram projekteket vezető projektkoordinátorok szerepének és tevékenységeinek azonosításával, valamint azok innovációs eredményekre gyakorolt hatásaival. Megállapították, hogy a projekt koordinátorok szerepe a H2020-as keretprogram alapján jóval túlmutat az eredeti célján, miszerint ők a „fő kapcsolattartó pontok a konzorcium és a Bizottság között egy adott támogatás esetében”. A projekt koordinátorok legfontosabb feladata ugyanis a tudományos vezetés biztosítása, amely szerep megnyilvánul mind a kutatási projektjavaslat kidolgozása során, mind a finanszírozott projekt végrehajtása során. Többnyire a projekt koordinátorok kezdeményeznek egy-egy kutatási projektet, összehívják a tudósokat, ipari szereplőket és az egyéb releváns partnereket, hogy hónapokig (esetenként évekig) tartó munkával fejlesszenek ki egy kutatáson alapuló projekttervet. Miután megkapják a finanszírozást, a projekt koordinátor feladata az, hogy biztosítsa a tervezett projekt sikeres megvalósítását, és hogy minden partner időben teljesítse a rájuk háruló feladatokat, a rendelkezésre álló költségvetésen belül maradva.

Összességében elmondható, hogy vannak közös felelősségi körök, azonban a projekt – és program menedzserek szélesebb feladatkörrel bírnak, mint egy keretprogram projekt koordinátora. A projekt koordinátornak azonban van egy fontos feladata, ami a projekt és program menedzserekre nem jellemző, mégpedig a „Boundary-spanning”. Ez azt jelenti, hogy a projekt koordinátoroknak képesnek kell lenniük arra, hogy összehangolják a különböző érintettek – például az önállóságra, fenntarthatóságra és szabadságra törekvő kutatók, valamint az integrációt, relevanciát és kiszámíthatóságot kereső más szereplők – néha ellentétes logikáit és perspektíváit (Adler, Elmquist és Norrgren, 2009). Vagyis a „boundary spanning” tevékenységek azért fontosak, mert lehetővé teszik a különböző területeken dolgozó egyének vagy csoportok számára, hogy együttműködjenek, közös megoldásokat találjanak a komplex problémákra, és új, innovatív ötleteket fejlesszenek ki. Ez pedig nélkülözhetetlen a keretprogram projektek eredményes megvalósításához.

Ahogy azt a 9. táblázat is mutatja, az európai keretprogramok nem ”hagyományos” projekt portfóliók, hanem ”strukturálatlan projekt portfólióknak” tekinthetjük őket. A hetedik keretprogram felépítését mindezek alapján a rendelkezésre álló adatok felhasználásával lehet rekonstruálni.

2.4.2. Keretprogramok projekt végrehajtási struktúra típusainak megfeleltetése a projekt portfólió elemeivel

Disszertációmban a keretprogram projekteket az egyedi projektek, programok valamint multi-projekt környezetben futó projektek szakirodalmi jellemzői alapján egyedi projekt-, multi-projekt-, és program végrehajtási struktúrába sorolom be. A következőkben a besoroláshoz kapcsolódó sajátosságokat, különbségeket fogom kiemelni. A besorolás szakirodalmi alapjait a 2.2.2. alfejezetben mutattam be, gyakorlati megvalósítására a 5.2.2. alfejezetben fogok kitérni.

Ahogy a projekt portfóliók szakirodalmi jellemzőinél is kiemeltem, multi-projekt környezetben az egyik legfőbb kihívás a korlátozottan rendelkezésre álló erőforrások elosztása a párhuzamosan futó projektek között. A legtöbb projektben, például építőipari projektekben, további humán vagy infrastrukturális erőforrások bevonása a munka felgyorsulásához vezet; azaz megfordítva ezt a jelenséget, az erőforrások túlterhelése késedelmet okoz. Fontos azonban, hogy a keretprogramok esetén az

ilyen jellegű erőforrások megosztása marginális. A szervezetek ugyanis az uniós finanszírozásból további személyi erőforrást alkalmazhatnak valamint infrastruktúrárt vásárolhatnak, ezzel más erőforrásokat tehermentesíthetnek a túlterhelés alól. A projektek közös, könnyen helyettesíthető erőforrásainak átfedése így nem feltétlenül jelent problémát. A kutatás-fejlesztési és innovációs projektek esetében azonban végső soron nem az egyszerű munkaerő vagy gépek túlterhelése problémás, sokkal inkább a speciális szakértelem, valamint az egyedi, speciális létesítmények rendelkezésre állása korlátozott (Hoang és Rothaermel, 2010; Hendriks, Voeten és Kroep, 1999). Ezek a kulcsfontosságú erőforrások multi-projekt környezetben futó projektek esetében rendszeresen, többszörösen túlterheltek, és nem lehet őket könnyen megsokszorozni vagy beszerezni (Jin, Sperandio és Girard, 2017; Radant, Colomo-Palacios és Stantchev, 2016). Ezért az egyidejűleg futó projektek számának növekedése szűk keresztmetszethez vezet ezeknél a kulcsfontosságú erőforrásoknál, ami a késedelmek kockázatát vonja maga után. Ez a nagy szervezetekre, például egyetemekre vagy nagy kutatóintézetekre is jellemző, mivel a kutatási projektek hasonlóképpen nem oszlanak el egyenlően valamennyi szereplőre, hanem néhány olyan személyre vagy intézményre koncentrálnak, akik messze a legnagyobb részt kezelik (Mongeon és tsai., 2016; Larivière és tsai., 2010; Madsen és Aagaard, 2020).

A keretprogramok projektjeinek szerveződésére meghatározott program struktúra azonban nem teljesen azonos a projekt menedzsmentben kialakult program fogalom tartalmi értelmezésével. A programoknál ugyanis a benne futó projektek teljesíthetősége függ egymástól, keretprogramoknál viszont az időbeli rákövetkezést, és a projektek egymás eredményeire való építését tudtam modellezni. Ez azt jelenti, hogy a követő projekt megvalósítása előtt meg kell várni, hogy a megelőző projekt eredménye részben vagy egészben megszülessen. Ez azt eredményezi, hogy ha a megelőző projekt késik, akkor az a követő projekt megvalósításában is csúszást eredményez. Mindezekon túl, mivel a hetedik keretprogramra alulról-felfelé irányuló irányítási struktúra jellemző, a hagyományos projekt portfólióknál nagyobb időbeli, erőforrásbeli és eredménybeli bonyodalmakra lehet számítani (Kosztján és tsai., 2022a).

3. Kutatási modell

Ebben a fejezetben bemutatom a kutatási célkitűzéseim és a szakirodalmi jellemzők és definíciók alapján felvázolt kutatási modellt.

3.1. Definíciók - Konceptualizálás

Kutatási modellben szereplő változók definíciói:

Tervezhetőség

Platje, Seidel és Wadman, 1994 projekttervezési folyamat leírása alapján a tervezhetőség alatt azt a képességet értem, hogy megvannak az igények, a korlátok, adotak az elvégzendő tevékenységek, (keretprogramok esetén a projektek), és ez alapján összeállítható egy projekt portfólió terv.

Ütemezhetőség

Ütemezhetőség alatt a logikai ütemterv megadási képességét értem, vagyis a tevékenységekhez, (keretprogramoknál projektekhez) időt rendelve meg tudjuk határozni a projekt portfólióban lévő projektek ütemtervét, időbeli lefutását oly módon (Hartmann és Briskorn, 2022), hogy a projektek között lévő kapcsolatok számbavételével a projekt portfólió korlátokon belül végrehajtható legyen, figyelembe véve a szűkösen rendelkezésre álló erőforrásokat is (Villafañez és tsai., 2020; Laslo, 2010).

Projekt portfólió időbeli kockázata

Az a kockázat, amely a különböző projektek ütemezéséből, időbeli elosztásából fakad, vagyis a keretprogram projekt végrehajtási struktúrák megváltoztatásának hatása a projekt portfólió szintű átfutási időre. Disszertációmban a keretprogramoknál a projektek késedelme származhat az erőforrás-túlterhelésből (multi-projekt struktúrában futó projekteknél), vagy a program struktúrában lévő megelőző projektek késedelmének teljes átfutási időre gyakorolt hatásából.

Végrehajtási struktúra

Az egyedi projekt-, multi-projekt- valamint program struktúrák projekt portfólió logikai tervében, disszertációmban a keretprogram végrehajtási struktúrájában való elosztása. Gyakorlati oldalról tekintve a keretprogramban lévő projektek időbeli, tartalombeli, volumenbeli és az azokat megvalósító szervezetek egyezősége alapján

meghatározott függősége.

Multi-projekt struktúra

A keretprogram projektek multi-projekt környezeti jellemzők alapján meghatározott logikai végrehajtási módja.

Program struktúra

A keretprogram projektek program jellemzők alapján meghatározott logikai végrehajtási módja.

Egyedi projekt struktúra

A multi-projekt környezeti - és program jellemzőkkel nem rendelkező projektek végrehajtási módja a keretprogramok projekt végrehajtási struktúrájában.

Komplex projekt végrehajtási struktúra

A multi-projekt - és program struktúrákba szerveződő keretprogram projektek halmaza.

Tagsági értékek

A keretprogram projekteket jellemző értékek, amelyek a különböző végrehajtási struktúrák szakirodalmi alapjai és a projektek jellemzői alapján kerülnek meghatározásra.

Rugalmasság

Rugalmasság alatt a projekt portfólióként ábrázolt keretprogramok végrehajtási struktúrájában lévő rugalmasságot értem, vagyis a benne foglalt projektek soros és párhuzamos végrehajtásának egyidejű számbavételi lehetőségét.

Korlátok

A projektháromszögben foglalt peremfeltételek (idő, költség, minőség) korlátjai, amelyeken belül a projekteket teljesíteni kell.

Igények

A keretprogram végrehajtási struktúrájában projekt portfólióként összekapcsolódott projektek teljes átfutási ideje, és költség igénye.

Keretprogramok eredménye

A keretprogramok eredményeit, számos kutatóhoz hasonlóan (mint például, Breschi és Malerba, 2011; Bruno és Kadunc, 2019; Defazio, Lockett és Wright, 2009), a publikációs eredményekkel, számszerűen a publikációk számával azonosítom.

Keretprogramok költségei

A keretprogram projektjeinek jelentésekben közzétett költség összege (Kosztyán és tsai., 2022a).

Keretprogramok projektjeinek időtartama

A hivatalos jelentésekben feltüntetett teljes projekt átfutási idő (Kosztyán és tsai., 2022a).

Kutatási modellen kívüli, vagy érintőlegesen használt, disszertációban megjelenő fogalmak meghatározásai:

Sikeresség

A projekt végrehajtása az idő-költség-minőség háromszög által meghatározott peremfeltételeken belül (Baker, Murphy és Fisher, 1997; Pinto és Slevin, 1988; Wateridge, 1998; Baccarini, 1999; Kerzner, 2009). Lényegében disszertációmban a sikerességet a projekt portfóliót alkotó projektek megvalósíthatóságával azonosítottam.

Sikerkritérium

A sikerkritériumok olyan változók összessége, amelyek mentén az elért siker mértékét mérni lehet (Müller és Turner, 2007; Blaskovics, 2014).

Kockázati tényezők

A kockázati tényezők azok a változók, amelyek közvetlenül vagy közvetve befolyásolják vagy generálják a projekt portfólió kockázatát (Yousefi és tsai., 2018; Crouhy, Galai és Mark, 2006).

Projekt portfólió

A projekt portfólió olyan projektek, programok és egyéb tevékenységek csoportja, amelyeket a munka hatékony irányítása és a vállalkozás stratégiai céljainak elérése érdekében kapcsolnak össze (Rajegopal, McGuin és Waller, 2007). A projektek ugyanazokat a stratégiai célokat követik és ugyanazon erőforrásokért versengenek. Ezeket a projekteket a vezetők rangsorolják stratégiai előnyök elérése érdekében (Abbasi, Ashrafi és Ghodsypour, 2020).

Egyedi projekt

Olyan egyértelműen meghatározott (Pfetzinger és Rohde, 2006; Kerzner, 2009), bizonytalansággal terhelt feladat, amely meghatározott kezdési és befejezési időpontokkal (Verzuh, 2006; Görög, 1999), valamint korlátozott erőforrásokkal és pénzügyi keretekkel határolt (Görög, 1999; Turner, 2009), és amelynek célja egy

egyedi, újszerű termék vagy szolgáltatás létrehozása (Görög, 1999; Szabó, 2012).

Program

Egy program úgy definiálható, mint az egymással összefüggő, integrált irányítás alatt álló (Cha és tsai., 2018), és egy kitűzött célhoz kapcsolódó (Patanakul és Milosevic, 2009a) projektek csoportja. A program célja stratégiai előnyök és célok elérése (Patanakul és Milosevic, 2009a).

Multi-projekt környezetben futó projektek

A multi-projekt környezetben futó projektek a fontosság, az azokhoz szükséges készségek és a sürgősség tekintetében eltérőek, a végrehajtás különböző szakaszaiban vannak (Fricke és Shenbar, 2000), a célkitűzéseket tekintve jellemzően nem függenek egymástól (Patanakul és Milosevic, 2009a), és ugyanazt az erőforrás-állományt használják Fricke és Shenbar, 2000; Yaghootkar és Gil, 2012; Laslo és Goldberg, 2008; Canonico és Söderlund, 2010.

3.2. Operacionalizálás és a kutatási modell felrajzolása

A kutatási modellben szereplő változók mérésére a dolgozatban használt jellemzőket a változók mögött, zárójelben jelölve jelenítettem meg (lásd. 10. ábra).

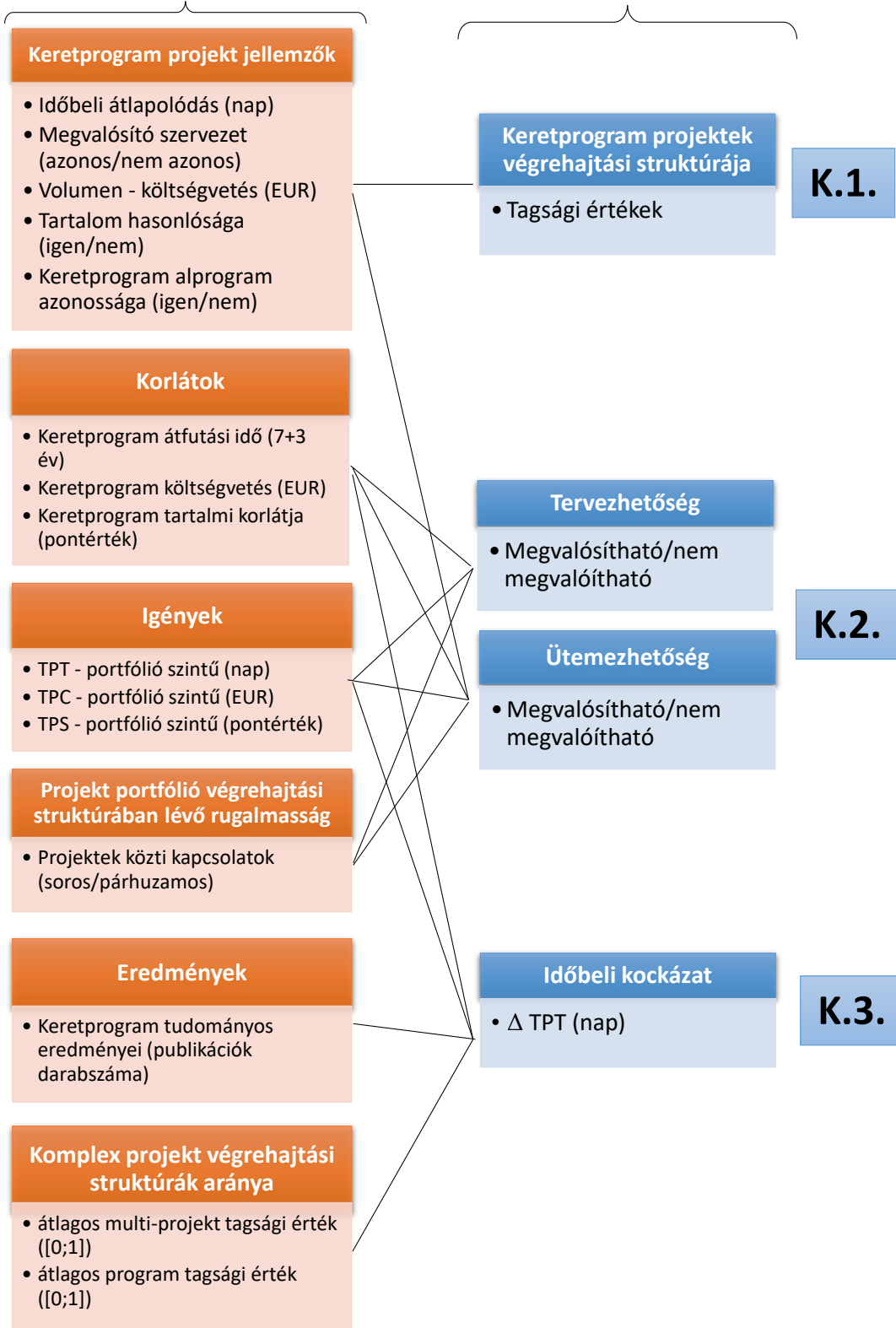
A következőkben néhány konkrét jellemzőt, sajátosságot szeretnék kiemelni a kutatási modellem vonatkozásában, és kitérek arra, hogy a szakirodalom alapján miért emeltem be az egyes változókat a modellbe.

A keretprogramok projekt végrehajtási struktúráját a keretprogramokban futó projektek szakirodalmi jellemzői alapján céloztam meg felállítani. Mindezek alapján a projekt végrehajtási struktúra magyarázó változói a projektek jellemzői, a végrehajtási struktúra pedig a 5.2.2. alfejezetben bemutatott tagsági értékekkel számszerűsíthető.

A tervezhetőség és az ütemezhetőség értékelését az alapján végeztem el, hogy a projekt portfólió a benne lévő projektek megvalósításával sikeres-e, azaz a 3.1. alfejezetben kiemelt definíció szerint megvalósítható-e korlátokon belül vagy sem. A tervezhetőség és az ütemezhetőség magyarázó változói ennek értelmében a korlátok, igények, és a projektek végrehajtási struktúrában való megvalósítási módja. Ez utóbbi azért volt indokolt a modellben, mivel ahogy a 2.2.6. alfejezetben is kiemeltem, az ütemezés egyik feladata a projektek közti függőségek figyelembe vétele.

Magyarázó/független változók

Magyarázott/függő változók



10. ábra. Kutatási modell (Saját szerkesztés)

A tervezhetőségnél pedig azért van ennek a változónak jelentősége, mivel a projekt portfólió logikai terve csak a benne lévő projektek közti kapcsolatok ismerete alapján vázolható fel. Az ütemezhetőség tekintetében ezt még egy változóval kiegészítettem. A projekt portfóliók ütemezésével kapcsolatban ugyanis a 2.2.6. alfejezetben kiemelt szakirodalmak alapján az ütemezhetőség elválaszthatatlan az erőforrások hatékony elosztásától. A keretprogramok projekt végrehajtási struktúrájában is modellezni fogom az erőforrás-megosztást. Mivel azonban a vizsgált hetedik keretprogramnál nem álltak rendelkezésemre konkrét erőforrás adatok, a párhuzamosan, egyazon szervezetnél futó projekteknél a projektek közti kapcsolatok, és a keretprogram projekt jellemzői, - mint az időbeli átlapolódás - alapján becslést adok az erőforrás-megosztásra. Ennek gyakorlati megvalósítását a 5.3.1. alfejezetben fogom bemutatni.

Az időbeli kockázatokat tekintve pedig, 3.1. alfejezetben kiemelt definíció alapján a projekt portfólió szintű átfutási idő változását vizsgáltam a projektek megvalósítási módjának megváltoztatásának hatására. Mivel arra is kíváncsi voltam, hogy az átfutási idő változása mellett hogy alakulnak a projekt portfólió szintű eredmények és költségek a köztük lévő 2.2.4. alfejezetben kifejtett kapcsolatokra hivatkozva, ezért a modellben - a 4. táblázat összegzése alapján - a harmadik kutatási kérdésben vizsgált kockázat magyarázó változói a komplex végrehajtási struktúrák aránya mellett az eredmények, az igények és a korlátok lettek.

4. Feltételezések

A szakirodalmi áttekintésben foglalt korábbi kutatási eredmények ismertetése és kutatási modellem felvázolása után, azokat alapul véve megfogalmaztam kutatási kérdéseimre adott feltételezéseimet.

K.1. Lehetséges-e az Európai Unió keretprogramok projektjeiről rendelkezésre álló adatok alapján a keretprogramok projekt végrehajtási struktúrájának modellezése?

F.1. A projekt portfóliót alkotó projektek és programok szakirodalmi jellemzői, valamint a keretprogramok projektjeiről rendelkezésre álló adatok alapján lehetséges az egyedi és komplex projekt végrehajtási struktúrák kialakítása és modellezése.

K.2. Mátrixos projekttervezési technikával elvégezhető-e az Európai Unió keretprogramok tervezése, ütemezése és kockázatelemzése?

F.2. A vállalati projekt portfóliókra is alkalmazható mátrix-alapú projekttervezési technikával elvégezhető a keretprogramok tervezése, ütemezése, és felhasználható kockázatelemzésben.

K.3. Milyen kockázati következményekkel jár a hetedik keretprogramon belüli komplex projekt végrehajtási struktúrák arányának növelése az egyedi projektekhez képest?

F.3. A hetedik keretprogramon belüli komplex projekt végrehajtási struktúrák ösztönzése fokozza keretprogram kockázati forrásainak, azaz a projekt interakciók megjelenésének mértékét, ennek következményeképpen megváltoztatja a projekt portfólió peremfeltételeit.

F.3.a. A program struktúrák arányának növelése a projektek közti eredményfüggőség miatt növeli a projekt portfólió szintű átfutási időt és az elérhető eredményeket.

F.3.b. A multi-projekt struktúrák arányának növelése az erőforrás megosztás miatt növeli a projekt portfólió szintű átfutási időt és csökkenti a költségeket.

5. Alkalmazott és továbbfejlesztett módszer bemutatása

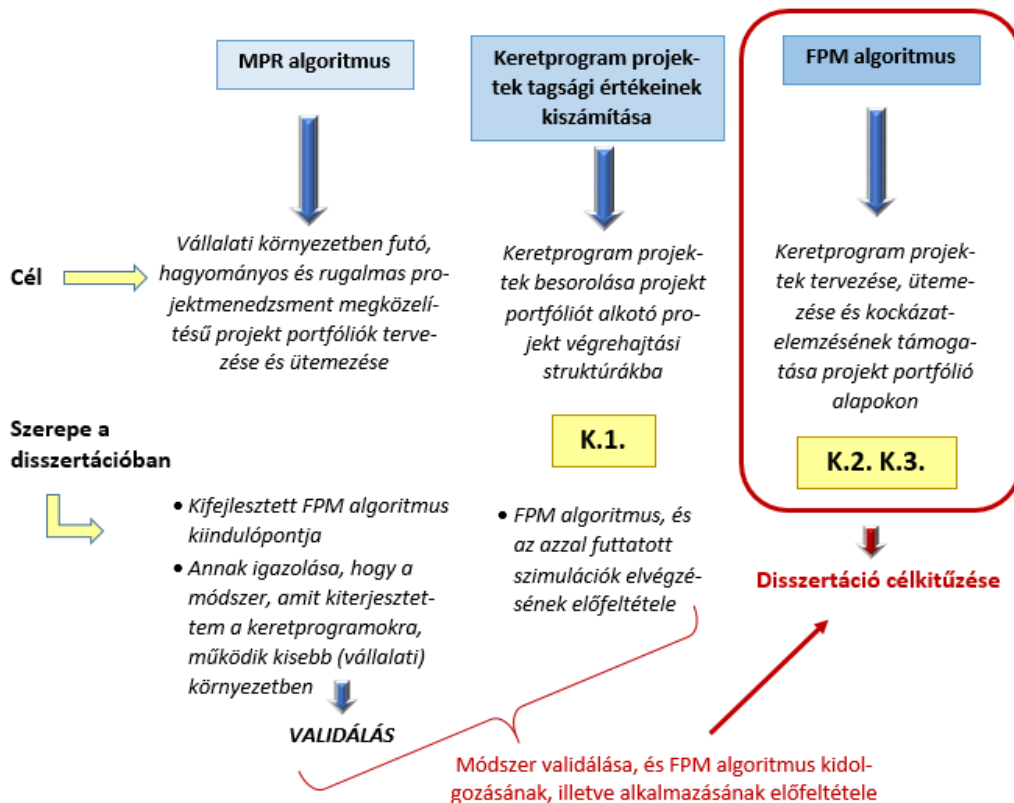
A 11. ábrán összegeztem, hogy a disszertációmban bemutatott módszereknek mi volt az összefüggése disszertációm célkitűzéseivel.

5.1. Projekt portfóliók tervezésének és ütemezésének támogatása mátrixos projekttervezési technikával

5.1.1. Az MPR algoritmus bemutatása

A szakirodalomban korábban fellelhető algoritmusok elsősorban az egyedi projektek tervezhetőségével foglalkoztak, a projekt portfóliók tervezésére - különösen a rugalmas projektmenedzsment megközelítésekre - jóval kevesebb módszer fókuszált. A disszertációmban is bemutatott MPR az első olyan algoritmus a szakirodalomban, amely képes a rugalmas tervezési technikákat projekt portfóliókra is adaptálni, ez bizonyításra került Kosztyán, 2020; Kosztyán és tsai., 2022b tanulmányokban is.

Ebben az alfejezetben tehát egy olyan módszert fogok bemutatni, amellyel hatékonyan megvalósítható - valamint a hagyományos hálós módszerekhez képest javítható - a rugalmas projektmenedzsment megközelítésű projekt portfóliók tervezése és ütemezése. A projekt portfóliók tervezhetőségét azáltal lehet a módszerrel javítani, hogy a projekt portfólió tervben figyelembe veszi a rugalmasságot, engedvén így a tevékenységeknek többfajta végrehajtási módot. Az ütemezés javítását pedig azáltal tudjuk elérni, hogy a projekt portfóliók átfutási idejét kétféle módon is lehet csökkenteni. Egyrészt lehetőség van a tevékenységek és projektek párhuzamosítására oly módon, hogy az projektek és a projekt portfólió továbbra is megfeleljen a peremfeltételeknek. Másrészt a módszer ki tudja használni a rugalmas projektmenedzsment megközelítésből adódó átstrukturálási, átütemezési lehetőségeket is. Mindezek által pedig jobban meg tudunk felelni a menedzsment által támasztott időbeli, pénzbeli és erőforrásigénybeli követelményeknek.



11. ábra. A disszertációban alkalmazott módszerek hozzájárulása az eredményekhez (Saját szerkesztés)

Az algoritmus kidolgozásának a célja tehát egy olyan mátrixalapú modell kialakítása volt, amely:

- képes hagyományos és rugalmas projektmenedzsment megközelítésű projekteket is modellezni;
- jelöli a projektek között megosztható közös erőforrásokat;
- jelöli továbbá a projektek között jelenlévő determinisztikus/sztochasztikus kapcsolatokat.

Az elvégzett kutatómunka során azt feltételeztük, hogy a fenti kritériumok alapján a kitűzött cél a PEM (Kosztján és Szalkai, 2020) kiterjesztésével érhető el. A projekt szakértői mátrix projekt portfóliókra való kiterjesztésére egy példát szemléltet a 12. ábra. A példaként bemutatott projekt portfólióban láthatóak hagyományos, agilis, és hibrid projekttervek is, amelyek között a projektek végrehajtásában, valamint a köztük lévő kapcsolatok bizonytalansága szerint tudunk különbséget tenni. Hibrid projektterv esetén ugyanis a projektben található rugalmas kapcsolatokat és tevékenység-előfordulásokat is, így több végrehajtási móddal

illetve hibrid (lásd pl. 1, 3. projekteket a 12. ábrán) megközelítésű projekteket is modellezni.

- Képes a multi-projekt környezetben futó projektek esetén gyakran fellépő közös erőforrás-igények modellezésére, ahol a projektek között logikai rákövetkezés nem feltétlenül valósul meg, vagyis végrehajtásuk általában párhuzamos (lásd: 1,4. projektek közös erőforrásait).
- Képes a projektek közötti (lehetséges) logikai kapcsolatokkal programokat is modellezni (lásd: 2-3. projektek közötti kapcsolatokat), ahol viszont a rákövetkezések miatt nem a közös erőforrások használata, hanem a rákövetkezések miatt a programok esetleges elhúzódása lehet kritikus.

Az [MPR](#) algoritmus formális leírása és lépései a függelékben olvashatók.

Disszertációmban a tervezhetőség és az ütemezhetőség javításának képességét az [MPR](#) algoritmussal - a hagyományos, sávos tervezési technikához képest - egy valós vállalati adatokon végzett esetpéldával, egy szoftverfejlesztési projekt portfólión fogom igazolni az 6.2. alfejezetben. A valós adatokon való bizonyítás mellett szimuláció is készült a tervezhetőség és ütemezhetőség hatékonyságának vizsgálatára, amelynek leírása és eredményei a 6.1. alfejezetben olvashatók. Ahogy azt a 11. ábránál is kiemeltem, a vállalati projekt portfólión végzett szimulációkat és a vállalati környezetben való alkalmazhatóság igazolását azért láttam szükségesnek, hogy a keretprogramokra kiterjesztett modell módszertani alapjának hatékonyságát bizonyítsam.

5.2. Keretprogramok végrehajtási struktúrájának feltárása

Ebben a fejezetben azzal fogok foglalkozni, hogy az olyan projektek összességét, amelyeket sosem tekintettek projekt portfóliónak, hogyan lehet projekt portfólióként modellezni. A közös pont a vállalati környezetben futó projekt portfóliókkal az, hogy mindkét esetben projektek összességére terjed ki a vizsgálat, de míg vállalati környezetben ezek a projektek szervezett módon, egy projekt portfólióban kapcsolódtak össze, úgy a keretprogramoknál nem alkalmaztak projekt portfólió menedzsment szemléletmódot a projektek tervezésekor és ütemezésekor, hanem ezek a projektek önszerveződő módon kapcsolódtak össze a közös erőforrásigények, a megelőző -

10. táblázat. Egy projekt portfólió részeként futó projektek és a keretprogramok projektjeinek összehasonlítása (Saját szerkesztés)

	Projekt portfólió környezet	Keretprogram
Egység	Tevékenység	Projekt
Kapcsolat	Tevékenységek közti rákövetkezési reláció	Lehetséges logikai kapcsolat az egyes projektek között
Struktúrák	- Egyedi projekt struktúra - Multi-projekt struktúra - Program struktúra	- Egyedi projekt struktúra - Multi-projekt struktúra - Program struktúra

és követő projektek egymásra épülése, az azokat megvalósító szervezet azonossága, vagy a közös stratégiai célkitűzések mentén.

A 10. táblázat segítségével összegeztem, hogy mi a különbség egy projekt portfólió részeként futó projektek és egy keretprogram részeként futó projektek között azok vizsgálati egysége és kapcsolódása szerint.

Ahogy azt a 10. táblázatban is kiemeltem, disszertációm ezen alfejezetében - és a módszertani újítást tárgyaló 5.3. fejezetben is - projektek kapcsolatait fogom vizsgálni. Lényegében ebben a modellben a projekt lesz az a vizsgálati egység, ami az MPR algoritmussal végzett elemzések során a tevékenység volt. A keretprogramok esetében ugyanis csak projekt információk állnak rendelkezésre, azt nem tudjuk, hogy a projekteken belül hogy lesznek végrehajtva a tevékenységek.

Összességében tehát arra a kérdésre keresem a választ, hogy ezek a projektek hogy kapcsolódnak össze, hogy vázolható fel a köztük lévő flexibilis kapcsolat. Azaz azt keresem, hogy a keretprogramok projekt információi alapján felvázolt projekthálóból hogyan tudom azonosítani, hogy mely projektek azok, amelyeket:

- multi-projekt struktúrában hajtanak végre, azaz részben vagy egészben közös szervezeti egység hajtja őket végre, és időben átlapolódnak, de nincs logikai rákövetkezés az egyes projektek között,
- program struktúrában hajtanak végre, azaz logikai rákövetkezés van a projektek között, vagy
- egyedi projekt struktúrában hajtanak végre, azaz nincs logikai rákövetkezésük egy másik projekttel, és nincs közös szervezeti egység sem.

Az egyes projekt struktúrák jellemzőire, főbb meghatározó tényezőire részletesebben ki fogok térni a távolságok (5.2.1. alfejezetben) és tagsági értékek



13. ábra. A keretprogramok végrehajtási struktúrájának kialakítási lépései (Saját szerkesztés)

(5.2.2. alfejezetben) meghatározásakor.

A keretprogramok végrehajtási struktúráját a 13. ábrán látható lépések szerint határoztuk meg, mely lépéseket a következő alfejezetekben fogok kifejteni.

5.2.1. Távolságok meghatározása a projekt struktúrák jellemzéséhez

A keretprogram projekteket a projekt portfólió struktúra szerinti osztályozáshoz a következő három projekt végrehajtási struktúra szerint soroltuk be:

- egyedi projekt struktúra,
- multi-projekt struktúra és
- program struktúra.

A projektek besorolását úgynevezett tagsági értékek számításával végeztük el (5.2.2. alfejezet), amihez szükség van a következőkben bemutatott - projektek és szervezetek közötti - távolságok meghatározására (Kosztyán és tsai., 2022a), amelyek minden esetben projektpárokra értendőek.

1. **Az átlapolódó időtartam távolsága** (d_t). Jelölje $t(p_i)$ a projekt időintervallumát p_i .

$$d_t(p_i, p_j) = 1 - \frac{t(p_i) \cap t(p_j)}{t(p_i) \cup t(p_j)}, d_t(p_i, p_j) \in [0, 1]. \quad (1)$$

$d_t = 0$, ha az adott projektek teljes átfedésben vannak, míg

$d_t = 1$ esetén a projektek időben nem fedik át egymást, azaz nincsenek párhuzamosan futó tevékenységeik.

Az egyes projekt kategóriákat tekintve elmondható, hogy a **multi-projekt környezetben futó projektek** fő kihívása az erőforrások megosztása (Zhang és He, 2012); ez azonban azt is eredményezi, hogy párhuzamos erőforrás-használat csak akkor fordulhat elő, ha a projektek időben átlapolódnak (Hans és tsai., 2007). A **programon** belüli követő projektek a megelőző projektek eredményeire építenek (Hans és tsai., 2007); ezért ebben az esetben sokkal ritkább az időbeli átfedés az egyes projektek között. Az **egyedi projektek** esetében is találkozatunk időbeni átlapolódással, de esetükben a tulajdonosi körük és tartalmuk jellemzően eltérő, emellett nem építenek egymás eredményeire sem. Mindezek értelmében a d_t távolságnak elsősorban a multi-projekt környezetben futó projektek esetén van jelentősége.

2. **Prioritás távolsága** (d_p). Jelölje $s(p_i)$ a tervezett kezdési időt $f(p_i)$ a projekt tervezett befejezési idejét p_i .

$$d_p(p_i, p_j) = \begin{cases} 1 & d_t(p_i, p_j) < 0.5 \\ 1 - \frac{\min(|f(p_i) - s(p_j)|, |f(p_j) - s(p_i)|)}{\max(|f(p_i) - s(p_j)|, |f(p_j) - s(p_i)|)} & d_t(p_i, p_j) \geq 0.5 \end{cases} \quad (2)$$

$d_p = 0$, ha a projektek azonnal követik egymást,

$d_p = 1$, ha a projektek túlnyomórészt átfedésben vannak, míg

$d_p \rightarrow 1$, ha az adott projektek időben távol vannak egymástól.

Az összefüggés jelentése d_p és d_t között:

ha $d_p = 1$ - a projektek nagyrészt átlapolódnak

ha $dt < 0.5$ - az érintett projektek időtávjának legalább a fele átlapolódik

Ez az összefüggés miatt, elméleti megfontolás alapján adtuk meg a prioritás távolság definícióban a 0,5-ös konstans értéket.

Jellemzően a **programokban** szereplő projektek időben kevésbé fedik át egymást, mivel ahhoz, hogy egy utódprojekt kihasználhassa egy elődprojekt eredményeit, leginkább az a szerencsés, ha a projektek időben követik egymást (Hans és tsai., 2007). Mivel a **multi-projekt környezetben futó projektek** időben átfedik egymást, az **egyedi projektek** pedig függetlenek egymástól, ez a távolság elsősorban a programon belüli projektpárokat jellemzi.

3. **Tulajdonosi távolság** (d_o). Jelölje $o(p_i)$ a projektben részt vevő szervezetek halmazát p_i

$$d_o(p_i, p_j) = 1 - \frac{o(p_i) \cap o(p_j)}{o(p_i) \cup o(p_j)}, d_o(p_i, p_j) \in [0, 1]. \quad (3)$$

$d_o = 0$, ha a projektek végrehajtói azonosak az adott projektpárnál, míg
 $d_o = 1$, ha nem azonos a szervezet az adott projektpárnál.

A **multi-projekt környezetben futó projektekre** jellemző, hogy a projektek közti időbeni átfedésen túl közös szervezést igényelnek, mivel ellenkező esetben az erőforrások megosztása sem hajtható végre (Cooper, Edgett és Kleinschmidt, 2000). A **programok** inkább egy közös célt (Patanakul és Milosevic, 2009a) igényelnek, mint közös szervezetet. (A közös cél a projektek céljainak és leírásainak szövegbányászataival elemezhető (lásd d_x).) Az **egyedi projektek** tulajdonlása sokféle lehet (Patanakul, 2020); ezért ez a távolság leginkább a multi-projekt környezetben futó projekteket jellemzi.

4. **Projektek volumenének távolsága** (d_v), mint például a költségvetés ($c(p_i)$).

$$d_v(p_i, p_j) = 1 - \min(c(p_i), c(p_j)) / \max(c(p_i), c(p_j)) \quad (4)$$

$d_v = 0$, ha az adott projektpár költségvetése megegyezik.

Pontosabban:

$d_v(p_i, p_j) \rightarrow 0$, ha $|c(p_i) - c(p_j)| \rightarrow 0$, és

$d_v(p_i, p_j) \rightarrow 1$, ha $|c(p_i) - c(p_j)| \rightarrow \infty$, vagy $\min(c(p_i), c(p_j)) = 0$.

Mivel a projektek hasonló volumenét főként **multi-projekt környezetben futó projekteknél** (Boyette és Fang, 2012) feltételezzük, ez a távolság leginkább az ilyen környezetben futó projekteket jellemzi.

5. **Tartalom távolsága**. Jelölje a $desc(p_i)$ leírását és a $y(p_i)$ típusát a p_i projekt keretprogram alprogramjának. Jelölje a $\cos(T, \tau)$ a T szöveg és a τ szöveg

koszinuszos hasonlóságát.

$$d_y(p_i, p_j) = \begin{cases} 0, & \text{if } y(p_i) = y(p_j) \\ 1, & \text{if } y(p_i) \neq y(p_j) \end{cases} \quad (5)$$

$$d_x(p_i, p_j) = 1 - \cos(\text{descr}(p_i), \text{descr}(p_j)) \quad (6)$$

$$d_{xy}(p_i, p_j) = d_x(p_i, p_j) \cdot d_y(p_i, p_j) \quad (7)$$

Ezután a $\cos(T, \tau)$ a következőképpen számítható ki:

$$\cos(T, \tau) = \frac{T^T \tau}{\|T\| \|\tau\|} = \frac{\sum_{i=1}^m T_i \tau_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^m T_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^m \tau_i^2}} \quad (8)$$

ahol m a **document-term matrix - dokumentum kifejezés mátrix (DTM)** (vagy DFM) által kivont tagok száma. (A **DTM** egy olyan matematikai ábrázolási forma, amely segítségével szöveges dokumentumokat numerikus adatokká lehet alakítani, így azok könnyebben feldolgozhatóak különféle elemzési algoritmusokkal ⁵.)

$d_x = 1$, ha az adott projektpár leírása megegyezik;

$d_x = 0$, ha a leírások nem hasonlók.

A d_y egy bináris érték.

$d_y = 0$, ha az adott projektpár ugyanabban a keretprogram alprogramban van, míg

a $d_y = 1$ azt jelzi, hogy az adott projektpár projektjei különböző keretprogram alprogramokban vannak.

Ez a távolság elsősorban a **programokat** jellemzi, mivel azok közös célt igényelnek a projektleírásban (Patanakul és Milosevic, 2009a). A projektek között erős tartalmi kapcsolat nem szükséges **multi-projekt környezetben futó projektek** esetén (Elonen és Artto, 2003), **egyedi projekteknél** pedig nem értelmezhető ilyen kapcsolat.

⁵Forrás: https://tankonyv.poltextlab.com/corpus_ch.html

5.2.2. Tagsági értékek meghatározása a projektek besorolásához

Az előbbieken bemutatott távolságokból kiszámítható tagsági értékek alapján az EU-s keretprogramokban lévő projektek a már említett három projekt végrehajtási struktúrába sorolhatók. Fontos kiemelni, hogy valamennyi projektre mind a három tagsági érték meg lett határozva, és ezek végeredménye alapján történt meg a projektek strukturálása. A tagsági értékek kiszámítási módja mellett azt is ki fogom hangsúlyozni, hogy mik azok a szakirodalmi definíciókból és meghatározásokból származó jellemzők, amelyek alapján az egyedi projektekre, egy program részeként vagy multi-projekt környezetben futó projektre az egyes távolságok értelmezhetőek.

A **multi-projekt tagsági érték** meghatározása Milošević és Patanakul, 2002 multi-projekt környezet definícióján alapul. *A projekt akkor tekinthető egy multi-projekt környezet részének, ha legalább egyszer átfedés van az időtartamban ($d_t \rightarrow 0$) egy másik projekttel, és a partnerek halmaza is átfedésben van ($d_o \rightarrow 0$). Ezenkívül a projektek volumenjének (azaz költségvetésének) a lehető leghasonlóbbnak kell lennie: ($d_v \rightarrow 0$).* A tartalom eltérő lehet, ezért ezt a távolságot nem vettük figyelembe multi-projekt környezetben futó projektek esetén. A multi-projekt (\mathcal{M}_m) tagsági érték - az előbbieken bemutatott távolságok alapján - a keretprogram projektjeire a következőképpen határozható meg:

$$\mathcal{M}_m(p_i) = \max_j \{(1 - d_t(p_i, p_j)) \cdot (1 - d_o(p_i, p_j)) \cdot (1 - d_v(p_i, p_j))\} \quad (9)$$

Ha $\mathcal{M}_m(p_i) = 0$, akkor a p_i nem része egy multi-projekt struktúrának, mert nincs átfedés az időtartamában egy másik projekttel, valamint a p_i projekt tulajdonosainak nincs más egyidejűleg futó projektje.

Ha a programokat tekintjük, a benne foglalt projektek erős tartalmi kapcsolatban vannak egymással. Ez a jellemző keretprogramok esetében azt jelenti, hogy ugyanabban az alprogramban kell lenniük ($d_y = 0$), leírásaikkal kapcsolatban pedig elvárt, hogy kapcsolódjanak egymáshoz ($d_x \rightarrow 0$). Az projektek végrehajtásánál fontos, hogy azok végrehajtásában rákövetkezés legyen ($d_p \rightarrow 0$), hogy a követő projekt építeni tudjon a megelőző projekt eredményeire. A szakirodalomban (Mi-

loševic és Patanakul, 2002; Miloševic, Martinelli és Waddell, 2009; Ribbers és Schoo, 2002) definíciói alapján a **program tagsági értéke** (\mathcal{M}_p) a p_i projekthez a következőképpen számítható ki:

$$\mathcal{M}_p(p_i) = \max_j \{(1 - d_p(p_i, p_j)) \cdot (1 - d_{xy}(p_i, p_j))\} \quad (10)$$

A multi-projekt- és program tagsági értékek számításával kapcsolatban fontos kiemelni, hogy egy projekt egyaránt lehet része multi-projekt és program struktúrájának is. Ennek ellenére, ha $d_p(p_i, p_j)$ magas, akkor $d_t(p_i, p_j)$ jellemzően alacsony, és fordítva. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a szigorú végrehajtási sorrend alapján egymást követő projektek között biztosan nincs átfedés, és az egymást átfedő projekteknél általában nincs elsőbbségi kapcsolat, ugyanakkor lehetnek közös erőforrásaik.

Egy projekt egyedi projektnek tekintendő, ha nem minősül multi-projekt környezetben futó projektnek, és egy program részeként megvalósított projektnek sem (Miloševic, Martinelli és Waddell, 2009). Ezért a p_i projekt **egyedi projekt tagsági értéke** ($\mathcal{M}_s(p_i)$) a multi-projekt - és program tagsági értékekből a következőképpen számítható ki:

$$\mathcal{M}_s(p_i) = 1 - \max \{\mathcal{M}_m(p_i), \mathcal{M}_p(p_i)\} \quad (11)$$

A 14. ábra összegzi, hogy a definiált távolságokból hogyan került kiszámításra az egyes projekt kategóriák tagsági értéke. Az ábra szemléletesen mutatja, hogy a projektek projekt végrehajtási struktúrákba való tartozását mely tényezők befolyásolják.

Gyakorlati oldalról tekintve a projektek besorolása a három struktúra egyikébe többféle módon is megvalósulhat. A besorolás történhet valamilyen klaszterezési eljárással, de az alapján is csoportosíthatjuk az egyes projekteket, hogy melyik számított tagsági érték a legmagasabb az adott projektnél. Dolgozatom 5.2.3. alfejezetében az egyedi projekt-, multi-projekt- és program tagsági értékek kiszámítása után a legmagasabb értékhez sorolással történt a keretprogram projektjeire leginkább jellemző projekt végrehajtási struktúra kiválasztása.

<p>Az átlapolódó időtartam távolsága (d_t). Jelölje $t(p_i)$ a projekt időintervallumát p_i.</p> $d_t(p_i, p_j) = 1 - \frac{t(p_i) \cap t(p_j)}{t(p_i) \cup t(p_j)}, d_t(p_i, p_j) \in [0, 1]. \quad (35)$	<p>Tartalom távolsága. Jelölje a $desc(p_i)$ leírását és a $y(p_i)$ típusát a p_i projekt alprogramjának. Jelölje a $\cos(T, \tau)$ a T szöveg és a τ szöveg koszinuszos hasonlóságát.</p>
<p>Prioritás távolsága (d_p). Jelölje $s(p_i)$ a tervezett kezdési időt $f(p_i)$ a projekt tervezett befejezési idejét p_i.</p> $d_p(p_i, p_j) = \begin{cases} 1 & d_t(p_i, p_j) < 0.5 \\ 1 - \frac{\min(f(p_i) - s(p_j) , f(p_j) - s(p_i))}{\max(f(p_i) - s(p_j) , f(p_j) - s(p_i))} & d_t(p_i, p_j) \geq 0.5 \end{cases} \quad (36)$	$d_y(p_i, p_j) = \begin{cases} 0, & \text{if } y(p_i) = y(p_j) \\ 1, & \text{if } y(p_i) \neq y(p_j) \end{cases} \quad (39)$ $d_x(p_i, p_j) = 1 - \cos(desc(p_i), desc(p_j)) \quad (40)$ $d_{xy}(p_i, p_j) = d_x(p_i, p_j) \cdot d_y(p_i, p_j) \quad (41)$
<p>Tulajdonosi távolság (d_o). Jelölje $o(p_i)$ a projektben részt vevő szervezetek halmazát p_i</p> $d_o(p_i, p_j) = 1 - \frac{o(p_i) \cap o(p_j)}{o(p_i) \cup o(p_j)}, d_o(p_i, p_j) \in [0, 1]. \quad (37)$	<p>Ezután a $\cos(T, \tau)$ a következőképpen számítható ki:</p> $\cos(T, \tau) = \frac{T^T \tau}{\ T\ \ \tau\ } = \frac{\sum_{i=1}^m T_i \tau_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^m T_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^m \tau_i^2}} \quad (42)$
<p>Projektek volumenének távolsága (d_v), mint például a költségvetés ($c(p_i)$).</p> $d_v(p_i, p_j) = 1 - \min(c(p_i), c(p_j)) / \max(c(p_i), c(p_j)) \quad (38)$	<p>ahol m a dokumentum kifejezés mátrix (DTM vagy DFM) által kivont tagok száma.</p>
$\mathcal{M}_s(p_i) = 1 - \max\{\mathcal{M}_m(p_i), \mathcal{M}_p(p_i)\} \quad (45)$	$\mathcal{M}_m(p_i) = \max_j \{(1 - d_t(p_i, p_j)) \cdot (1 - d_o(p_i, p_j)) \cdot (1 - d_v(p_i, p_j))\} \quad (43)$ $\mathcal{M}_p(p_i) = \max_j \{(1 - d_p(p_i, p_j)) \cdot (1 - d_{xy}(p_i, p_j))\} \quad (44)$

14. ábra. Projekt tagsági értékek meghatározása a definiált távolságok alapján (Saját szerkesztés)

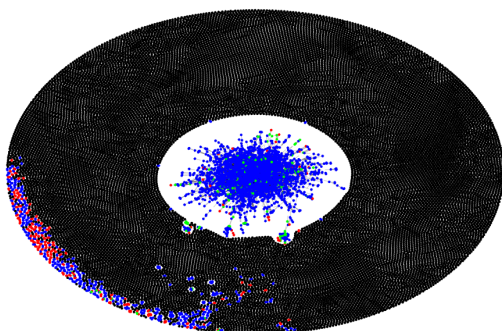
5.2.3. A hetedik keretprogram projektjeiből alkotott projekt portfólió végrehajtási struktúra ábrázolása

A 15. ábra gráfes megjelenítéssel a 7. keretprogram projektjeiből alkotott projekt portfólió struktúrát ábrázolja, ahol a csomópontok a projekteket, az élek pedig a köztük lévő kapcsolatokat (azaz függőséget és/vagy közös tulajdonosokat) jelentik.

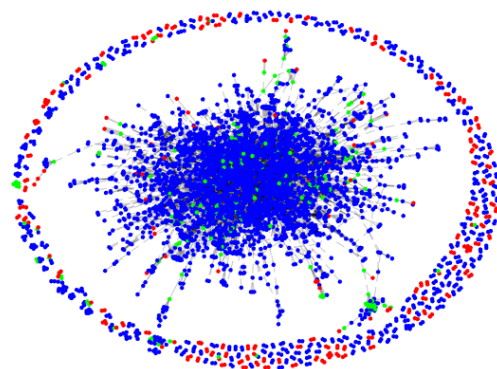
A színek jelentése a következő:

- a piros csomópontok a programok,
- a kék csomópontok a multi-projekt környezetben futó projektek,
- a zöld csomópontok az egyben multi-projekt környezetben futó projekt és program jellemzőkkel bíró projektek,
- a fekete csomópontok pedig az egyedi projektek.

Az élek multi-projekt környezetben futó projektek és programok esetén más-más jelentéssel bírnak, ugyanis más tényező jelent függőséget az érintett projektek között. A 15. ábrán multi-projekt környezetben futó projektek esetén az élek közös erőforrásokat, programok projektjei esetén a projektek közti függőségeket, rákövetkezéseket jelölik. Mivel a felvázolt projekt portfólió struktúrában a legnagyobb részt az egyedi projektek képviselik, az átláthatóság kedvéért az egyedi projektek feltüntetése nélkül is ábrázoltam a projekt portfólió projekt végrehajtási struktúráját.

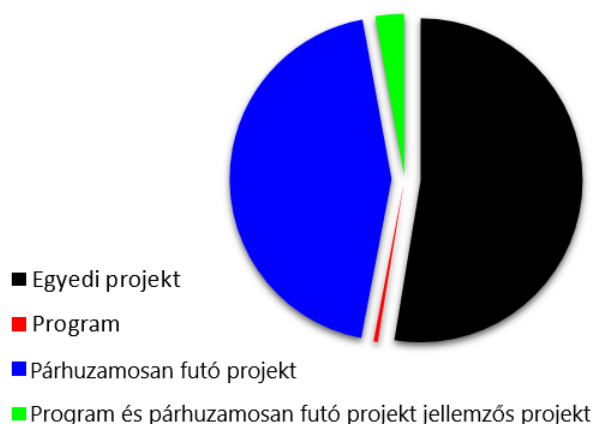


(a) A 7. keretprogramból alkotott projekt portfólió teljes szerkezete



(b) A 7. keretprogramból alkotott projekt portfólióban lévő multi-projekt és program struktúrában futó projektek struktúrája

15. ábra. A 7. keretprogram projektjeinek projekt végrehajtási struktúrája (Forrás: (Kosztyán és tsai., 2022a))



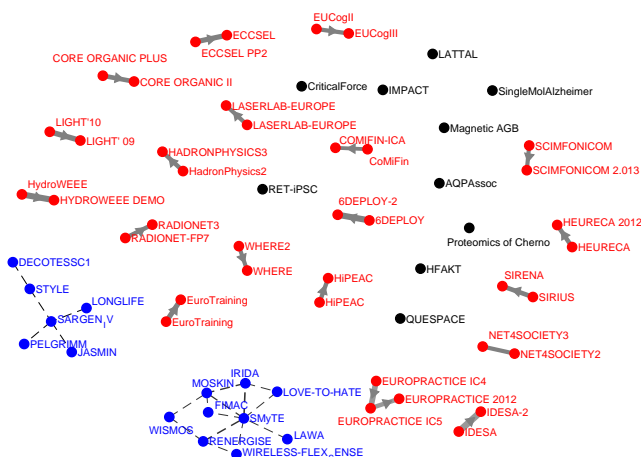
16. ábra. A 7. keretprogramból alkotott projekt portfólióban lévő projekt kategóriák megoszlása a teljes projekt portfólióban (Saját szerkesztés)

Az egyes projekt kategóriák eloszlása a teljes projekt portfólióban a következő:

- Összes projekt: 25 770 db, ebből
- Egyedi projekt: 13 555 db (fekete színnel jelölt)
- Multi-projekt környezetben futó projekt: 11 367 db (kék színnel jelölt)
- Program: 106 db (piros színnel jelölt)
- Multi-projekt környezetben - és program részeként futó projektekre is jellemző tulajdonságokkal bíró projektek: 742 db (zöld színnel jelölt)

A 16. ábrán az egyes projekt kategóriák eredeti megoszlása látható a teljes hetedik keretprogramból alkotott projekt portfólió végrehajtási struktúráján belül. Ahogy már a 5.2.2. alfejezetben kiemeltem, a projekt kategóriákba való besorolás aszerint történt, hogy melyik csoporthoz tartozó tagsági érték volt a legmagasabb. Azoknál a projekteknél, amelyek multi-projekt és program jellemzőkkel is bírnak, ezek az értékek megegyeztek. A multi-projekt és a program struktúra ugyanis teljesen nem zárja ki egymást, mert egy projekt tartalmilag épülhet egy korábban lezajlott projekt eredményeire és emellett futhat akár több másikkal együtt párhuzamosan, ugyanazon konzorcium gondozásában.

A 5.2.2. alfejezetben meghatározott tagsági értékek alapján történő projekt besorolás validálása érdekében kiválasztásra került egy projektcsoporthoz, amelyben az adott kategóriákban a legmagasabb tagsági értékű projektek szerepeltek. Ez a minta 64 projektet tartalmazott, amelyeknél manuálisan ellenőrzésre kerültek a



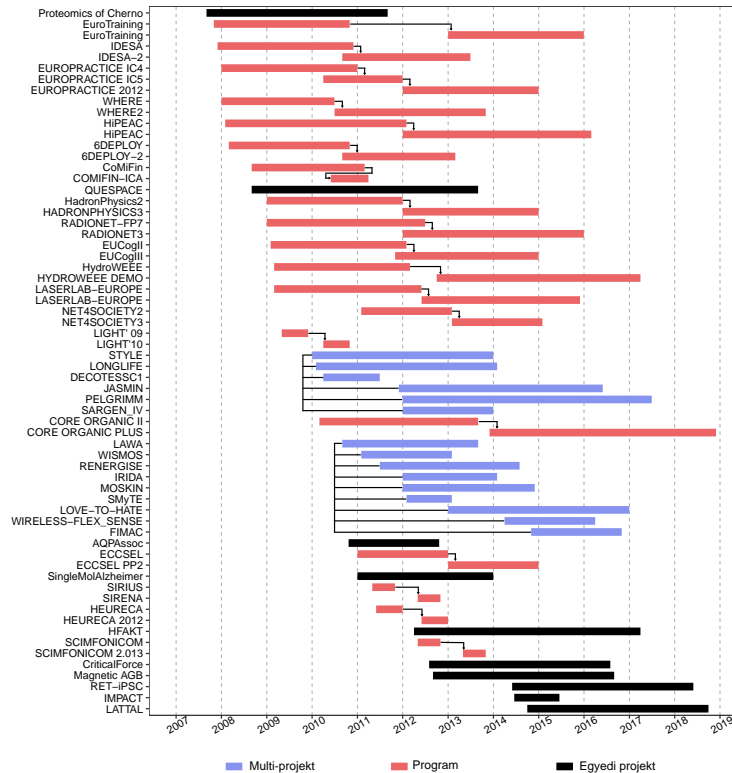
17. ábra. A mintaként választott projektek struktúrája (Forrás: (Kosztján és tsai., 2022a))

projektleírások és a tulajdonosok annak megállapítására, hogy a számított tagsági értékek a három projekt típus helyes besorolását tükrözik-e. Az ellenőrzés során megállapítottuk (Kosztján és tsai., 2022a), hogy a tagsági értékek szerinti besorolás teljes mértékben megegyezett azzal az eredménnyel, amit akkor kaptunk volna, ha a projektleírások és a tulajdonlások manuális csoportosítása alapján végeztük volna el a projektek strukturálását.

A 17. ábra a mintaként kiválasztott projektek közötti függőségeket mutatja be egy gráf segítségével, a 18. ábra pedig egy Gantt-diagramon mutatja be a függőségeket és a projektek ütemezését ugyanerre a mintára vonatkozóan.

A minta ellenőrzése - a besorolás validálásán túl - a következő megállapításokat eredményezte:

- A programok projektjeinél nemcsak a leírások, hanem a projektek betűszavai is hasonlóak. Ez a jelenség a 17. ábrán is megfigyelhető.
- A programban szereplő projektek vagy nem, vagy csak kismértékben fedik át egymást az idő múlásával (lásd a 18. ábrát).
- A multi-projekt környezetben futó projektek időben jobban átfedik egymást.
- A hetedik keretprogram korlátozott időtartama és a projektek hosszú időtartama miatt az egy programban lévő projektek száma nagyon korlátozott, és csak 2-5 projektet jelent.



18. ábra. A projekt portfólió ütemezése és a projektek közti kapcsolatok (Forrás: (Kosztján és tsai., 2022a))

- Hasonlóképpen, a programok alhálózata (lásd a piros pontokat és kapcsolataikat a 17. ábrán) jobban töredezett, mint a multi-projekt környezetben futó projektek alhálózata (lásd a kék pontokat és kapcsolataikat a 17. ábrán).

Összességében a kidolgozott tagsági értékek alapján történő projekt osztályozásról elmondható, valamint a mintaként vett projektcsoport alapján bizonyítható, hogy reprezentatívan és valósághűen elvégezhető vele egy strukturálatlan, önszerveződő módon felépülő projekt portfólió, ezáltal egy keretprogram projektjeinek projekt végrehajtási struktúrákba történő besorolása.

5.3. Az FPM algoritmus bemutatása

Ebben a fejezetben disszertációm önálló módszertani fejlesztését fogom bemutatni, amelyet az - 5. fejezetben bemutatott - MPR algoritmust illetve a keretprogramok projektjeinek projekt végrehajtási struktúrákba sorolására bemutatott módszert alapul véve, a keretprogramok kockázatelemzésének támogatására, valamint tervezhetőségének és ütemezhetőségének javítására végeztem el.

A cél összességében tehát egy olyan mátrix-alapú modell kialakítása volt, amely:

- képes keretprogramok és azok projektjeinek modellezésére;
- képes a keretprogramok végrehajtási struktúrájában a projektek közti rugalmas (determinisztikus/sztokasztikus) logikai kapcsolatok jelölésére, modellezésére;
- jelöli a projektek között megosztható közös erőforrásokat.

A disszertációm megírása során kidolgozott módszertani fejlesztést bemutató fejezetben elsőként a 5.3.1. alfejezetben kitérek arra, hogy a különböző, definiált projekt végrehajtási struktúrákat milyen módon lehet mátrixban megjeleníteni, valamint kiszámítani a benne foglalt projektek teljes átfutási idejét, annak várható értékét és kockázatát. Ezt követően a 5.3.2. alfejezetben összefoglalom a projekt portfóliók, és a keretprogramok mátrixban való megjelenítésének hasonlóságait és különbségeit. A 5.3.3. alfejezetben pedig levezetem a kidolgozott algoritmus lépéseit és formális leírását.

5.3.1. A keretprogram projektek végrehajtási struktúráinak megjelenítése és értelmezése mátrixokkal, átfutási idők és kockázatok meghatározása

A ?? fejezetben bemutattam a keretprogram projektek végrehajtási struktúrájának lehetséges változatait. Azt, hogy egy keretprogramban futó projekt mennyiben tagja egy program (\mathcal{M}_p) - vagy multi-projekt (\mathcal{M}_m) struktúrájának a 5.2.2. alfejezetben bemutatott program- és multi-projekt tagsági értékek alapján lehet megadni, melyeket a multi-projekt környezetben futó projektek és programok szakirodalomból kiválasztott definíciói alapján határoztunk meg.

Annak valószínűségét, hogy két projekt között logikai kapcsolat (egymásra épülés) van a program tagsági értékkel lehet megadni, mivel a program struktúrában jelennek meg azok a jellemzők, hogy két projekt között van-e tartalmi egyezőség illetve időbeni rákövetkezés. A program tagsági érték képlete a (\mathcal{M}_p) a p_i projekthez a következő:

$$\mathcal{M}_p(p_i) = \max_j \{(1 - d_p(p_i, p_j)) \cdot (1 - d_{xy}(p_i, p_j))\} \quad (12)$$

ahol $(1 - d_{xy}(p_i, p_j))$ a résztvevő projektek közti tartalmi egyezőség mértékét méri, $(1 - d_p(p_i, p_j))$ pedig a résztvevő projektek közti időben átfedés mértékét. Ez utóbbinál a cél, hogy az érintett projektek egymást szorosan kövessék, mert csak így valósulhat meg, hogy a projektek - egy program részeként - egymás eredményeire építenek.

Azért fontos kiemelni a program tagsági értéken keresztül annak mérési lehetőségét, hogy két projekt között van-e kapcsolat, mivel a következőkben bemutatott példán is látható lesz, hogy a projekt portfólió szintű átfutási idők és kockázatok meghatározásához a programként összekapcsolódott projektek esetében számolni kell projektek közti kapcsolat valószínűségével, azaz a program tagsági értékkel. Az általam megalkotott modell ugyanis így tudja számításba venni azt, hogy milyen mértékben tekinthetőek programnak az érintett projektek, azaz számolni tud a modell mind a soros, mind a párhuzamos végrehajtás lehetőségével. Ezáltal jelenik meg a megalkotott mátrixos modellben a projektek végrehajtási módjában rejlő rugalmasság.

A következőkben egy rövid és egyszerű példán keresztül azt fogom ismertetni, hogy hogy néz ki a fentiekben felsorolt végrehajtási struktúrák mátrixos vonulata, hogy jelennek meg a mátrixban a különböző végrehajtási struktúrákat jellemző tagsági értékek, és mindezek figyelembe vételével hogy lehet meghatározni a multi-projekt környezetben futó - vagy egy program részeként összekapcsolódott projektek együttes átfutási idejét és az ehhez kapcsolódó kockázatot.

Példaként a következő 3 alap esetet fogom mátrixban megjeleníteni, mindhárom esetben csak 2 projektet (A és B) ábrázolva:

- A és B projektet egyedi projektként, egymástól függetlenül hajtják végre,
- A és B projekt multi-projekt struktúrát alkot,
- A és B projekt program struktúrában kapcsolódik össze.

Az első esetben tehát A és B projektek egyedi projektek, azaz nem közös programban futnak, nincs közöttük időbeni és tartalmi rákövetkezés, és nem közösek az erőforrás igényeik és az azokat megvalósító szervezetek sem. Az A és B projektek egyedi projektként történő megvalósítását mutatja a 19. ábra.

Projekt megnevezése	A	B	Erőforrás igény
A	1		R1
B		1	R2
Átfutási idő	3	2	

19. ábra. Keretprogram két egymástól függetlenül, egyedi projektként futó projektjéből felvázolt mátrix (Saját szerkesztés)

Projekt megnevezése	A	B	Erőforrás igény
A	1		R1, R2
B		1	R1, R3
Átfutási idő	3	2	

20. ábra. Keretprogram két multi-projekt környezetben futó projektjéből felvázolt mátrix (Saját szerkesztés)

Az ilyen módon végrehajtott projektek átfutási ideje, annak várható értéke és kockázata a következőképpen számítható ki:

$$TPT = \max(d_A, d_B) = \max(3, 2) = 3$$

$$E(TPT) = TPT = 3$$

$$D(TPT) = 0$$

A második esetben A és B projektek multi-projekt struktúrát alkotnak, vagyis közősek az erőforrásaik, de nincs közöttük logikai kapcsolat. A multi-projekt környezetben futó projektek megjelenítését a 20. ábra mutatja. Ebben az esetben sincs az A és B projekt között kapcsolat, azonban az erőforrásigényeket mutató részmatrixból látható, hogy a két projektnek van közös erőforrásigénye.

Ha az erőforrásigényük kielégíthető, akkor az átfutási időt ugyanolyan módon lehet meghatározni, mint az egyedi projektek esetében:

$$TPT = \max(d_A, d_B) = \max(3, 2) = 3$$

$$E(TPT) = TPT = 3$$

$$D(TPT) = 0$$

Ugyanakkor multi-projekt környezetben futó projekteknel adhatunk egy késleltetési tényezőt minden projekthez, attól függően, hogy milyen mértékben bír multi-projekt jellemzőkkel, azaz mekkora a multi-projekt tagsági érték. Ennek a késleltetésnek a projektek kezdési dátumainál - a multi-projekt tagsági értékek arányában - azért van jelentősége, hogy meg tudjuk jeleníteni az erőforrás-megosztás hatását és annak mértékét.

A késleltetési tényezőt a multi-projekt környezetben futó projektekhez (Kosztyán és tsai., 2022a) tanulmányunk alapján adtam meg, ennek képlete a következő:

$$s_i^* = s_i \cdot [1 + \mathcal{M}_m(p_i)] \quad (13)$$

ahol s_i a kezdeti kezdési dátum, s_i^* a késleltetett kezdési dátum, és $\mathcal{M}_m(p_i)$ az i -edik projekt multi-projekt tagsági értéke. Mindez azt jelenti, hogy azok a projektek, amelyek erősebb multi-projekt jellemzőkkel bírtak - amelyet $\mathcal{M}_m(p_i)$ jelez - többet késtek, mivel $\mathcal{M}_m(p_i)$, (azaz a multi-projekt tagsági érték) a közös erőforrások arányát jelzi (Kosztyán és tsai., 2022a). Ezzel a képlettel tehát a multi-projekt környezetben futó projektek kezdési idejét lehet korrigálni, mindezt úgy, hogy az elsőként végrehajtandó projektet követő projekteknel számolunk a rájuk jellemző, tagsági érték alapján megadott késleltetési tényezővel.

Ebben az esetben a multi-projekt környezetben futó projektek együttes átfutási ideje a következőképpen alakul:

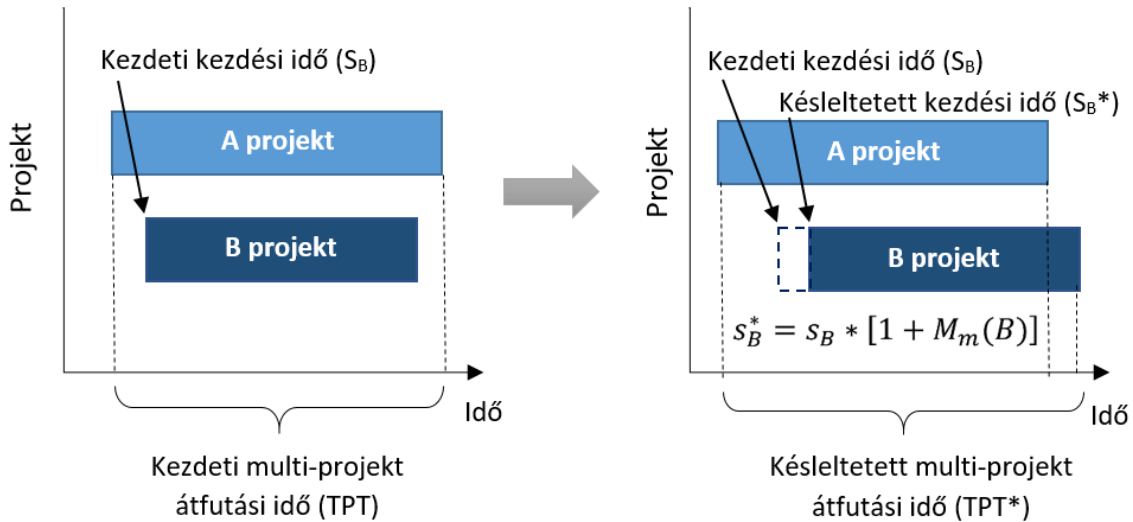
$$TPT^* = \max((d_A), (d_B + s_B^*))$$

, ahol A projekt az elsőként végrehajtandó projekt. Számszerűen a példában:

$$TPT^* = \max(3, (2 + s_B^*))$$

Amennyiben több projekt osztozna az erőforrásokon multi-projekt környezetben, valamennyi követő projekt kezdési idejét korrigálni kellene a rá jellemző késleltetési tényezővel.

A 21. ábra segítségével szemléltettem, hogy hogy jelenik meg a késleltetési tényező multi-projekt környezetben futó projektek esetén. Ennek az ábrának a szimulációk bemutatásánál is fontos szerepe lesz, ugyanis ott is számolni fogok a



21. ábra. A késedelem megjelenítése multi-projekt környezetben futó projektek esetén (Saját szerkesztés, (Kosztyán és tsai., 2022a) alapján)

Projekt megnevezése	A	B	Erőforrás igény
A	1	MVpr	R1
B		1	R2
Átfutási idő	3	2	

22. ábra. Keretprogram két programot alkotó projektjéből felvázolt mátrix (Saját szerkesztés)

fentiekben bemutatott késleltetési tényezővel.

Ugyanakkor - a várható értéket és a kockázatot tekintve - itt sincs szórás és a várható érték is ugyanaz, mint az átfutási idő (TPT).

$$E(TPT^*) = TPT^*$$

$$D(TPT^*) = 0$$

Harmadik esetben az A és B projekt egy program részeként kapcsolódik össze. Ekkor a projekteket tartalmi átfedés és időbeni rákövetkezés jellemzi. A projektek közti időben rákövetkezést a 22. ábrán látható mátrixban lévő "MVpr" érték, azaz a program tagsági érték jelzi. Az érték nagysága a mátrixban azt mutatja, hogy mekkora a valószínűsége annak, hogy a két projekt (A és B) között logikai kapcsolat van.

Program esetén az átfutási idő a következőképpen számítható ki:

$$TPT_{pr} = d_A + d_B = 3 + 2 = 5$$

Ebben az esetben azonban az átfutási idő várható értéke - ahogy a fentiekben is kiemeltem - már a tagasági értéktől függ, így kiszámítási módja a következő:

$$E(TPT_{pr}) = MV_{pr}(A, B) * (d_A + d_B) + (1 - MV_{pr}(A, B)) * (\max(d_A, d_B))$$

Tegyük fel, hogy a példában ($MV_{pr} = 0.8$), ekkor az átfutási idő várható értéke a következő:

$$E(TPT_{pr}) = 0.8 * (3 + 2) + 0.2 * (\max(3, 2)) = 4,6$$

Az átfutási időhöz kapcsolódó kockázatot pedig, mint az átlagtól való átlagos eltérést (variancianégyzetet) a következőképpen lehet meghatározni:

$$D^2(TPT_{pr}) = MV_{pr} * (TPT_{pr} - E(TPT_{pr}))^2 + (1 - MV_{pr}) * (\max(d_A, d_B) - E(TPT_{pr}))^2$$

Mindez számszerűen:

$$D^2(TPT_{pr}) = 0.8 * (5 - 4.6)^2 + 0.2 * (3 - 4.6)^2$$

$$D(TPT_{pr}) = 0.8$$

5.3.2. Keretprogramok és hagyományos projekt portfóliók mátrixos megjelenítésének összehasonlítása

A 5.3.1. alfejezetben egy egyszerű példán keresztül bemutattam, hogy a különböző projekt portfóliókhoz kapcsolódó végrehajtási struktúrák (egyedi projekt, multi-projekt struktúra, program struktúra) hogy jeleníthetők meg a keretprogramok esetén mátrixos formában, hogy lehet kiszámítani az érintett projektek teljes átfutási idejét, annak várható értékét és a hozzá kapcsolódó kockázatot. Ebben az alfejezetben részletesebben ki fogok térni arra, hogy a keretprogramokról megalkotott (projekt portfólió szintű) mátrixokban mik a vizsgálati egységek, és hogy hogy je-

lennek meg a köztük lévő kapcsolatok, és mi azok jelentése.

A 10. táblázat segítségével elméleti szinten összegeztem a hasonlóságokat és a különbözőségeket a projekt portfóliók és a keretprogramok részeként futó projektek összességének mátrixos megjelenítése és kezelése esetén azok vizsgálati egysége és kapcsolódása szerint.

A projekt portfóliók és a keretprogramok mátrixos ábrázolhatóságának összehasonlítása érdekében a 23. ábrán egy példát emeltem ki arra, hogy a keretprogramok projektjei milyen módon tudnak szerveződni, és ezeket a kapcsolatokat hogy lehet mátrixban megjeleníteni. Lényegében ez az ábra egy összegzése a 5.3.1. alfejezetben bemutatott végrehajtási struktúrák mátrixos megjelenítésének, de fontos összevetni a 5.1.1. alfejezetben szereplő 12. ábrán lévő mátrixszal, amely projekt portfóliók vizsgálati egységeit és a köztük lévő kapcsolatokat mutatja be. Ennél a résznél is fontosnak tartom kiemelni a rugalmasság értelmezésében lévő különbséget a projekt portfóliókat valamint a keretprogramokat megjelenítő mátrixok esetében.

- A projekt portfóliót reprezentáló, 12. ábrán látható mátrix esetében a rugalmasság a projektek tervezésére és menedzselésére alkalmazott projektmenedzsment megközelítésre utal, és a tevékenységek végrehajtási fontosságában és a köztük lévő kapcsolatokban jelenik meg. Ennek értelmében a mátrixon láthatóak hagyományos, agilis és hibrid projekttervek is.
- Ezzel szemben a keretprogramokat ábrázoló, 23. ábrán látható mátrix esetében a rugalmasság nem azt jelenti, hogy hagyományos, agilis vagy hibrid projektmenedzsment megközelítéssel tervezik illetve hajtják végre az érintett keretprogram projekteket, hanem azt, hogy azokat a projektpárokat, amelyek között kapcsolat van - mely kapcsolatot a projekt tagsági érték mutat - sorosan vagy párhuzamosan hajtják-e végre.

Keretprogram logikai részmatrix (LD)													Erőforrás igények (RD)											
M_k	Egyedi projekt	1. program			2. program			MP			Idő (TD)	Költség (CD)	TPR1	TPR2	TPR3	TPR4	TPR5	TPR6	TPR7	TPR8	TPR9	TPR10	TPR11	TPR12
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.														
1.	1,0											4												
2.	1,0	0,8											1											
3.	1,0	1											5											
4.	1,0													1										
5.	1,0				1,0										3						2			
6.	1,0	1													3									
7.	1,0	0,8						0,1										2						
8.	1,0	0,75																4						
9.	1,0							1,0											3					
10.	1,0								1,0							2				2				
11.	1,0																					4		
12.	1,0																						2	

23. ábra. Részlet egy keretprogram projektjeiből álló projekt portfólió matrixos megjelenítéséből (Saját szerkesztés)

A mátrixok hasonlósága, hogy a 23. ábrán látható mátrix ugyanazokból a részmatrixokból áll, mint a 12. ábrán látható, projekt portfólió tervet mutató mátrix. A logikai részmatrixban (LD) láthatóak a keretprogramból kiemelt projektek, és a köztük lévő lehetséges logikai kapcsolatok. Az átláthatóság kedvéért a projekteket jelölő sorszámok feletti sorban jelöltem, hogy az egyes projektek milyen módon kapcsolódtak össze, azaz azokat egyedi projektként, multi-projekt környezetben futó projektekként (MP), vagy programként hajtják végre.

- Az egyedi projektek a többi projekttől függetlenül zajlanak,
- a programoknál logikai kapcsolatokat találunk a benne foglalt projektek között,
- a multi-projekt környezetben futó projekteket pedig a mátrixban a projektek közti közös erőforrásigények jelzik.

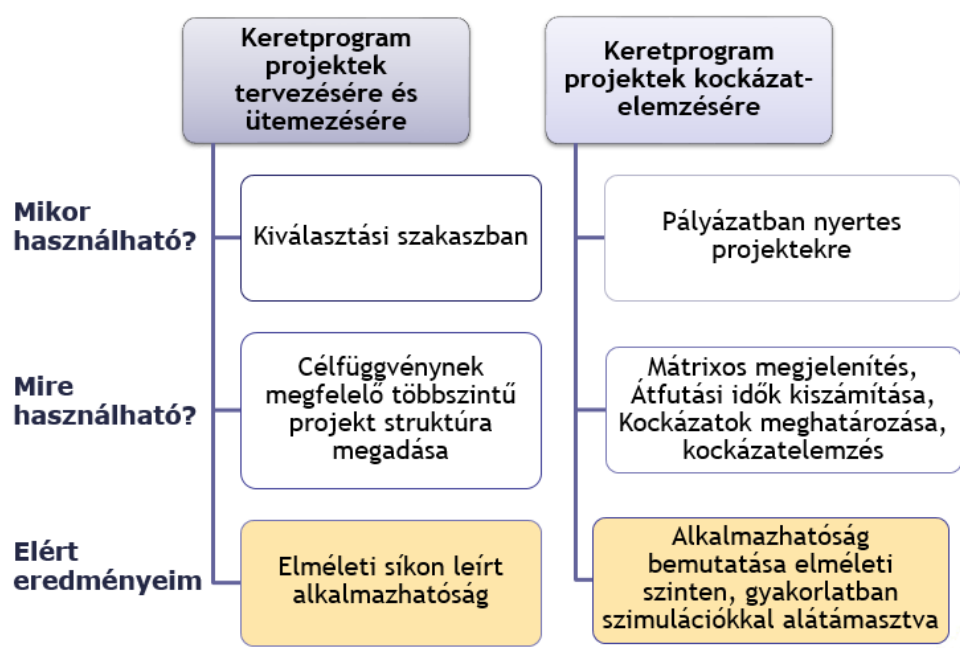
A javasolt módszer hozzáadott értéke az alkalmazott módszertani eszközöknél bemutatott MPR algoritmushoz képest abban mutatkozik meg, hogy képes nemcsak rugalmas projektmenedzsment megközelítésű projekt portfóliók modellezésére, hanem keretprogramok kockázatelemzésének támogatása mellett azok tervezésének és ütemezésének végrehajtására, amennyiben rendelkezésre állnak megfelelő időben (odaítélés előtt) az ehhez szükséges projekt információk, mint a döntéshozói preferenciák és a szükséges adatok valamennyi pályázatra benyújtott projektről.

5.3.3. Az algoritmus formális leírása

A 24. ábrán összegeztem, hogy milyen területeken, és milyen mélységben tudtam dolgozatomban felhasználni a kifejlesztett FPM algoritmust.

Az általam kidolgozott FPM modell két felhasználási lehetősége kifejtve a következő:

- **Modell felhasználása a disszertációban - keretprogramok kockázatelemzésének támogatására:** A disszertációm kidolgozásakor rendelkezésre álló adatokból a keretprogramok odaítélési szakasza utáni időszakot tudtam vizsgálni. Azaz rendelkezésre állnak a költség adatok, a projektek átfutási idejei, és azt szeretném meghatározni, hogy a konzorciumi



24. ábra. FPM algoritmus felhasználása a disszertációban (Saját szerkesztés)

kapcsolatok és egyéb jellemzők alapján mi lehetett a logikai struktúra (részletesen lsd. 5.2.1. és 5.2.2. alfejezetekben), és ezt illeszttem bele ebbe a modellbe. Az algoritmust tehát a későbbi fázishoz lehet felhasználni, a kockázatok meghatározásakor. Mindez arra a kérdésre adhat választ - melyet a 6.3. alfejezetben meg is fogok vizsgálni - hogy a logikai struktúra felvázolása után, az adatbázisokból kinyert idő és költség adatok hozzárendelését követően, mi történik akkor, ha figyelembe véve a programok közötti kapcsolatokat megváltoztatjuk a programként összekapcsolódott projektek arányát, akkor hogyan fog változni a teljes keretprogram átfutási ideje illetve annak eredménye. Szimulációkkal modellezni tudjuk azt is, hogy a multi-projekt környezetben futó projektek arányának növelésével milyen késedelmet okoz az erőforrás-túlterhelés, és ez mekkora költség növekménnyel jár. Az erőforrásokkal kapcsolatban azonban fontos néhány jellemzőt kiemelni. A rendelkezésre álló adatbázisokból csak az idő- és költség adatokat tudtuk kinyerni. Biztosan vannak erőforrás igények, projektek között megosztott erőforrások, de ezeket nem ismerjük konkrétan, így modellezni sem tudjuk. Ezért az FPM algoritmusban nem fogok a RD - "resource domain" részmatrisszal számolni. A multi-projekt környezetben futó projektek megjelenítéséhez - a végrehajtási struktúra vázolásakor - becsülni fogjuk az erőforrásokat. A

5.2.1. és 5.2.2. alfejezetekben bemutatott jellemzők alapján határozzuk meg azt, hogy hogy néz ki egy multi-projekt struktúra, és azt a gyakorlati jellemzőt vesszük alapul, hogy a multi-projekt környezetben futó projektek megosztják a rendelkezésre álló erőforrásokat (Patanakul és Milosevic, 2009a). Az erőforrásokkal kapcsolatban összességében tehát azt feltételezem, hogy maguk az erőforrások megosztása, és az hogy a párhuzamosan futó projektek mennyire bírnak multi-projekt környezeti jellemzőkkel lineáris kapcsolatban vannak. Azért van szükség erre a feltételezésre, mivel a számításaim során nem tudom konkrétan megmondani az erőforrásigényt. A multi-projekt struktúrát jellemző késleltetési tényező számbavételére egy példát szemléltet a 21. ábra.

- **Modell kiterjesztett felhasználási lehetősége - keretprogramok projektjeinek tervezésére és ütemezésére:** A modell kiterjesztett felhasználása lényegében az a meg gondolás, amit vállalati környezetben futó projekt portfólióknál az MPR algoritmussal végeztünk. Ebben az esetben ugyanis van egy projektterv, aminek van idő és költség adata, megadjuk a prioritásokat, és abból meghatározzuk a lehetséges lefutásokat, illetve meg lehet adni a célfüggvényeknek leginkább megfelelő optimális megoldásokat. Ez a fajta futtatás a választott hetedik keretprogramra disszertációm megírásakor nem volt elvégezhető, mivel nem álltak rendelkezésre az ehhez szükséges projekt adatok. Emellett ezt a modellt csak a keretprogram projektek kiválasztási, - pénzügyi forrás odaítélés előtti - fázisában lenne értelme használni, mikor valamennyi pályázatra benyújtott projekt és azok adatai számításba vehetők. Ennek ellenére a teljességre való törekvés érdekében szeretném elméleti síkon bemutatni a modell ezen felhasználási lehetőségét is.

A 11. táblázatban összegeztem az algoritmus disszertációmban használt - és kiterjesztett felhasználási lehetősége során használható - jelöléseket, és azok jelentését.

11. táblázat. Az FPM algoritmus formális leírása során használt jelölések (Saját szerkesztés)

	Modell felhasználása a disszertációban	Modell kiterjesztett felhasználási lehetősége
Felhasználási terület	Keretprogram projektek kockázat elemzésére	A keretprogram projektek kiválasztási szakaszában
Modell jelölése	\mathbb{FPM}	\mathbb{FPM}
Definíció	<p>Legyen $\mathbb{FPM} = [\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}]$ a mátrixreprezentációja a kiválasztott, megvalósított keretprogram projekttervnek, amely p projektet tartalmaz.</p> <p>Ez utóbbi esetben a modell a kiválasztási szakaszban nem volt használva, kizárólag a kiválasztott projektek tényadatai álltak rendelkezésre.</p>	<p>Legyen $\mathbb{FPM} = [\mathbf{LD}^{\prime\prime}, \mathbf{TD}^{\prime\prime}, \mathbf{CD}^{\prime\prime}]$ egy mátrixreprezentációja a kiválasztási szakaszban kiértékelt rugalmas, önszerveződő módon felépülő keretprogram projektekből álló projekt portfólió tervnek,</p> <p>$\mathbb{FPM}^{\prime} = [\mathbf{LD}^{\prime}, \mathbf{TD}^{\prime}, \mathbf{CD}^{\prime}]$ pedig egy mátrixreprezentációja a kiválasztási szakaszban pályázatra benyújtott valamennyi projektekből álló rugalmas, önszerveződő módon felépülő projekt portfólió tervnek</p>
Mátrix domainek	$\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}$	$\mathbf{LD}^{\prime\prime}, \mathbf{TD}^{\prime\prime}, \mathbf{CD}^{\prime\prime}; \mathbf{LD}^{\prime}, \mathbf{TD}^{\prime}, \mathbf{CD}^{\prime}$
Igények	$\mathbf{TPT}(\mathbb{FPM}), \mathbf{TPC}(\mathbb{FPM}), \mathbf{TPS}(\mathbb{FPM})$	$\mathbf{TPT}(\mathbb{FPM}^{\prime\prime}), \mathbf{TPC}(\mathbb{FPM}^{\prime\prime}), \mathbf{TPS}(\mathbb{FPM}^{\prime\prime})$
Korlátok	<i>Nem releváns</i>	$\mathbf{C}\text{-}\{t\}, \mathbf{C}\text{-}\{c\}, \mathbf{C}\text{-}\{s\}$
Célfüggvények	<i>Nem releváns</i>	$\mathbf{TPT}(\mathbb{FPM}^{\prime\prime}), \mathbf{TPC}(\mathbb{FPM}^{\prime\prime}), \mathbf{TPS}(\mathbb{FPM}^{\prime\prime})$
Éles határok	<i>Nem releváns</i>	$\mathbf{TPXmin}(\mathbb{FPM}) ; \mathbf{TPXmax}(\mathbb{FPM})$

Jelöljön $\mathbf{FPM} = [\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}]$ (mint Framework Precedence Matrix) egy rugalmas, önszerveződő módon felépülő, keretprogram projektekből álló projekt portfólió tervet, ahol \mathbf{FPM} egy $n \times n + 2$ mátrix három (rész) mátrixszal, és teljesülnek a következő tulajdonságok:

LD: $n \times n$ logikai (rész)mátrix, ahol $l_{A,B} = [\mathbf{LD}]_{A,B} \in \{0, 1\}$. $l_{A,B} = l_{A,B}$, ha $l_{A,B} \in \{0, 1\}$ és vagy $l_{A,B} = 1$ vagy $l_{A,B} = 0$, ha $0 < l_{A,B} < 1$.

TD: $n \times 1$ oszlopvektor (time domain), ahol $t_A = [\mathbf{TD}]_A = t_{A,\omega_A}$, és $A = 1, 2, \dots, n_A, \omega_A \in 1, 2, \dots, w, n = 1, 2, \dots, p$.

CD: $n \times 1$ oszlopvektor (cost domain), ahol $c_A = [\mathbf{CD}]_A = c_{A,\omega_A}$, és $A = 1, 2, \dots, n_A, \omega_A \in 1, 2, \dots, w, n = 1, 2, \dots, p$.

Ebben a projekt portfólió tervben a keretprogramban már elfogadott projektek adatai szerepelnek, mely projektek megvalósítását adottnak tekintjük, a megvalósítással (vagy annak mellőzésével) kapcsolatban a keretprogramok modellezésének ezen fázisában nem számolunk rugalmassággal, rugalmasság kizárólag a projektek közti kapcsolatokban jelenik meg, melyet programként összekapcsolódott projektek esetén a tagsági értékkel lehet számszerűsíteni.

Amennyiben a modell már a keretprogram projektek kiválasztási szakaszában is használva lenne, $\mathbf{FPM}'' = [\mathbf{LD}'', \mathbf{TD}'', \mathbf{CD}'']$ jelölné az \mathbf{FPM}' megvalósított/kiértékelt, keretprogram tervét, ahol \mathbf{FPM}' egy $n \times n + 2$ mátrix három (rész) mátrixszal, és ebben az esetben valamennyi pályázott projekt adat a mátrixban rendelkezésre áll. Ebben az esetben a következő tulajdonságok teljesülnek:

LD'': $n \times n$ logikai (rész)mátrix, ahol $l''_{A,B} = [\mathbf{LD}'']_{A,B} \in \{0, 1\}$. $l''_{A,B} = l'_{A,B}$, ha $l'_{A,B} \in \{0, 1\}$ és vagy $l''_{A,B} = 1$ vagy $l''_{A,B} = 0$, ha $0 < l'_{A,B} < 1$.

TD'': $n \times 1$ oszlopvektor (time domain), ahol $t''_A = [\mathbf{TD}'']_A = t'_{A,\omega_A}$, és $A = 1, 2, \dots, n_A, \omega_A \in 1, 2, \dots, w, n = 1, 2, \dots, p$.

CD'': $n \times 1$ oszlopvektor (cost domain), ahol $c''_A = [\mathbf{CD}'']_A = c'_{A,\omega_A}$, és $A = 1, 2, \dots, n_A, \omega_A \in 1, 2, \dots, w, n = 1, 2, \dots, p$.

A modell projekt kiválasztási szakaszban való használatának az lenne a célja, hogy \mathbf{FPM}' mátrixos megjelenítéssel vázolt rugalmas, önszerveződő módon felépülő, keretprogram projektekből álló projekt portfólió tervhez egy olyan optimális megvalósítást találjunk, melynek a mátrixrepresentációja \mathbf{FPM}'' , amely a definiált korlátokat nem túllépve, az adott célfüggvényre nézve a lehető legjobb megoldást adja.

Igények

Legyen $\mathbf{FPM}'' = [\mathbf{LD}'', \mathbf{TD}'', \mathbf{CD}'']$ egy mátrixrepresentációja a kiválasztási szakaszban optimalizálással kiértékelt rugalmas, önszerveződő módon felépülő, keretprogram projektekből álló projekt portfólió tervnek, $\mathbf{FPM}' = [\mathbf{LD}', \mathbf{TD}', \mathbf{CD}']$ pedig egy mátrixrepresentációja a kiválasztási szakaszban pályázatra benyújtott valamennyi projektekből álló rugalmas, önszerveződő módon felépülő projekt portfólió tervnek.

Legyen $\mathbf{FPM} = [\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}]$ pedig a mátrixrepresentációja a központilag kiválasztott, megvalósított keretprogram projekttervnek, amely p projektet tartalmaz. Ez utóbbi esetben a modell a kiválasztási szakaszban nem volt használva, kizárólag a keretprogram projektek kiértékelését és a támogatási döntést meghozók által kiválasztott projektek tényadatai álltak rendelkezésre.

Mivel egy keretprogram projektjeinek mátrixban való ábrázolása annyiban különbözik egy projekt portfólió mátrixos megjelenítésétől, hogy a mátrix sorai-ban és oszlopaiban nem tevékenységek, hanem projektek vannak, a köztük lévő kapcsolatok pedig a lehetséges logikai kapcsolatokat jelölik (lásd. 10. táblázat), ezért a keretprogramok modellezése esetén igaz, hogy $i = k$, azaz a mátrix cellái a tevékenységek helyett a projekteket jelölik, valamint igaz, hogy a diagonális felett szereplő 0 és 1 közötti értékek a projektek közti determinisztikus vagy sztochasztikus logikai kapcsolatokat mutatják, melyeket programként összekapcsolódott projektek esetén a program tagsági értékkel lehet számszerűsíteni. A modell ilyen irányú kiterjesztésének előnye, hogy a modell tevékenység szinten - mint a bemutatott MPR modell - és projekt szinten - mint a disszertációmban kiterjesztett modell - is tud működni. A modellben a projekteket A -val jelölöm.

Tegyük fel, hogy ebben az esetben $A < B \Rightarrow l''_{A,B} = 0$. Jelölje EF_A a korai

befejezését (early finish time) az A keretprogram projektnek. Jelölje továbbá a τ_{0A} a kezdő időpontját a A jelű projektnek, τ_0 pedig a kezdő időpontját a keretprogram projektjeiből álló projekt portfóliónak.

Fontosnak tartom kiemelni, hogy bár a kiszámítási módok leírásánál az egyes projektekre vonatkozó jelöléseket is feltüntettem - mint például az A -adik projekt átfutási ideje valamint költség igénye -, de mivel keretprogramok esetén tevékenység szinten nem ismerjük ezeket az adatokat - az átfutási idő és projekt költség adatok az adatbázisokból kerültek kinyerésre -, ezért csak a projektadatokból kiszámítható, projekt portfólió szintű képletek kerülnek bemutatásra.

A keretprogram projektekből álló projekt portfólióra vonatkozó értékek az alábbiak szerint adhatók meg:

TPT , azaz keretprogramok esetén projekt portfólióként összekapcsolódott projektek teljes átfutási ideje. A projekt portfólió átfutási idejét jelölje $TPT(\mathbf{FPM})$ és $TPT(\mathbf{FPM}'')$. $TPT_A(\mathbf{FPM})$ és $TPT_A(\mathbf{FPM}'')$ jelölje a A -adik projekt átfutási idejét. Keretprogramok esetén ezek az adatok adottak, nem a tevékenységek átfutási ideje alapján kerülnek kiszámításra, ezért mindkét modell felhasználási lehetőség esetén megegyeznek.

$$TPT(\mathbf{FPM}) = \max_A EF_A. \quad (14)$$

$$TPT(\mathbf{FPM}'') = \max_A EF_A. \quad (15)$$

Amennyiben csak egy-egy multi-projekt környezetben futó - vagy program keretében összekapcsolódott projektek átfutási idejeire vagyunk kíváncsiak, a kiszámítási módja a következő: Multi-projekt környezetben futó projektek esetén:

$$TPT(\mathbf{FPM}) = \max_A EF_A. \quad (16)$$

$$TPT(\mathbf{FPM}'') = \max_A EF_A. \quad (17)$$

Program részeként összekapcsolódott projektek esetén:

$$TPT(\mathbf{FPM}) = \sum_A EF_A. \quad (18)$$

$$TPT(\mathbf{FPM}^n) = \sum_A EF_A. \quad (19)$$

Teljes (közvetlen) költség - Total Project Cost (TPC) : $TPC(\mathbf{FPM})$ és $TPC(\mathbf{FPM}^n)$ jelöli a projekt portfólió teljes (közvetlen) költségét. $TPC_A(\mathbf{FPM})$ és $TPC_A(\mathbf{FPM}^n)$ jelöli az A -adik projekt teljes költségét, mely adat valamennyi nyertes projekt esetén adott, nem a tevékenységadatok alapján kerül kiszámításra.

$$TPC(\mathbf{FPM}) = \sum_A TPC_A(\mathbf{FPM}) \quad (20)$$

$$TPC(\mathbf{FPM}^n) = \sum_A TPC_A(\mathbf{FPM}^n) \quad (21)$$

A pontértékek vonatkozásában fontos kiemelni, hogy az a fajta pontérték, ami az [MPR](#) algoritmus projekt portfóliókra való alkalmazásánál számszerűsíthető volt, keretprogramoknál a disszertációmban elvégzett vizsgálatokban (azaz az [FPM](#) modell futtatásakor) nem értelmezhető, ugyanis itt nincs lehetőség a projektek elhagyására, mivel a rendelkezésre álló, felhasznált adatbázisban kizárólag a már elfogadott projektek szerepelnek, melyeket adottnak tekintek. Ez azt jelenti, hogy a keretprogram projektekből készített mátrix átlójában valamennyi cellában 1-es érték szerepel.

A kiterjesztett modellben a pontértéknek a következők szerint lehetne értelmezést adni:

- A pontértékek használhatóak lennének a projektek prioritizálására, mégpedig úgy, hogy valamennyi projekthez hozzárendelhetnénk egy szkór értéket, amelyet döntéshozói preferenciák, szakértői vélemények alapján lehetne meghatározni. Ehhez azonban egy olyan adatbázisra lenne

szükség, amelyben nemcsak a nyertes projektek szerepelnek, hanem valamennyi pályázatra benyújtott projektről rendelkezésre állnak a szükséges adatok. Ilyen adatbázis azonban disszertációm kidolgozásakor nem volt számunkra elérhető.

- Másrészt a projektek között lévő kapcsolatokat vissza lehet számolni a tagsági értékekből, azaz meg lehet állapítani, hogy mennyire program tagja egy projekt. Ez alapján lehetne szkór értékeket számolni, tehát a szkór értékeknek ilyen módon is lehet értelmezést adni, és a modellben számításba venni. Erre a fajta értelmezési lehetőségre a továbbiakban a kiterjesztett modell bemutatása során nem fogok kitérni.

Mivel az előzőekben is bemutattam a modell projekt kiválasztási szakaszra való kiterjesztési lehetőségét, most is ki fogom emelni, hogy ebben az esetben hogy lehetne a pontértéket kiszámítani (**FPM'** és **FPM''** modell esetén). Amennyiben ez a pontérték számszerűsítésre kerülne, a későbbiekben a célfüggvény definiálásakor meg lehetne adni ennek maximalizálási célját, így akár szakértői vélemények, akár más döntéshozói preferenciák alapján kiválaszthatóak lennének a döntéshozói igényeknek leginkább megfelelő, keretprogram pályázat keretében benyújtott, támogatásra javasolt projektek.

Pontérték - Total Project Score (TPS) : Jelölje ($TPS_A(\mathbf{FPM}'')$) az A -edik projekt pontértékét, valamint ($TPS(\mathbf{FPM}'')$) a projekt portfólió teljes pontértékét.

$$TPS(\mathbf{FPM}'') = \otimes_{r_{A,A}=1} l_{A,A}. \quad (22)$$

ahol \otimes egy monoton aggregáló függvényt jelöl.

Korlátok, célfüggvények

Legyen $\mathbf{FPM}'' = [\mathbf{LD}'', \mathbf{TD}'', \mathbf{CD}']$ egy mátrixreprezentációja a kiválasztási szakaszban optimalizálással kiértékelt rugalmas, önszerveződő módon felépülő, keretprogram projektekből álló projekt portfólió tervnek, $\mathbf{FPM}' = [\mathbf{LD}', \mathbf{TD}', \mathbf{CD}']$ egy mátrixreprezentációja a kiválasztási szakaszban pályázatra benyújtott valamennyi projektekből álló rugalmas, önszerveződő módon felépülő projekt portfólió

tervnek, $\mathbf{FPM} = [\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}]$ pedig a központilag kiválasztott, megvalósított keretprogram projekttervnek, amely p projektet tartalmaz. Ez utóbbi esetben a modell a kiválasztási szakaszban nem volt használva, kizárólag a kiválasztott projektek tényadatai álltak rendelkezésre.

A korlátok és célfüggvények bemutatásával kapcsolatban összességében elmondható, hogy disszertációmban:

- a korlátok, mind az átfutási idő, mind a költségek esetén adottak voltak, pontértékre vonatkozóan pedig nem ismertük a korlátokat (erre a későbbiekben részletesebben is ki fogok térni).
- Célfüggvényeket pedig nem fogalmaztam meg, mivel a modellt a gyakorlatban nem használtam optimalizálási feladatokra.

Ennek ellenére a kiterjesztett felhasználási lehetőségek bemutatása miatt ezek definiálását és képleteit is ki fogom emelni. A továbbiakban bemutatott jelölések így valamennyi esetben a projekt kiválasztási szakaszában ismert, valamennyi pályázatra benyújtott projektre értendők, és az \mathbf{FPM}' és \mathbf{FPM}'' modell futtatásakor értelmezhetőek.

Az egyedi projektekre vonatkozó, korlátokkal és célfüggvényekkel kapcsolatos részeket nem fogom bemutatni, mivel azok minden projekt esetén valamennyi modell felhasználási módnál adottak, ugyanis nem ismerünk tevékenység szintű idő és költség adatokat.

Korlátok:

Az egyedi projektekre, valamint a projekt portfóliókra is jellemző, hogy a korlátok általában előre adottak. Így van ez a keretprogramok részeként futó projektek esetében is.

Jelölje $\mathbf{C} = [C_t, C_c, C_s]$ egy korlátozásokat tartalmazó vektort a projekt portfólió tervre vonatkozóan. Ahol

C_t : az időkorlát a keretprogramra. Az időkorláttal kapcsolatban fontos kiemelni a keretprogramok esetén, hogy bár a lentiek szerint meghatározható, de ebben az esetben ez az időkorlát fixen 7+3 év. Ez azt jelenti, hogy a szervezetek 7 évig pályázhatnak a finanszírozási forrásra, és ez után még további 3 évig

futhatnak a nyertes projektek. Így keretprogramok esetén az időkorlát fixen 7+3 év.

$$C_t \geq TPT(\mathbf{FPM}'')$$
 (23)

C_c : a költségkorlát a keretprogramra. A költségek esetén is meghatározható lenne a korlát a projektadatokból, de keretprogramok esetén - az időkorláthoz hasonlóan - van egy adott költségvetés, euróban kifejezve, ez áll összességében rendelkezésre a nyertes projektek finanszírozására. Így keretprogram projekteknel - projekt portfólió szinten értelmezve - ezt a központilag kihirdetett költségkorlátot kell figyelembe venni.

$$C_c \geq TPC(\mathbf{FPM}'')$$
 (24)

C_s : tartalmi korlát (pontérték korlát) a keretprogramra. Pontértékek esetén is - amennyiben nemcsak a nyertes projektekről állnának rendelkezésünkre adatok, hanem valamennyi pályázatra benyújtott projektről - meg lehetne határozni, hogy minimum mit kell az egyes projekteknek teljesíteni, milyen szakértői elvárásoknak, preferenciáknak kell megfelelni. Ezzel azonban - ahogy már kiemeltem - vizsgálataimban nem tudtam számolni, mivel ilyen típusú adatok nem álltak rendelkezésünkre.

$$C_s \leq TPS(\mathbf{FPM}'')$$
 (25)

Célfüggvények:

Általánosságban megállapítható, hogy a projektek/projekt portfóliók szintjén az időt (26) és/vagy a költséget (28) és/vagy erőforrást minimaljuk (mely utóbbival ebben a modellben nem tudunk számolni), míg a tartalmat, melyet itt a pontértékekkel jellemezünk, maximaljuk (30).

A keretprogramokra létrehozott, kiterjesztett modell esetében ez a következőképp valósulhatna meg:

- Amennyiben a döntéshozóknak az átfutási idő minimalizálása lenne a feladata,

akkor alapvetően a következő célfüggvényt fogalmazhatnánk meg:

$$TPT(\mathbf{FPM}^n) \rightarrow \min \quad (26)$$

$$(27)$$

- Amennyiben az lenne a feladata, hogy a költségeket minimalíssa, akkor ezt a célfüggvényt lehetne alapvetően meghatározni:

$$TPC(\mathbf{FPM}^n) \rightarrow \min \quad (28)$$

$$(29)$$

- Amennyiben rendelkezésre állnának a különböző szakértői vélemények, vagy egyéb döntéshozói preferenciák, és nem csak a nyertes projektek adatai, akkor lehetne ezt a pontértékekhez kapcsolódó célfüggvényt használni:

$$TPS(\mathbf{FPM}^n) \rightarrow \max \quad (30)$$

Ugyanakkor azt is meg kell jegyezni, hogy projekt portfólióknál nem minden esetben definiálunk minden korlátot minden projektre és a projekt portfólióra sem. Így van ez a keretprogramoknál is, ahol az erőforrásokkal nem számolunk, a pontértékek figyelembe vétele a modellben pedig a fentiekben kifejtettek szerint lenne megvalósítható.

Összességében a célfüggvényekkel és a korlátokkal kapcsolatban elmondható, hogy a kiterjesztett modell kereteiben lehetőség van a célfüggvények definiálására, és ezek, valamint a korlátok megadásával elvégezhető az optimalizálás.

Éles határok számítása

Kosztyán, 2015; Kosztyán és Szalkai, 2020 tanulmányokban bebizonyították, hogy bármely rugalmas projekt esetén a minimális és a maximális tevékenységigények és ebből számolva a projektigények is meghatározhatók. A keretprogramok esetén ezek közül a projektigények lehetnek relevánsak, mivel a tevékenységeket nem ismerjük. Ezek az értékek pedig éles határai a rugalmas

projekteknek, ami azt jelenti, hogy korlátok nélkül a minimális, (maximális) értékek elérhetők, de nem határozható meg ettől kisebb (nagyobb) igényekkel rendelkező projektterv. Ez az állítás azonban csak az egyedi projektek esetén igaz. Ugyanis multi-projekt környezetben futó projektek esetén, azonos típusú erőforrások felhasználásakor lehetőség van az erőforrások átcsoportosítására is, ami a teljes projektterv módosítását eredményezheti. Ennek oka, hogy erőforrás-átcsoportosítás esetén a technológiai szempontból párhuzamosítható tevékenységek párhuzamos elvégzése a projekt rövidítésének lehetőségét vonhatja magával. Éppen ezért a korlátokat legmagasabb tervezési szinten is meg kell határozni, illetve projektszinten az egyedi korlátok kialakításakor az erőforrás-átcsoportosítási lehetőségeket is figyelembe kell venni (Kosztján és tsai., 2022b).

A disszertációm kidolgozása során végzett számítások esetén az éles határok meghatározása másodlagos, mivel két dolog nem teljesül:

- Nincsenek a keretprogram projektekből álló projekt portfólió tervben elhagyható projektek, nincs meg az a döntési lehetőség, hogy megvalósítok-e vagy sem egy-egy projektet, és a döntés alapján meghatározom az éles határokat.
- Másrészt az időtartamok és a költségek esetében sincs több alternatíva. Azaz, hogy ha több idő adat lenne hozzárendelve az adott projekttervhez - ami nincs -, vagy több költség adat lenne hozzárendelve - ami szintén nincs - akkor meg tudnám határozni, hogy mennyi a minimális és maximális idő illetve költség. Így ez lehetne az éles határ. De ezt nem tudom a rendelkezésre álló adatokból meghatározni, mivel minden projekt esetén adott az idő és költség igény.

Az éles határokkal kapcsolatban is elmondható, amit a korlátoknál és a célfüggvényeknél megállapítottam, hogy használatuk akkor lenne érdekes, ha a kiválasztási fázisban használnánk a modellt, amikor az odaítélés még nem történt meg. A modell kiterjesztett felhasználhatósági lehetőségének ismertetése miatt azonban röviden az éles határok meghatározási módjait is be fogom a következőkben mutatni.

Legyen $\mathbf{FPM}'' = [\mathbf{LD}'', \mathbf{TD}'', \mathbf{CD}'']$ egy mátrixreprezentációja a kiválasztási szakaszban optimalizálással kiértékelt rugalmas, önszerveződő módon felépülő, keretprogram projektekből álló projekt portfólió tervnek, $\mathbf{FPM}' = [\mathbf{LD}', \mathbf{TD}', \mathbf{CD}']$

pedig egy mátrixreprezentációja a kiválasztási szakaszban pályázatra benyújtott valamennyi projektekből álló rugalmas, önszerveződő módon felépülő projekt portfólió tervnek.

Jelölje

- \mathbf{TD}_{\max} a maximális (\mathbf{TD}_{\min} a minimális) időigényeket, ahol $\mathbf{TD}_{A_{\max}} = t_{A_{\max}} = \max_{\omega} t_{A,\omega} \in [\mathbf{TD}]_A$, $\mathbf{TD}_{A_{\min}} = t_{A_{\min}} = \min_{\omega} t_{A,\omega} \in [\mathbf{TD}]_A$, $A = 1, 2, \dots, n, \omega = 1, 2, \dots, w$.
- \mathbf{CD}_{\max} a maximális (\mathbf{CD}_{\min} a minimális) költségigényeket, ahol $\mathbf{CD}_{A_{\max}} = c_{A_{\max}} = \max_{\omega} c_{A,\omega} \in [\mathbf{CD}]_A$, $\mathbf{CD}_{A_{\min}} = c_{A_{\min}} = \min_{\omega} c_{A,\omega} \in [\mathbf{CD}]_A$, $A = 1, 2, \dots, n, \omega = 1, 2, \dots, w$.
- $\overline{\mathbf{LD}}, \underline{\mathbf{LD}}, [\mathbf{LD}], \lfloor \mathbf{LD} \rfloor$, ha $l_{A,B}, l_{A,A} \in \mathbf{LD}$, $A \neq B, A = 1, 2, \dots, n$
 $\Rightarrow l_{A,B} \in \overline{\mathbf{LD}}, l_{A,B} \in \underline{\mathbf{LD}}, [l_{A,B}] \in [\mathbf{LD}], \lfloor l_{A,B} \rfloor \in \lfloor \mathbf{LD} \rfloor$ és
 $\Rightarrow [l_{A,A}] \in \overline{\mathbf{LD}}, [l_{A,A}] \in \underline{\mathbf{LD}}, [l_{A,A}] \in [\mathbf{LD}], \lfloor l_{A,A} \rfloor \in \lfloor \mathbf{LD} \rfloor$.

Legyen $\mathbf{FPM}'' = [\mathbf{LD}'', \mathbf{TD}'', \mathbf{CD}'']$ egy mátrixreprezentációja a kiválasztási szakaszban optimalizálással kiértékelt rugalmas, önszerveződő módon felépülő, keretprogram projektekből álló projekt portfólió tervnek, $\mathbf{FPM}' = [\mathbf{LD}', \mathbf{TD}', \mathbf{CD}']$ pedig egy mátrixreprezentációja a kiválasztási szakaszban pályázatra benyújtott valamennyi projektekből álló rugalmas, önszerveződő módon felépülő projekt portfólió tervnek

$TPT_{\min}, (TPT_{\max})$: jelölje a minimális (maximális) átfutási idő értékét, ha csak a legalacsonyabb átfutási idejű projektek (minden projekt) végrehajtását írjuk elő és valamennyi rugalmas kapcsolatot elhagyunk (előírunk). Jelen esetben ez azt jelenti, hogy a keretprogram projektek kiválasztási szakaszában van lehetőség több - ugyanarra a kiírásra beérkezett projekt közül - választani.

$$TPT_{\min} = TPT([\lfloor \mathbf{LD} \rfloor, \mathbf{TD}_{\min}, \mathbf{CD},])$$
 (31)

$$TPT_{\max}(\mathbf{FPM}') = TPT([\mathbf{LD}',], \mathbf{TD}'_{\max}, \mathbf{CD}')$$
 (32)

$TPC_{\min}, (TPC_{\max})$: jelölje a minimális (maximális) projekt (közvetlen) költségeket, ha csak a legalacsonyabb költségigényű projektek (minden projekt)

végrehajtását írjuk elő, valamint valamennyi megvalósítási módból a legkisebb (legnagyobb) költséggel járó végrehajtási módot választjuk. Jelen esetben is él az a feltételezés, hogy a keretprogram projektek kiválasztási szakaszában van lehetőség több - ugyanarra a kiírásra beérkezett projekt közül - választani.

$$TPC_{\min}(\mathbf{FPM}') = TPC([\mathbf{LD}'], \mathbf{TD}', \mathbf{CD}'_{\min},]) \quad (33)$$

$$TPC_{\max}(\mathbf{FPM}') = TPC([\mathbf{LD}'], \mathbf{TD}', \mathbf{CD}'_{\max},]) \quad (34)$$

$TPS_{\min}, (TPS_{\max})$: Jelölje a projekt portfólió minimális (maximális) pontértékét, ha csak a legmagasabb pontértékű projektek (minden projekt) végrehajtását írjuk elő. Jelen esetben azzal a kikötéssel is számolni kell, hogy a pontértékeket csak akkor lehet a kiterjesztett modellbe belefoglalni, ha rendelkezésünkre állnak a projektek kiválasztási szakaszában döntéshozói preferenciák, szakértői vélemények.

$$TPS_{\min}(\mathbf{FPM}') = TPS([\mathbf{LD}', \mathbf{TD}', \mathbf{CD}'], [[\mathbf{LD}'], \mathbf{TD}', \mathbf{CD}']]) \quad (35)$$

$$TPS_{\max}(\mathbf{FPM}') = TPS([\mathbf{LD}', \mathbf{TD}', \mathbf{CD}'], [[\mathbf{LD}'], \mathbf{TD}', \mathbf{CD}']]) \quad (36)$$

Jelölje TPX a TPT, TPC vagy TPS függvények valamelyikét. Bármely \mathbf{FPM}' keretprogram projektekből álló rugalmas projekt portfólió tervre igaz, hogy,

$$TPX_{\min}(\mathbf{FPM}') \leq TPX_{\max}(\mathbf{FPM}'). \quad (37)$$

Bármely megvalósítandó, keretprogram projektekből álló rugalmas projekt portfólió tervre (jelölje \mathbf{FPM}''), mely \mathbf{FPM}' rugalmas, projekt portfólió tervek végrehajtási módjai közül való kiválasztással határoztunk meg igaz, hogy

$$TPX_{\min}(\mathbf{FPM}') \leq TPX_{\min}(\mathbf{FPM}'') \leq TPX_{\max}(\mathbf{FPM}'') \leq TPX_{\max}(\mathbf{FPM}'), \quad (38)$$

Bizonyítás. Bármely $A \leq n$ esetén,

$$TPX_{\min}(\mathbf{FPM}') = \min \left\{ \begin{array}{l} TPX_{\min}([\mathbf{LD}'[A=1], \mathbf{TD}', \mathbf{CD}']), \\ TPX_{\min}([\mathbf{LD}'[A=0], \mathbf{TD}', \mathbf{CD}']) \end{array} \right\}. \quad (39)$$

$$TPX_{\max}(\mathbf{FPM}') = \max \left\{ \begin{array}{l} TPX_{\max}([\mathbf{LD}'[A=1], \mathbf{TD}', \mathbf{CD}']), \\ TPX_{\max}([\mathbf{LD}'[A=0], \mathbf{TD}', \mathbf{CD}']) \end{array} \right\}. \quad (40)$$

Igaz továbbá, hogy bármely megvalósítandó, keretprogram projektekből álló rugalmas projekt portfólió tervre (jelölje \mathbf{FPM}''), mely \mathbf{FPM}' rugalmas, projekt portfólió tervek végrehajtási módjai közül való kiválasztással határoztunk meg

$$TPX_{\min}(\mathbf{FPM}'') \leq TPX(\mathbf{FPM}'') = TPX_{\max}(\mathbf{FPM}'') \quad (41)$$

és

$$TPX_{\min}(\mathbf{FPM}') \leq TPX(\mathbf{FPM}'') \leq TPX_{\max}(\mathbf{FPM}'). \quad (42)$$

Bármely két megvalósítandó, keretprogram projektekből álló projekt portfólió tervre (jelölj ezeket $\mathbf{FPM}''_1, \mathbf{FPM}''_2$), mely \mathbf{FPM}' rugalmas projekt portfólió tervek végrehajtási módjai közül való kiválasztással határoztunk meg igaz, hogy

$$TPX_{\min}(\mathbf{FPM}') = TPX_{\min}(\mathbf{FPM}''_1) \quad \text{és} \quad TPX_{\max}(\mathbf{FPM}'') = TPX_{\max}(\mathbf{FPM}'). \quad (43)$$

□

Ebben a fejezetben bemutattam disszertációm módszertani fejlesztését, a rugalmas projektmenedzsment megközelítésű projekt portfóliókra alkalmazható mátrix-alapú projekttervezési technika keretprogramokra való kiterjesztésének elméleti és gyakorlati alapjait és formális leírását. A 6.3. fejezetben fogom bemutatni a szimulációkat és a futtatás eredményeit, amelyeket a keretprogramok kockázatelemzésére végeztünk el, és amelynek során felhasználásra került a kidolgozott FPM algoritmus. A szimuláció eredményeinek összegzése és értékelése a 7. fejezetben olvashatóak.

6. Szimulációs eredmények és vállalati esetpélda

A 5. fejezetben bemutattam az alkalmazott és kiterjesztett mátrix-alapú projekt portfólió tervezési modell felhasználási lehetőségeit. Két területre helyeztem hangsúlyt:

- a vállalati környezetben futó projekt portfóliók tervezésére és ütemezésére, valamint
- a projekt portfólióként strukturált keretprogramok tervezésére, ütemezésére és kockázatelemzésére.

Az MPR algoritmus vállalati környezetben futó projekt portfóliókra való eredményes alkalmazhatóságát szimulációkkal és egy vállalati esetpéldával is szeretném igazolni. Ezt azért tartom szükségesnek, mivel a keretprogramoknál csak tényadatok álltak rendelkezésre az elfogadott projektekről, így ebben a környezetben szimulációkkal csak a modell kockázatelemzésre való felhasználhatóságát tudtam vizsgálni és igazolni. Elméleti szinten a 5.3.3. alfejezetben kiemeltem, hogy az általam kiterjesztett módszer hogyan, milyen körülmények között és milyen adatok rendelkezésre állása esetén lenne alkalmazható a keretprogramok tervezésének és ütemezésének támogatására, a szimulációk futtatására azonban a szükséges adatok hiányában nem volt lehetőségem.

A vállalati környezetben végzett szimulációkkal és esetpéldával tehát azt szeretném igazolni, hogy a disszertációm egyik célkitűzésének megvalósítására kidolgozott FPM algoritmust megalapozó módszer a saját környezetében eredményesen alkalmazható.

A kockázatelemzést disszertációm célkitűzésének megfelelően kizárólag a keretprogramok vonatkozásában végeztem el, az ezzel kapcsolatos szimulációk a 6.3. alfejezetben olvashatóak.

6.1. Szimulációs eredmények vállalati környezetben megvalósított projekt portfóliók esetén

Ebben az alfejezetben a kidolgozott [MPR](#) algoritmussal elvégzett szimuláció eredményeit fogom összegezni, mely szimuláció részletesen kifejtett eredményei ([Kosztján és tsai., 2022b](#)) tanulmányunkban publikálásra kerültek. A szimuláció eredményeivel azt fogom bizonyítani, hogy a mátrix-alapú tervező és ütemező algoritmussal mennyiben sikerült a projekt portfóliók tervezhetőségét és ütemezhetőségét javítani. Az összehasonlításhoz [Besikci, Bilge és Ulusoy, 2015](#) módszerét használtuk, mivel ez egy olyan algoritmus, amely nem engedi meg a rugalmas kapcsolatok és tevékenység előfordulások számbavételét a projekttervekben, így a szimulációs eredmények összevetésével megadható, hogy a rugalmasság figyelembe vétele a projekt portfólió tervekben mennyiben javította azok tervezhetőségét és ütemezhetőségét.

A futtatásokat Matlab környezetben végeztük el, amelyhez a [Kosztján, 2021](#) programcsomagját használtuk. A programcsomag különböző megoldókat tartalmaz, így ebből lehetett felépíteni a projekt portfólió tervet megoldó ágens-alapú környezetet. Az ebben az alfejezetben bemutatott szimulációk 50 000 generált projekt portfólió tervet eredményeztek ([Kosztján és tsai., 2022b](#)).

A projekt portfólió terv generálásához [Browning és Yassine, 2010](#) Excel-alapú feladat generátorát használtuk, amellyel a megadott paramétereknek megfelelő, projekt portfólió tervet lehet generálni. A paramétereket is az általuk javasoltak szerint állítottuk be [Browning és Yassine, 2010](#).

1000, a kritériumoknak megfelelő projekt portfólió terv generálása után a tevékenységek és a kapcsolatok ($ff\% \in \{0, 0; 0, 1; 0, 2; 0, 3; 0, 4\}$) részét tekintettük rugalmasnak és prioritizáltuk, majd hozzárendeltünk egy egytől kisebb pontértéket (tartalmi értéket).

Mivel a javasolt módszer itt is egy szoftverprojekt-környezetet szimulált, így [Vanhoucke, 2012](#) javaslatát követve olyan struktúrákat válogattunk ki, ahol i_2 strukturális változó értéke - amely egy topológikusan rendezett gráf szintjeinek és a gráf csúcsainak (itt tevékenységeinek) arányát adja meg - $[0, 2; 0, 3]$ között volt.

Mivel [Browning és Yassine, 2010](#) módszere csak multi-projekt környezetben futó projekteket generál, - ami nem veszi figyelembe az esetleges projektek közötti

függőségeket - és programokat is szerettem volna modellezni - így szükség volt az algoritmus futtatására oly módon is, hogy a projektek között logikai kapcsolatokat létesítettünk, így generálva programokat a független projekttervekből.

Korlátok és célfüggvények

Az 50000 generált, projekt portfólió tervre vonatkozóan a korlátozó feltételek az alábbiak alapján, a projektigények százalékában kerültek meghatározásra:

$$C_x = TPX_{\min} + C_x \% (TPX_{\max} - TPX_{\min}), \quad (44)$$

ahol $C_x \% = 0,7$ volt, és $C_x \in \{C_t, C_c, C_r, C_s\}$.

A projekttervekre vonatkozóan szigorúbb feltételeket határoztunk meg.

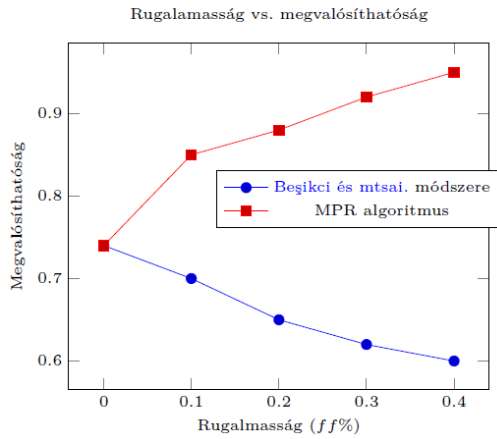
$$C_{x_k} = TPX_{k_{\min}} + C_{x_k} \% (TPX_{\max} - TPX_{k_{\min}}), k = 1, 2, \dots, p, \quad (45)$$

ahol $C_{x_k} \% = 0,5$ volt, és $C_{x_k} \in \{C_{t_k}, C_{c_k}, C_{r_k}, C_{s_k}\}$.

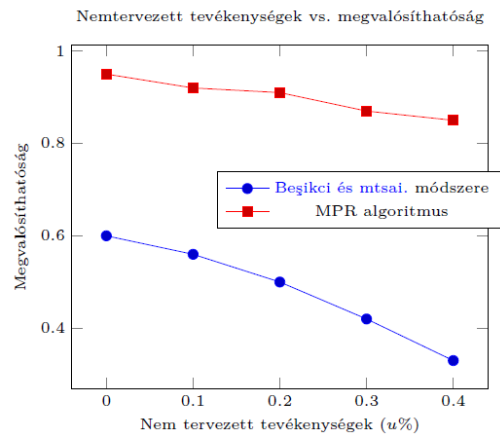
A célfüggvény a korlátokat figyelembe vevő, minimális átfutási idő meghatározása volt (lásd: (63) egyenletet). Azzal, hogy a minimális átfutási időt választottam a célfüggvénynek az volt a célom, hogy kutatásom projekt portfóliók ütemezhetőségével kapcsolatos célkitűzéseit támogassam.

6.1.1. Megvalósíthatóság

A Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 módszerével való összehasonlítással az volt a cél, hogy megállapítsuk, hogy a rugalmas kapcsolatoknak és tevékenység-előfordulásoknak a számbavételével mennyivel lehet csökkenteni a projektigényeket (Kosztyán és tsai., 2022b).

(a) $u\% = 0$ 

(a) A rugalmasság és a megvalósíthatóság összefüggései

(b) $ff\% = 0,4$ 

(b) A nem tervezett tevékenységek és a megvalósíthatóság összefüggései

25. ábra. Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 algoritmus és az MPR algoritmus összehasonlítása (Forrás: (Kosztján és tsai., 2022b))

A 25. ábrán látható a két algoritmus összehasonlításának eredménye. A 25.a. ábra által reprezentált esetben a nem tervezett tevékenységek aránya ($u\% = 0$) volt a szimulációban. Az ábra első, mindkét algoritmusnál közös pontja mutatja, hogy Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 algoritmus és az MPR algoritmus ugyanannyi megengedett megoldást eredményez, mint a bemutatott MPR algoritmus, ha nem számolunk a tevékenység-előfordulások prioritásával, valamint a rugalmas kapcsolatok lehetőségével. Ugyanakkor, ha megnöveljük a rugalmasan kezelt tevékenység-előfordulások -, valamint kapcsolatok arányát, akkor világosan látszik, hogy a javasolt módszer, a rugalmasságot kihasználva, egyre több megengedett megoldást képes meghatározni, szemben Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 algoritmusával, mellyel a sikeres megvalósíthatóság folyamatosan csökken. Ez utóbbi módszer ugyanis hagyományos projektmenedzsment megközelítésen alapul, és nem számol a rugalmas tevékenység-előfordulásokkal valamint a tevékenységek, projektek közti rugalmas kapcsolatokkal.

A 25.a. ábra szemléletesen igazolja, hogy mátrix-alapú módszer alkalmazásával, és a rugalmasság számbavételével a projekt portfólió tervekben javítható a projektek tervezhetősége a hagyományos megközelítésű, rugalmasságot figyelmen kívül hagyó módszerekhez képest.

Ha a rugalmas kapcsolatok arányát rögzítjük (lásd 25.b. ábrát), akkor a javasolt módszer a nem tervezett tevékenységeket is hatékonyabban tudja kezelni. Bár a nem

tervezett tevékenységek arányának növelésével csökken a megvalósíthatóság, ugyanakkor ez a csökkenés kisebb mértékű, mint a referenciaként használt Beşikci, Bilge és Ulusoy (2015) módszere esetében. Ennek oka pedig ismét a rugalmas kapcsolatokban, illetve a rugalmas tevékenység-előfordulásokban rejlő átalakítási lehetőségekben keresendő, ami ugyancsak igazolja a rugalmasság számbavételéből eredő előnyöket a projekt portfóliók tervezhetőségének vonatkozásában.

Összességében fontosnak tartom kihangsúlyozni, hogy a hibrid megközelítést követő MPR algoritmus nagymértékben képes kihasználni a rugalmas szemléletű tervezési környezetből adódó lehetőségeket. A disszertációmban és Kosztyán és tsai., 2022b publikációjában bemutatott módszerrel, amennyiben a rugalmasan kezelt tevékenység-előfordulások / kapcsolatok aránya 40%, a projekttervek 95%-ában sikerült (a korlátokat nem túllépő) megengedett megoldást találni (lásd 25.a. ábra utolsó piros jel, 25.b. első piros jel), míg ez az érték jóval alacsonyabb (60%), (Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015) hagyományos megközelítésű módszerét alkalmazva. Nem tervezett tevékenységek figyelembe vétele esetén még szembetűnőbb a két megközelítés közötti különbség, hiszen Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 algoritmus esetén csak a projekt portfóliók 33%-a, míg a hibrid megoldást követő MPR módszerrel a 85%-uk lett korlátokon belül megvalósítható (lásd. 25.b. ábrán utolsó piros és kék jel). Ez a jelentős különbség pedig a rugalmas megközelítésű projektmenedzsment környezet figyelembevételére vezethető vissza, hiszen mindkét megközelítés képes a lehetséges végrehajtási módok segítségével az idő-költség, időerőforrás összefüggéseket úgy kihasználni, hogy azzal megengedett megoldást tudjon találni, de csak a rugalmas megközelítések képesek a projekt átrendezésével, a tevékenységek átcsoportosításával a végrehajtási struktúrát is megváltoztatni (Kosztyán és tsai., 2022b).

6.1.2. Ütemezés hatékonysága

Az algoritmus hatékony alkalmazhatóságának vizsgálata után, amely igazolja, hogy mennyiben képes javítani a projekt portfóliók tervezhetőségét egy hagyományos megközelítésű módszerhez képest, fontosnak tartom bemutatni, hogy hogy alakulnak az idő-, költség- és erőforrás igények, valamint a pontértékek a gyakorlati számításokhoz felhasznált módszerek futtatása esetén. A megengedett projektütem-

12. táblázat. MPR-rel való ütemezés hatékonyságának összehasonlítása Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 módszerével (Saját szerkesztés)

Ütemezés hatékonyságának összehasonlítása		
Célfüggvény -> átfutási idő minimalása		
	Multi-projekt környezetben futó projektek	Programok
Átfutási idő	- 11,1%	- 27,2%
Költségek	+ 11,2%	+ 15,1%
Pontértékek	- 3,3%	- 11,2%
Erőforrásigények	+ 1%	+ 3%

tervek összehasonlításával célunk annak meghatározása volt, hogy mennyiben tudja a módszer támogatni az ütemezhetőség javítására tett célkitűzéseket.

A megengedett projekt ütemterveknél a célfüggvény értékek aránya a következő:

$$TPX\% = \frac{TPX_{\text{prop}}}{TPX_{\text{orig}}} = \frac{TPX_{\text{HPMa}}}{TPX_{\text{TPMa}}} \quad (46)$$

ahol TPX_{orig} jelöli az Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 által javasolt módszer célfüggvény-értékeit, mely lehet TPT , TPC , TPR_1 , TPR_2, \dots , TPR_4 , TPS függvények értéke. Ez a megközelítés a hagyományos (rugalmas kapcsolatokat és tevékenység-előfordulásokat figyelmen kívül hagyó) módszerek családjába tartozik, így jelölhetjük a célfüggvényt TPX_{TPMa} -val is. TPX_{prop} , pedig a javasolt módszer célfüggvény-értékeit mutatja, ami egy [hibrid projektmenedzsment megközelítés \(HPM\)](#) megközeítést követő módszer (Kosztján és tsai., 2022b).

A 12. táblázatban összefoglaltam az MPR algoritmus és Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 algoritmusának összehasonlítását az ütemezés hatékonysága szerint. (A táblázatban szereplő értékek az MPR algoritmus eredményeit mutatják a peremfeltételek vonatkozásában, a százalékos eltérések Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 módszerének eredményeihez képest értendőek.) A kiemelt esetben a célfüggvény az átfutási idő minimalása volt, mely esetben a javasolt módszer multi-projekt környezetben futó projektek és programok esetén is csökkenti az átfutási időt Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 módszeréhez képest. Ezáltal sikerült igazolni, hogy a módszerrel javítható a projekt portfóliók, programok és multi-projekt környezetben futó projektek ütemezhetősége az átfutási idő csökkentési lehetőségek jobb kihasználása által. Ugyanakkor ennek az az ára, hogy az optimalás következtében a költségek megnövekednek. A pontértékek, melyek a megvalósított tartalmat jellemzik szintén csökkennek multi-projekt környezetben futó projektek és programok esetén is, míg

érdekes, hogy az erőforrásigények csak kis mértékben növekedtek. Mindez azzal magyarázható, hogy az eleve sok tevékenységet párhuzamosan végrehajtó informatikai projektek esetén (lásd $i_2 \in [0, 2; 0, 3]$) további párhuzamosításra már kevésbé kínálkozik lehetőség, így amennyiben rövidíteni szeretnénk a projektet, akkor az csak további költség növekedéssel és tartalom szűkítéssel valósítható meg.

Néhány peremfeltétel - korlátokon belüli - romlása ellenére azonban összességében megállapítható, hogy a módszerrel sikerült elérni a kitűzött célt, azaz az adott korlátokat megtartó, hagyományos megközelítésű projekt portfólió tervnél alacsonyabb átfutási idejű megoldást sikerült az [MPR](#) algoritmus futtatásával találni, elősegítve ezzel az ütemezhetőség javítását.

6.2. Eredmények validálása egy vállalati esetpéldával

A tervezhetőség és az ütemezhetőség javításának képességét szimulált adatokon túl valós vállalati adatokon is szerettem volna igazolni. Ezért az ismerttetett mátrix alapú projekttervezési technikával és algoritmussal egy esetpéldát készítettünk egy hazai, iparág vezető autóiipari vállalat példáján keresztül, amelyet kutatótársaimmal végeztünk el, és eredményei részletesen publikálásra kerültek (Kosztján és tsai., [2022b](#)) tanulmányunkban. A példában az [MPR](#) algoritmus alkalmazhatóságát valamint hatékonyságát vizsgáltuk a tervezhetőség és az ütemezhetőség vonatkozásában.

Az esetpélda fókuszában szoftverfejlesztési projektek álltak. Az eset kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy a tevékenységek között rugalmas megközelítésű kapcsolatokat lehessen létesíteni, hisz a feltárt módszer fontos újdonsága a rugalmas kapcsolatok számbavételi lehetősége projekt portfólió szinten, mivel a rugalmas kapcsolatok létesítési lehetőségétől a tervezhetőség javítási képességét vártuk.

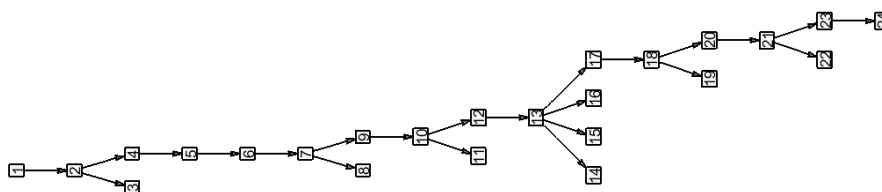
Az esetpélda alanyaként vizsgált szervezet globális autóiipari vállalatként iparági vezető szerepet tölt be az innovatív technológiák és rendszerek tervezésében, tevékenysége során számos szoftverfejlesztési projektet kell egyidejűleg kezelnie. Tizenkettő új projektet bonyolítottak le 2014 januárja és 2015 áprilisa között, tizenhárom ilyen projektet pedig 2015 májusa és 2016 októbere között. Ezek a szoftverfejlesztési projektek hasonló tevékenységeket foglalnak magukban, ezért lebonyolításuk projekt sablonok által történik, amelyet a javasolt modell, mint logikai

tervet tud kezelni.

Az esetpélda során többféle információforrásra építettünk (Yin, 2017). Elsődlegesen félig strukturált interjúkat készítettünk (12 db) funkcionális vezetőkkel és projekt menedzserekkel. Az interjúk mellett dokumentum elemzést végeztünk belső vállalati dokumentumok felhasználásával, mint például projekt sablonok (logikai tervek), vállalati erőforrás-tervezési adatok, valamint éves projekt beszámolók. Az így alkalmazott ún. adattrianguláció növelte az eredmények megbízhatóságát és érvényességét (Müller, Glückler és Aubry, 2013; Patton, 2002).

Sablon-alapú tervezés, mint kiindulási pont

A vállalat eredetileg egy rögzített projekt sablont alkalmazott minden egyes projektre, amelyeket hagyományos projektmenedzsment megközelítéssel kezelt. Az "A" jelű projekt logikai hálódigramját a 26. ábra mutatja be, feltételezve, hogy valamennyi kapcsolat és valamennyi tevékenység megvalósul. Az "A" projekt sablonja 24 feladatot 5 fő fázisba ágyazva tartalmazott.



26. ábra. A vállalat szoftverfejlesztési projektjének logikai terve

Az első időszakban lezajlott 12 projekt során egyidejűleg legalább 4 projekt fedte át egymást, továbbá a projektek között nem volt semmilyen logikai függőség. Valamennyi projekt ugyanazt a sablont járta végig, amelyet a 13. táblázat által reprezentált mátrix is mutat.

Fázisok	Tevékenységek	Rövidítés	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
Fázis 0	NPA	A	1																								
	Konceptiókészítés	B		0.8	0.9	0.8																					
	Árajánlatkérés beszállítóktól	C			0.95																						
	Gyártósor koncepció	D				0.8																					
	Árajánlatadás	E					0.95																				
Fázis 1	Valeo specifikáció készítés	F						1	1																		
	BOM létrehozás	G							1																		
Fázis 2	Mechanikai tervezés	H								1	0.9	0.9															
	Hardver fejlesztés	I									0.8																
	Softver fejlesztés	J										0.8															
	Beszállítók nominálása	K											1	1													
	DV/PV tesztlista	L												1													
	DV tesztek	M													0.6		1										
	DV2 tesztek	N														0.1											
	Rajzkészítés	O																1									
	Gyártósor tervezés	P																0.95	0.7								
	Szériaszám indítás	Q																		1							
	Fázis 3	Gyártósor telepítés	R																		0.95						
		PV tesztek	S																				1				
PV2 tesztek		T																					0.3				
PV3 tesztek		U																						0.1			
F DPR		V																							1		
Fázis 4a	SOP	W																							1		
Fázis 4b	Optimális ciklusidő elérése	X																								1	

13. táblázat. Klaszterezett, mátrix-alapú projekt sablon

A tevékenységek közül azok, amelyek 13. táblázat átlójában 1-es értéktől kisebbek, elhagyhatóak bizonyos projekteknél, míg az 1-es értékek azt jelölik, hogy azok minden projektben kötelezően végrehajtandóak. Ugyanakkor az 5 fázis, illetve az ott szereplő lehetséges tevékenységek halmaza minden egyes esetben ugyanaz. Ezt hívta a vállalat projektsablonnak. Fontos megjegyezni továbbá, hogy a tevékenységekhez az egyes projekteknél más és más idő- és költségadatokat társítottak attól függően, hogy ki volt a megrendelő és neki milyen elvárásai voltak. Éppen ezért a projektsablon csak egy félkész logikai tervként lehetett alkalmazni, ahol adott volt a lehetséges tevékenységek halmaza és azok technológiai sorrendje.

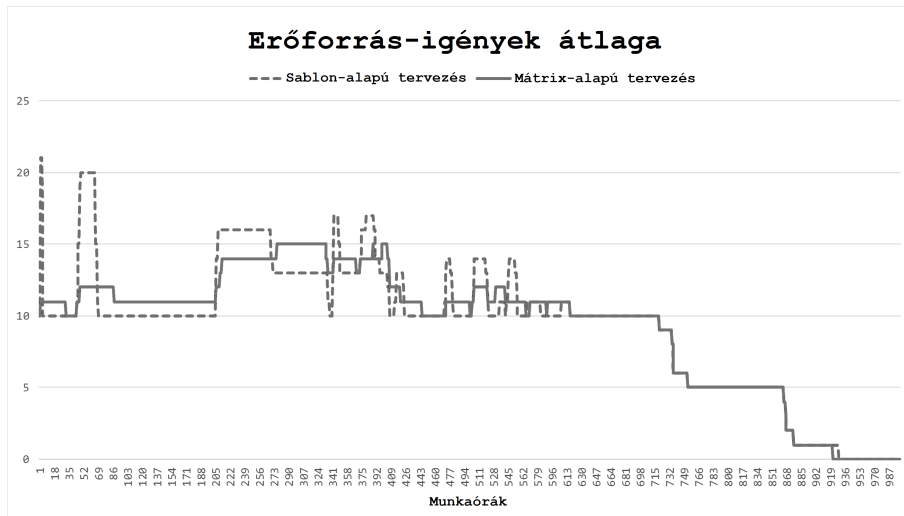
Problémafeltárás

Megvizsgálva a vállalat vizsgálat tárgyát képező szoftverfejlesztési projektjeit, azt állapítottuk meg, hogy azok a következő jellemzők miatt multi-projekt környezetet alkotnak:

- a projektek időben részben átlapolódtak,
- a projektek nagysága, komplexitása összemérhető volt, ugyanakkor
- a hasonló, átlapoló tevékenységek közös erőforrásokat is igényeltek (például tesztelőket és programozókat).

Mivel az egyik projektben a programozó egy másik projektben akár a tesztelő

szerepét is betölthette ⁶, óhatatlanul erőforráscsúcsok és késések fordultak elő (lásd a 27. ábrát), amelyek feltáratlanok maradtak a sablon-alapú tervezés alkalmazásakor.



27. ábra. Az „A” szoftverfejlesztési projekt átlagos erőforrás-igénye a sablon-alapú és a mátrix-alapú projekttervezés esetén

A fő probléma ugyanis onnan eredt, hogy a menedzsment a projekteket különálló projektekként kezelte, és nem multi-projekt környezet részeként tervezték és ütemezték őket. Mindez abban mutatkozott meg, hogy az alkalmazott sablonok projekt, és nem multi-projekt környezetben futó projektek szintjén készültek el, másrészt pedig nem számoltak azzal, hogy egy-egy projekt késése nem csak az adott projektben, hanem a közös erőforrásigények miatt a vele párhuzamosan futó projekt(ek)ben is erőforrás-túlterhelést okozhat. Az erőforrás-korlát okozta tevékenység-átütemezés, jelen esetben párhuzamosítás pedig tovább növelte az erőforráscsúcsok kialakulásának gyakoriságát. Éppen ezért egy olyan tervezési módszertanra volt szükség, amely képes egyrészt multi-projekt környezetben kezelni a rugalmas kapcsolatokat, másrészt megosztani a projektek között az erőforrásokat, harmadrészt - és ez volt a vállalat számára a legfontosabb - képes az erőforráscsúcsok számát csökkenteni mind a projektek, mind multi-projekt környezeti szinten úgy, hogy közben a megvalósítás továbbra is a lehető legrövidebb legyen.

Ennek megfelelően az elsődleges célfüggvény továbbra is az átfutási idő minimalálása volt ($TPT \rightarrow \min$) multi-projekt környezeti szinten, de mind projekt

⁶Ezt a rugalmas módszertanoknál a keresztfunkcionalitás elvének biztosításával kell elérni, ami azt jelenti, hogy egy adott munkavállaló több munkakörben is dolgozhat akár egyszerre az éppen futó projektnek megfelelően, ugyanis csak így biztosítható, hogy az adott tevékenység végzése átadható legyen egy csoporton belül.

($TPR_k \rightarrow \min, k = 1, 2, \dots, 12$), mind multi-projekt környezeti szinten ($TPR \rightarrow \min$) minimálni kellett a maximális erőforrásigények számát is. A legfontosabb erőforrás ebben az esetben a programozó/tesztelő volt, akik egymás munkáját is átvehették (ezért itt $\rho = 1$). A 27. ábra az "A" jelű projekt erőforrás-igényét mutatja, de a projektek hasonló tevékenységstruktúrája miatt a többi projekt erőforrásigénye is hasonló ábrát mutatott.

A vállalat a tervezési nehézségek áthidalására egyetemünkhöz fordult külső segítségért. A halasztást nem tűrő, a tervezésből adódó problémára a javasolt MPR tervezési módszert tekintettük potenciális, ígéretes megoldásnak.

A fejlesztés ezek után az ún. akciókutatás (Liu és Huang, 2018) módszertanát követte, ahol a vállalati adatokkal, a vállalati szakértők bevonásával validáltuk a korábban bemutatott elméleti modellt. Magát a módszert pedig ennek mentén finomítottuk. A korábban már kiemelt 27. ábra jellegzetessége, hogy bemutatja az "A" jelű szoftverfejlesztési projektre kapott erőforrásigények átlagát egyrészt a sablon-alapú, hagyományos, másrészt a mátrix-alapú, rugalmas projektmenedzsment megközelítést követő projekttervezés esetén is. Látható, hogy az erőforrás-csúcsok projektszinten is mérséklődtek annak ellenére, hogy az erőforrás-kiegyenlítés mind a sablon-alapú (hagyományos), mind pedig a mátrix-alapú (javasolt) megközelítés esetén egy erőforrás-simító algoritmussal, előzetesen már megtörtént.

Az erőforráscsúcsok beazonosítása szimulációk segítségével

Az elvégzett szimulációk célja kettős volt.

- Egyrészt szeretnénk volna a szakértői véleményeket, - amelyek a tevékenységigények felmérését célozták - validálni. Vagyis megvizsgálni azt, hogy a tevékenységigényekre vonatkozó szakértői becslések alapján végzett szimulációk és a valós tényadatok eltérnek-e egymástól.
- Másrészt projekt és multi-projekt környezeti szinten is kíváncsiak voltunk arra, hogy a szimulációk vajon előrejelzik-e a projekt paraméterekben a tervhez képest történő esetleges változásokat.

Az új működési rendszer kialakítását megelőzően tehát a szakértői becslések érvényességét szeretnénk volna meghatározni. A szakértők legkisebb (optimista),

legnagyobb (pesszimista) és legvalószínűbb (realista) idő-, költség- és erőforrás-igényeket határoztak meg eddigi tapasztalataik alapján. Feltételeztük, hogy a projektmenedzsmentben általánosan elfogadott, a szakértők által meghatározott három paraméterre vonatkozó három paraméteres β eloszlást követve ingadoznak a tevékenységigények. Az 1 000 szimuláció során a tevékenységigények e három paraméteres β eloszlást követték. Minden szimulációra kiszámoltuk a multi-projekt környezetben futó projektekhez kötődő feladatokra vonatkozó várható átfutási időket és költség- valamint erőforrás-igényeket. Majd a szimuláció adatait egy egy mintás t -próbával összehasonlítottuk a tényadatokkal. A szimulációk segítségével egyaránt meg tudtuk becsülni a projektekhez és a multi-projekt környezethez tartozó átfutási időket és költségeket (lásd a 14. táblázat második sorát).

Multiprojektek		Tervezési módszertan	TPT (napok)	TPC[♣] (EUR)	Erőforrás túllépések
1	terv (2014.01-2015.04.)	sablon-alapú	464	2 122 277	0♣
2	szimuláció	sablon-alapú	471	2, 214, 163	27
3	szimuláció	mátrix-alapú	425	1, 851, 199	1
4	tény (2014.01-2015.04.)	sablon-alapú	475	2, 220, 568	27
5	terv (2015.05-2016.10.)	mátrix-alapú	511	2, 613, 262	0♣
6	szimuláció	sablon-alapú	547	3 114 435	28
7	szimuláció	mátrix-alapú	517	2 620 002	1
8	tény (2015.05-2016.10.)	mátrix-alapú	520	2 710 451	1

14. táblázat. A tervezett, szimulált és tényleges multi-projekt lefutásokra vonatkozó összegző táblázat

A 14. táblázattal kapcsolatban fontos megjegyezni, hogy ebben az esetben a projekt költségét (TPC) lényegében a bérköltségek tették ki, ezért itt a költségeknek végig a bérköltségeket tekintettük. A terv szerinti 0 erőforrás-túllétes annak köszönhető, hogy valamennyi esetben történt erőforrás-kiegyenlítés, ezt azonban a csúszó részprojektek miatt nem lehetett tartani.

Miután 2015 áprilisában befejeződtek a projektek, egyfajta ex post ellenőrzésként, az elvárt és a megvalósult átfutási időket és erőforrásköltségeket⁷ összehasonlítottuk (lásd a 14. táblázatban a 2. és 4. sorokat). Ez alapján kevesebb mint 1 százalékos eltérés mutatkozott a sablon-alapján tervezett szimuláció és a tényértékek között, mind a teljes átfutási időt, mind a teljes költséget tekintve. Mivel a 292 tevékenységet figyelembe véve csupán 5 esetén volt megfigyel-

⁷Ebben az esetben ez lényegében a bérköltséget jelentette.

hető a tervezett és megvalósult idő és költség értékek között szignifikáns eltérés, így a szakértők becslését a tevékenységigények becslésére elfogadtuk. Mivel a tevékenységparaméterek becslése a valós lefutással összevetve megbízhatónak bizonyult, így arra is lehetőség nyílt, hogy ugyanezen paraméterekkel, de már a javasolt mátrix-alapú tervezéssel újratervezzük a multi-projekt környezetben megvalósuló projekteket és arra keressük a választ, hogy ekkor vajon kevesebbszer fordulnak-e elő erőforrás túllépések, és hogy hogyan alakul a multi-projekt szintű átfutási idő és teljes költség igény.

A vállalat multi-projekt környezetben megvalósított projektjein megfigyelhető, hogy a projektek lebonyolítása érzékeny a kisebb csúszásokra, amely a multi-projekt környezetre jellemző megközelítés hiányából fakad. Ez a 27. ábrán bemutatott erőforráscsúcsok kialakulásához vezet, amelyeket szimulációink is pontosan jeleztek, ez a 14. táblázat 2. és 4. sorának összehasonlításával figyelhető meg. Az 1 000 szimulációból származó adatok alapján, az 1 000 esetből 954-szer azonosítottunk be időtúllépést, amelyet a szimuláció szintén előrejelzett. Az erőforrásigények maximális értékeinek átlaga 28,82%-kal volt magasabb, mint a tervezett maximális erőforrásigény. Összességében tehát elmondható, hogy tevékenység szinten a tevékenységek igényeinek megfelelő szakértői becslések ellenére az eredeti projektterv nem volt tartható. Ennek oka ugyancsak a multi-projekt környezeti szemlélet hiányában keresendő. Ugyanis, mégha a tevékenységek csúszása a szakértők által meghatározott tolerancia határon belül is mozog, ezek a csúszások multi-projekt szinten már erőforrás-torlódásokat eredményezhetnek. Az előbbieken bemutatott szimuláció csak a problémákra képes felhívni a figyelmet, ezek kezelésére a mátrixos projekttervezési technikát, konkrét módszert tekintve pedig az MPR algoritmust javasoltuk.

Szimuláció alapú folyamat fejlesztés - Megragadás I.

A szakértők becslései alapján újraterveztük a 12 projektet az MPR módszer segítségével, így láthatóvá vált a korábbi sablonalapú tervezéshez képest elért erőforrásigény csökkentés. Először minden projektet újra strukturáltunk és az erőforrásokat is kiegyenlítettük (lásd a 27. ábrát). Másodszor, a szakértői becslések alapján a projektek és a multi-projekt környezetben futó projektcsoport teljes átfutási idejét újra számoltuk, mindezt úgy, hogy kihasználtuk a javasolt módszer

adta párhuzamosítási és átstrukturálási lehetőségeket is. A tevékenységeket az erőforrás-korlátot nem túllépve - a vállalati szándékot is figyelembe véve - a lehető legkorábbi időpontra ütemeztük. Így az esetleges csúszások okozta problémákat a menedzsment legtöbbször a projekt csúszása nélkül is kezelni tudja. Mindezek alapján a két típusú erőforrás kiegyenlítés (a sablon-alapú és a mátrix-alapú) összevethető.

A 27. ábra az "A" projekt erőforrásigényének csökkenését mutatja az MPR módszer alkalmazása után. 1 000 szimuláció lefuttatása után az eredményeket (lásd: 14. táblázat 3. sor) összehasonlítottuk a sablon alapú szimuláció eredményeivel (lásd: 14. táblázat 2. sor).

- Az átlagos erőforrásigény több mint 28%-kal (21-ről 15-re) csökkent,
- az erőforrásköltség pedig 16%-kal (2 214 163 EUR-ról 1 851 199 EUR-ra) csökkent.
- A vállalat így sikeresen csökkenthette volna a projekt időtartamát (TPT) csaknem 10%-kal a tervezett 471 napról 425 napra (lásd a 14 táblázat 2. és 3. sorát), ha már az első multi-projekt környezetben futó projektcsoport tervezésekor és ütemezésekor is a javasolt módszer mellett dönt.

A 14. táblázat 3. és 4. sora alapján megállapíthatjuk, hogy a mátrix alapú megközelítés jelentős, 369 369 EUR költségcsökkenést mutat a tényleges költségadatokhoz viszonyítva (több, mint 16%), a teljes átfutási idő pedig 50 nappal (több mint 10%-kal) csökkent. Ezek az eredmények igazolják, hogy a hagyományos, sablon alapú módszerhez képest sikerült javítani a valós, vállalati multi-projekt környezetben futó projektek tervezhetőségét a rugalmasság számbavétele által, ütemezhetőségét pedig az átfutási idő csökkentési lehetőségek hatékonyabb kihasználása által. Ezek az eredmények meggyőzték a vezetőséget, hogy a javasolt módszert, kísérleti jelleggel, egy multi-projekt környezetben futó projektcsoporra bevezessék.

2015 áprilisában a szakértők 13 új szoftverfejlesztési projektet hoztak létre, ekkor már az M⁵ sablon segítségével (lásd a 14. táblázat 5. sorát). A korábbiakhoz hasonlóan a szimulációk képesek voltak azonosítani az erőforráscsúcsokat (28/1) és a költségtúllépéseket. A javasolt módszer használatával elért költség (3 114 435-ről 2 620 002 EUR-ra) és teljes átfutási idő (547-ről 517 napra) csökkentés segíti a

vállalat menedzsmentjét teljesítménycéljaik elérésében.

A 14 táblázat 8. sora a második szakasz az MPR módszer bevezetése utáni, tényleges eredményeket mutatja be. A mátrix alapú szimuláció eredményeivel összehasonlítva (lásd 7. sor) a projekt tényleges átfutási ideje és erőforrás igénye csupán kis mértékben (0,6 és 3,5 %-kal) nőtt. A javasolt módszer tényleges haszna a sablon alapú eredményekkel összehasonlítva mutatkozik meg igazán (lásd a 6. sort), ahol a teljes átfutási idő 5, a teljes költség pedig 13 %-kal csökkent. Végül fontos kiemelni, hogy a javasolt módszer használatával csupán 1 tényleges erőforráscsúcs (túlterhelés) alakult ki a végrehajtási fázisban.

6.3. Szimulációs eredmények a keretprogramok kockázatelemzésében

Ebben a fejezetben a projekt portfólió szinten, keretprogramok projektjeinek kockázatelemzésére futtatott szimulációkat fogom bemutatni. A szimulációkhoz felhasználtuk a keretprogramok mátrixos megjelenítésére és kezelésére kidolgozott módszert, az átfutási idők, kiszámításához pedig a [5.3.1.](#) alfejezetben bemutatott képleteket. A szimulációk eredményét (Kosztyán és tsai., [2022a](#)) cikkben publikáltuk. A szimulációkhoz a mátrixos módszer leírásával, adatgyűjtéssel, a ki-gyűjtött adatok meglévővel való összefésülésével és az eredmények elemzésében való közreműködéssel járultam hozzá.

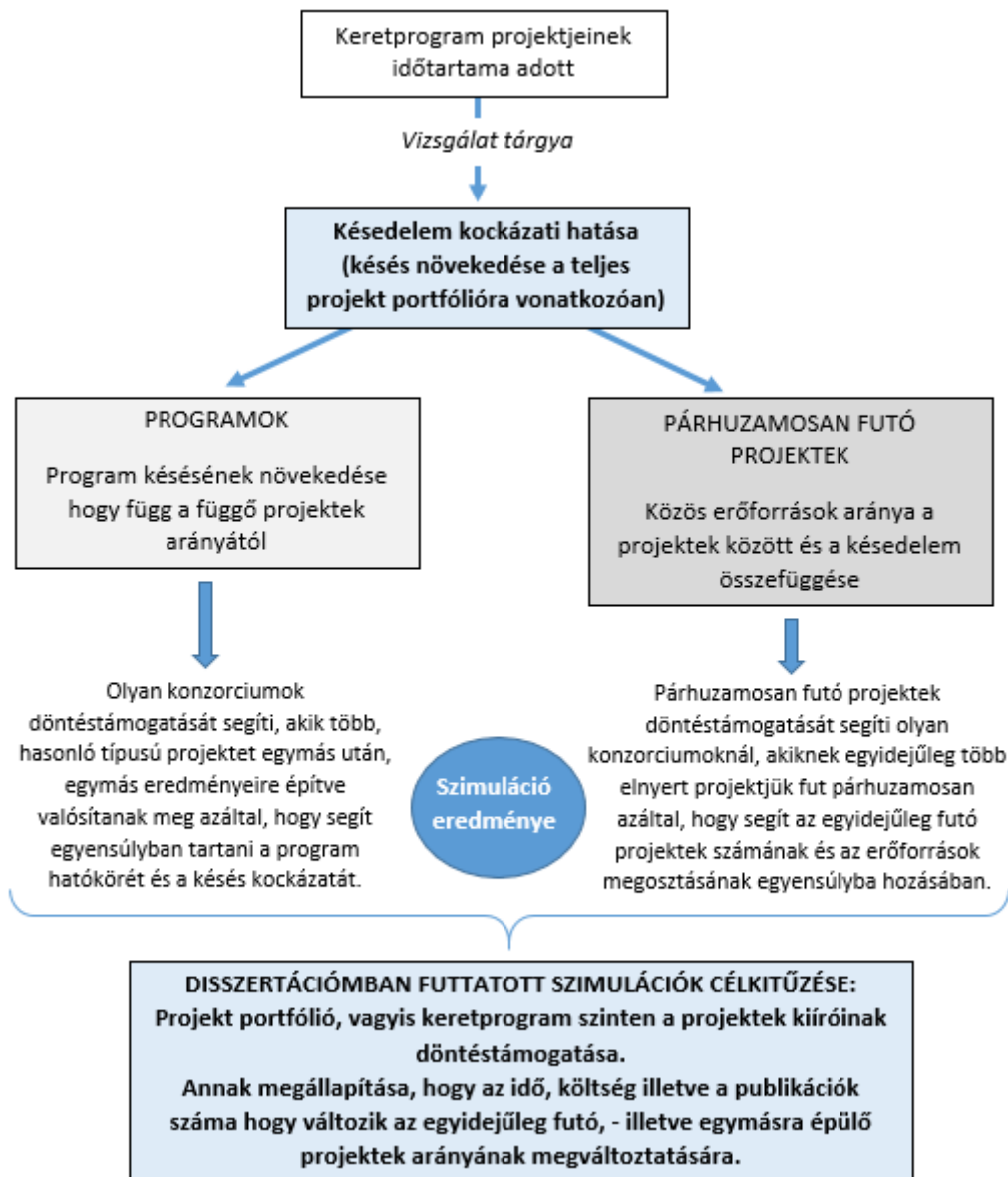
A vizsgálataim tárgyát képező hetedik keretprogram projektjeinek kockázatelemzése előtt elvégeztük a projektekből alkotott projekt portfólió végrehajtási struktúra feltárását a definiált távolságok és tagsági értékek alapján (lásd. [5.2.](#) alfejezetben). A végrehajtási struktúra ismerete után ugyanis már elvégezhető a benne foglalt projektek kockázatelemzése. A kockázatelemzés során szimulációkat végeztünk annak megállapítására, hogy

- mekkora a késedelem kockázati hatása programok esetén, ha változik a függő projektek aránya,
- mi az összefüggés a multi-projekt környezetben futó projektek között megosztott közös erőforrások aránya és a késedelem között.

6.3.1. Szimulációs scenáriók

A késedelem kockázati hatásának feltárására futtatott szimulációkat összegzi a [28.](#) ábra.

Ahogy disszertációm [2.2.5.](#) alfejezetében kiemeltem, a projektek egymásra épülő tevékenységeihez hasonlóan a program projektjei is függenek egymástól. Ha egy megelőző projekt késik, akkor az azt követő projekt indulása is elhúzódhat. Multi-projekt környezetben futó projektek esetén pedig a szervezeteknek a közös erőforrásokat kell kezelniük, megosztaniuk. Ebből a két általános megállapításból is kitűnik, hogy a programok esetén a megelőző projektek ütemezésének pontossága,



28. ábra. A késleltetés hatására futtatott szimulációk (Saját szerkesztés)

multi-projekt környezetben futó projekteknel pedig a közös erőforrások terhelése jelenti a kritikus pontot a projekt portfóliók kezelésében. Ennek értelmében:

- Ha a p_j projekt a p_i követő projektje, azaz egy programban vannak, akkor a fő kockázati tényező a késedelem.
- Ha a p_k és a p_l projektek párhuzamosan, multi-projekt környezetben futnak, közöttük erőforrás megosztás valószínűsíthető és amelyeket $o(p_k)$ és $o(p_l)$ szervezetek kezelnek, akkor a fő kockázati tényezőt a szervezet(ek) közös erőforrásai jelentik ($o(p_k) \cap o(p_l)$), amelyeket meg kell osztani a projektek között (Kosztján és tsai., 2022a).

Projekt portfólió szinten a következő két scenárió mentén futtattunk szimulációkat a hetedik keretprogram kockázatainak becsléséhez:

- egyrészt annak vizsgálatára, hogy a multi-projekt környezetben futó projektek arányának változása hogyan hat a projekt portfólió összköltségére és az átfutási időre,
- másrészt annak megállapítására, hogy a programok arányának változása hogyan hat a publikációk számára és a projekt portfólió átfutási idejére.

Program struktúrában futó projektekhez kapcsolódó szimulációk

Mivel keretprogramok esetén a projektek időtartama ismert, az első szimulációban a késedelem kockázati hatását (azaz a késés növekedését) vizsgáljuk meg a teljes projekt portfólióra vonatkozóan. Több tanulmány megállapította, hogy a **K+F+I** projektek átlagos ütemterv-túllépése jellemzően 25% és 37% között alakul (Zwikael és Sadeh, 2007; Kumar és Thakkar, 2017). Ezért disszertációmban a kockázati hatás, amelyet ρ_d -ként jelölök, feltételezhetően 20% és 40% között van. Ez a szimuláció rávilágít arra, hogy egy program késésének növekedése hogyan függ a függő projektek arányától.

Publikációk mintavételezése

Annak érdekében, hogy a program tagsági értéke és a publikációk száma közötti kapcsolatot meg tudjuk határozni, mintát kellett venni a teljes sokaságból, mivel a hetedik keretprogram projektjeinek esetében a publikációk száma, mint információ nem hívható le adatbázisból, azok kigyűjtését manuálisan végeztem el. A minta reprezentativitása érdekében a multi-projekt környezetben futó projektek és programok aránya a sokasághoz kapcsolódóan került meghatározásra. A következő egyenletet használtuk a megfelelő mintanagyság meghatározásához (Israel, 1992):

$$n^* = \frac{N}{1 + N(e)^2} \quad (47)$$

ahol N a sokaság mérete, e a pontosság szintje, és n^* a megfelelő mintanagyság. 95%-os konfidencia intervallumot véve a minta mérete 400 projekt, a teljes populáció méretéből, ami 25 775 projekt. A mintán belül 224 multi-projekt környezetben futó projekt és 176 program található.

Multi-projekt struktúrában futó projektekhez kapcsolódó szimulációk

A második szimulációban a késleltetés csak a közös erőforrások arányától függ multi-projekt környezetben futó projektek esetében. A közös erőforrások aránya ($r_c(p_i)$) a p_i projektekhez a következőképpen becsülhető.

$$r_c(p_i) = \frac{1}{c(p_i)} \sum_j (1 - d_t(p_i, p_j)) \cdot (1 - d_o(p_i, p_j)) \cdot (1 - d_x(p_i, p_j)) \cdot (\min(c(p_i), c(p_j))) \quad (48)$$

ahol $r_c(p_i) \in [0, 1]$.

Mivel az erőforrás-megosztáshoz, különösen a **K+F+I** projektek fő erőforrásának számító (Chen és tsai., 2019) humánerőforrás-megosztáshoz, időbeli (Elonen és Arto, 2003), szervezeti (Camarinha-Matos és tsai., 2005) és tartalmi (Cooper, Edgett és Kleinschmidt, 2000) átfedések szükségesek, valamint a multi-projekt struktúrában a projektek gyakran hasonló erőforrásigényekkel (Yaghootkar és Gil, 2012) és természettel (Zika-Viktorsson, Sundström és Engwall, 2006) rendelkeznek, ezért a közös erőforrások aránya (r_c) az átfedésektől és az allokálható költségvetéstől

függ.

- $r_c(p_i) = 0$, figyelembe véve a p_i projekt összes projektpárját egy multi-projekt struktúrában, ha vagy nincs időbeni átfedés ($d_t = 1$), vagy nincsenek közös tulajdonosok ($d_o = 1$), vagy a projekt tartalma teljesen más ($d_x = 1$); egyébként
- $r_c > 0$. $r_c \rightarrow 1$, ha a multi-projekt struktúrában a lehető legtöbb p_i projekt átfedésben van, a szervezetek közösek, a projektleírások a lehető leghasonlóbbak, és végül a projektek költségvetései is hasonlóak.

$$t'(p_i) \in (t(p_i), t(p_i) + t(p_i)\rho r_c(p_i)) \quad (49)$$

ahol $\rho \in [0, 1]$ a késleltetés kockázati hatásának együtthatója, amelyet Kumar és Thakkar, 2017 alapján [0.2,0.4]-ben határoztunk meg.

Fontosnak tartom kiemelni azt a jellemzőt, melyre a következő alfejezetben részletesen is kitérek, hogy multi-projekt struktúra esetén a szimulációban egy projekt időtartama ($t'(p_i)$) (p_i) a közös erőforrások arányához kapcsolódik. Így a multi-projekt struktúra kockázatára futtatott a szimuláció jelzi a késleltetés kockázati hatását a közös erőforrásokra.

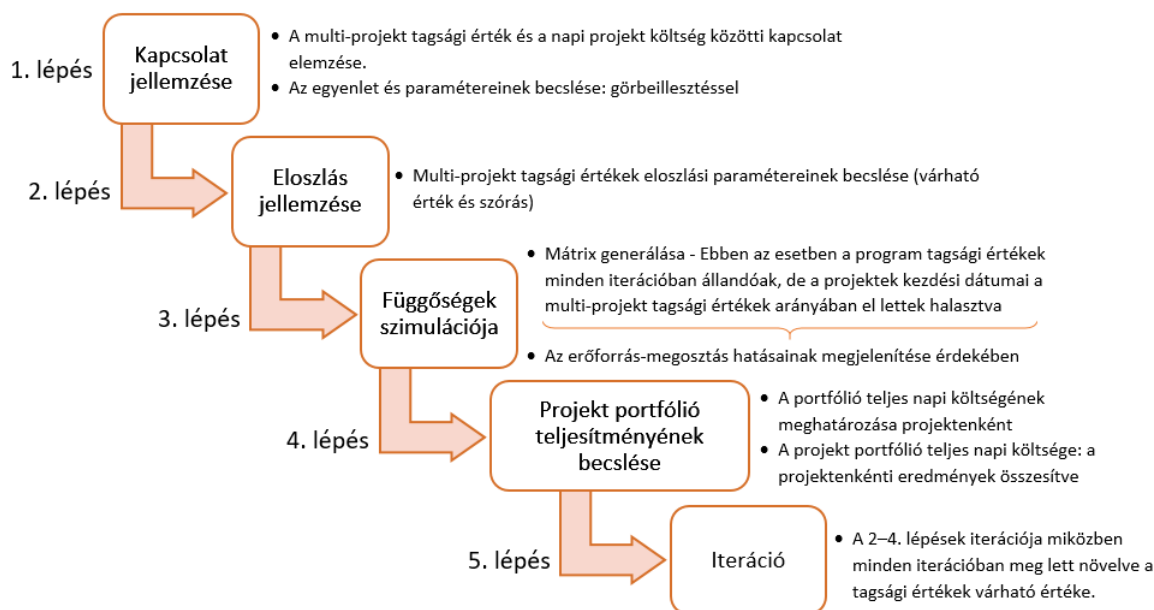
6.3.2. Szimulációk folyamata

A 29. ábra és a 30. ábra bemutatja a programokra és a multi-projekt környezetben futó projektekre futtatott szimulációk folyamatát. Az említett ábrák vonatkozásában szeretnék néhány folyamatra és sajátosságra részletesebben is kitérni.

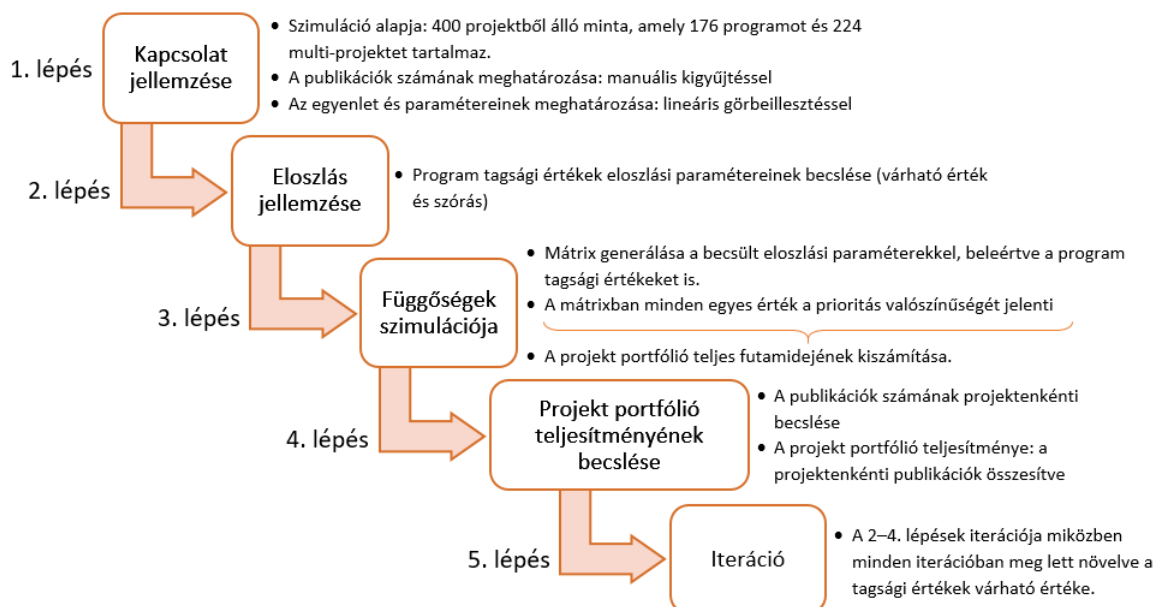
Multi-projekt - és program struktúráknál is a keretprogramok mátrixos megjelenítésére és kezelésére bemutatott módszert használtuk fel a függőségek szimulálására.

Multi-projekt struktúráknál a projektek kezdési dátumai elhalasztásra kerültek a multi-projekt tagsági értékek arányában a következőkben bemutatott jellemzők számításba vétele érdekében:

- Mivel multi-projekt környezetben futó projekteknél az erőforrás túlterhelés késéseket okozhat, meg szeretnénk volna jeleníteni az erőforrások megosztása miatti késedelem hatását.



29. ábra. A multi-projekt struktúrában futó projektekkel kapcsolatban elvégzett szimuláció folyamata (Saját szerkesztés)



30. ábra. A programokkal kapcsolatban elvégzett szimuláció folyamata (Saját szerkesztés)

- Mivel a multi-projekt tagsági érték nagysága attól is függ, hogy mennyiben használnak közös erőforrásokat az érintett projektek, a késések kalkulálásakor ezt a tagsági értéket is számításba vettük.
- Egy-egy multi-projekt struktúrában lévő első projekt kezdési ideje rögzítésre került, és a következő projektek kezdési dátumait a következő képlet alapján módosítottuk:

$$s_i^* = s_i \cdot [1 + \mathcal{M}_m(p_i)] \quad (50)$$

ahol s_i a kezdeti kezdési dátum, s_i^* a késleltetett kezdési dátum, és $\mathcal{M}_m(p_i)$ a i -edik projekt multi-projekt tagsági értéke. Azaz a $\mathcal{M}_m(p_i)$ által jelzett erősebb multi-projekt környezeti jellemzőkkel bíró projektek többet késtek, mivel a $\mathcal{M}_m(p_i)$ az erőforrás megosztást is jelzi. A korábbiakban már bemutatott 21. ábra illusztrálja a késedelmet és annak átfutási időre gyakorolt hatását egy multi-projekt struktúrában lévő két projekt között.

A projekt időtartama és a közös erőforrások aránya közti összefüggésről elmondható, hogy azért volt szükség a projekt időtartamát a közös erőforrások arányához igazítani, mert a projektek közti erőforrás megosztás azt is magával vonja, hogy ha egy már futó projekt lefoglalja egy másik projekt végrehajtásához is szükséges erőforrást, akkor az a később induló, de párhuzamosan futó projekt elkezdésében késedelmet okoz. Ennek az az oka, hogy nem áll rendelkezésre éppen akkor a szükséges erőforrás. Mindezek értelmében a szimulációban azt szeretnénk volna megjeleníteni, hogy minél inkább bír egy projektpár multi-projekt struktúrát leíró jellemzőkkel (amelyet a multi-projekt tagsági érték nagysága mutat), a kapcsolódó projekt annál később tud kezdődni. Így a később induló projekt kezdési dátumát toltuk el a 21. ábrán is bemutatott módon

E fentiekben kifejtett sajátosságok szimulációba való beépítésével az volt a cél, hogy egy valós projekt portfólióban futó multi-projekt környezetnek megfelelő multi-projekt struktúrát tudjunk a szimulációkkal megjeleníteni.

A programokra futtatott szimulációknál a projektek közti függőségi valószínűségek megjelenésének illusztrációja látható a 31. ábrán. A mátrixokban

a nagybetűk a keretprogram projektjeit jelzik a 5.3.1. alfejezetben bemutatott megjelenítési módnak megfelelően.

Programoknál a függőségi valószínűségeket (prioritás valószínűségét) a mátrix diagonálisa felett lévő program tagsági értékek tükrözik (a mátrixban sötétszürke cellaszínnel jelölt értékek). A programtagsági értékeket a MATLAB *"persrnd"* véletlenszám-generátor funkciójával generáltuk. A generálás során csak nn almátrixot alkalmaztunk az átlón keresztül, hogy megakadályozzuk irreális számú projekt egy programba való összekapcsolódását. Ebben az esetben az n -t véletlenszerűen állítottuk be 2 és 5 között egyenletes eloszlást követve, ami azt jelenti, hogy csak 2-5 véletlenszerű részmatrix megengedett az átlón keresztül. Az 5-öt azért választottuk n maximális értéknek, mert a projektek átlagos futamidejét és a keretprogram finanszírozási időszakát figyelembe véve azt állapítottuk meg, hogy maximum 5 projekt követheti egymást a hetedik keretprogram időkeretén belül. Az iterációk során egyre növeltük a program tagsági értékeket, melynek az lett az eredménye, hogy egyre több projekt kapcsolódott össze programként a keretprogramon belül, ahogy az a 31. ábrán is látható az értékek nagyságának növekedéséből és a függőségi viszonyba került projektek számából. A véletlenszámok generálása után ezeket az értékeket diszkretizáltuk, ahogy az a 31. ábra második oszlopában lévő mátrixokon látható. Erre azért volt szükség, mert a szimulációban azt tudtuk figyelembe venni, hogy egy projektpár között van (1-es érték a mátrixban), vagy nincs (0-ás érték a mátrixban) rákövetkezés. A diszkretizálásnál a küszöbértéket 0,5-re állítottuk be. A mátrixokkal kapcsolatban fontos még kiemelni, hogy csak az almátrixok felső háromszögét vettük figyelembe, mivel a függőségek esetén szimmetrikus mátrixok nem értelmezhetők.

Minden iterációban a projekt portfólió időtartamát a kezdő és befejező dátumok, a projektek időtartama és a generált mátrix felhasználásával számítottuk ki a 5.3.1. alfejezetben is bemutatott, átfutási idő kiszámítására felhasználható képletek felhasználásával. Az átlagos projekt portfólió átfutási időt 10 iteráció eredményei alapján határoztuk meg.

Az 1. iteráció eredményeként kapott mátrix

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A		0,53								
B			0,42	0,45						
C				0,47						
D					0,59					
E										
F							0,55			
G								0,48		
H										
I										0,51
J										

→

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A		1								
B			0	0						
C				0						
D					1					
E										
F							1			
G								0		
H										
I										1
J										

i-edik iteráció eredményeként kapott mátrix

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A		0,68								
B										
C				0,58	0,61					
D					0,65					
E						0,47				
F							0,55			
G								0,49		
H									0,54	0,60
I										0,72
J										

→

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A		1								
B										
C				1	1					
D					1					
E						0				
F							1			
G								0		
H									1	1
I										1
J										

n-edik iteráció eredményeként kapott mátrix

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A		0,79	0,65	0,48						
B			0,68	0,71						
C				0,80						
D										
E						0,81	0,65	0,59		
F							0,90	0,75		
G								0,62		
H									0,48	
I										0,91
J										

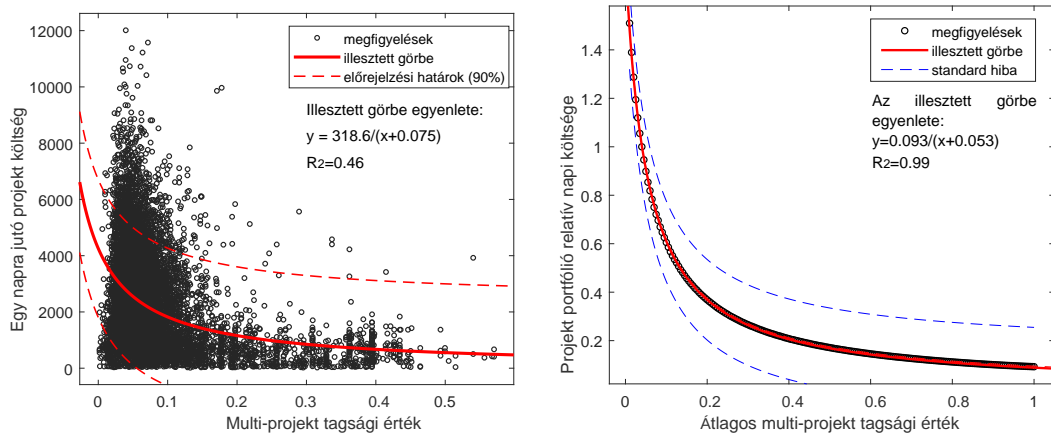
→

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A		1								
B										
C				1	1					
D					1					
E										
F							1			
G								0		
H									1	1
I										1
J										

31. ábra. Programok függőségei valószínűségeire futtatott szimulációk illusztrálása (Saját szerkesztés)

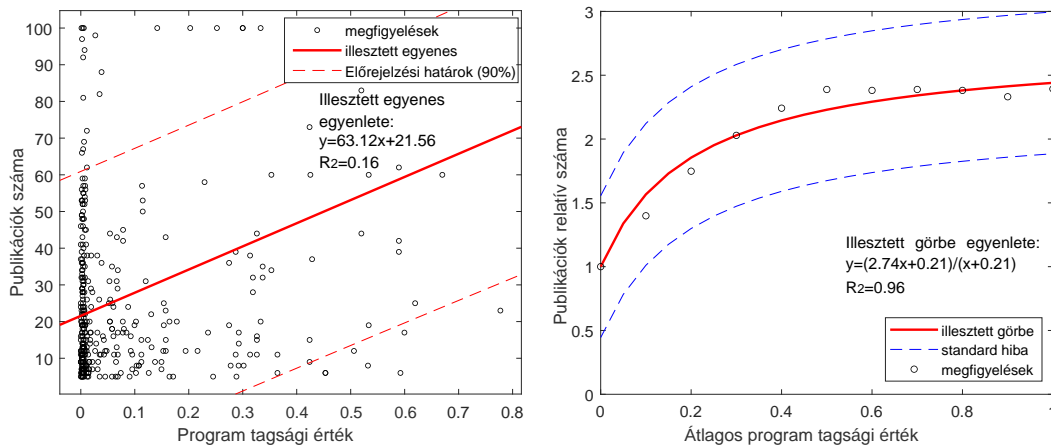
6.3.3. A keretprogramban lévő programok és multi-projekt környezetben futó projektek megváltoztatásának hatása a költségekre és a publikációs teljesítményre

Az első két szimulációval programok esetén a publikációs teljesítmény (melyet a publikációk száma mutat) és a program tagsági érték összefüggését, multi-projekt környezetben futó projektek esetén pedig a projekt portfólió napi költsége és a multi-projekt tagsági érték közti összefüggést vizsgáltuk.



(a) A multi-projekt tagsági érték és az egy napra jutó projekt költség közti kapcsolat

(b) Átlagos multi-projekt tagsági érték megváltoztatásának hatása a teljes napi költségre



(c) Program tagsági érték és a publikációk száma közti kapcsolat

(d) Átlagos program tagsági érték változtatásának hatása a publikációk számára

32. ábra. A publikációk és költségek alakulása az átlagos multi-projekt és program tagsági értékek megváltoztatásának hatására (Kosztján és tsai., 2022a)

A 32.a. ábra a projekt egy napra jutó költségét mutatja a számított multi-projekt tagsági értékekkel összefüggésben. Az ábrán a fekete pöttyök egy-egy keretprogramban futó projektet jelölnek. A napi költségértékeket minden projekthez az

adatbázisból nyertük ki, és egy robusztus görbeillesztési módszert, a [Least Absolute Residuals \(LAR\)](#) módszert alkalmaztunk a kapcsolat racionális függvényként való jellemzésére.

A [32.a.](#) ábra azt mutatja, hogy az egy napra jutó költség csökken, ha a multi-projekt tagsági érték nő. Ez az eredmény megfelel a multi-projekt környezetben futó projektek jellemzőinek, ugyanis a menedzser átszervezheti az erőforrások elosztását és párhuzamosíthatja a tevékenységeket a projekt költségeinek csökkentése érdekében. A multi-projekt tagsági érték növelése pedig azt jelenti, hogy az érintett projektek minél inkább multi-projekt környezeti jellemzőkkel rendelkeznek. Az elvégzett robusztus regressziós analízis eredménye egyrészt mérsékelt determinációs együtthatót ad ($R^2 = 0,46$), másrészt a multi-projekt környezetben futó projektek alacsony aránya esetén nagyobb a variancia. Ez azt jelenti, hogy a napi költségek alakulásában további szempontok is szerepet játszanak; mindazonáltal megállapítható, hogy a multi-projekt tagsági érték jelentős strukturális változó a projektköltség alakulása szempontjából.

A [32.b.](#) ábra a teljes projekt portfólióra vonatkozó összesített eredményeket mutatja a multi-projekt környezetben futó projektek vonatkozásában. A [32.b.](#) ábrán látható, hogy hogyan változik a projekt portfólió egy napra jutó relatív költsége, ha az átlagos multi-projekt tagsági érték változik. Az átlagos multi-projekt tagsági érték itt azt jelenti, hogy vettük az összes projekthez tartozó multi-projekt tagsági érték átlagát. Az ábrán az 1-es érték jelzi azt az elméleti állapotot, hogy mi történne, ha valamennyi keretprogram projektet multi-projekt struktúrában, párhuzamosan hajtánánk végre. Ez az állapot nem valóságos, de tükrözi a multi-projekt struktúrában való megvalósítás által elérhető költségcsökkentési lehetőséget, így ugyanis a projekt portfólió költsége a tényleges állapot kevesebb, mint ötödére lenne csökkenthető (0,2 alatti metszéspont a projekt portfólió relatív napi költségénél). A [32.b.](#) ábra a [32.a.](#) függvényhez igazodik. Ha az átlagos multi-projekt tagsági érték növekszik, azaz több projektet valósítanak meg multi-projekt környezetben, akkor a napi költségek csökkenthetők.

A [32.c.](#) ábra és a [32.d.](#) ábra a programokhoz kapcsolódó eredményeket ábrázolja. Ahogy már korábban is kiemeltem, itt a tagsági érték vonatkozásában a publikációk számának alakulását vizsgáltuk. A [32.c.](#) ábra azt mutatja, hogy ha növeljük a prog-

ram tagsági értéket, a projekt outputja (azaz a publikációk száma) is növekedni fog. Ez azzal magyarázható, hogy egy program követő projektjei építenek a megelőző projektek eredményeire. A növekedés üteme azonban csökken, ezt mutatja a 32.d. ábra, amely a 32.b. ábrához hasonlóan projekt portfólió szinten mutatja az összefüggéseket. A görbe ellaposodásának az egyik oka az, hogy a befejezett projektek száma csökken, mivel a hetedik keretprogram ideje korlátozott, és a projektek közötti átfedések alacsonyak egy programban. Ezenkívül egy programban korlátozott a projektek száma (lásd a 18. ábrát), melyet mi is számításba vettünk a szimulációkban, így egy hosszú program későbbi projektjei már nem fejezhetők be és több publikáció sem jelenhet meg a támogatási időszakban. Végül fontos kiemelni, hogy a függő projektek nagyobb időkockázattal járnak (erre a következő alfejezetben fogok kitérni), mivel ha egy program megelőző projektjénél késedelem van, akkor az késlelteti a követő projekt elindítását is. Ezért általánosságban elmondható, hogy nagyobb arányú programszám esetén nagyobb szórással számolhatunk (lásd 32.d. ábrán a kék szaggatott vonalak terebélyesedését).

6.3.4. Keretprogramok időbeli kockázatelemzése

A második szimuláció abban különbözik az elsőtől, hogy míg az első szimulációban csak azt vizsgáltuk, hogy a programoknál a publikációk, multi-projekt struktúrában pedig a költségek hogy alakulnak a tagsági értékek megváltoztatásának hatására, ebben a szimulációban, - hogy disszertációm kockázatelemzési célkitűzését meg tudjam valósítani - mindkét scenárióban számításba vettük a projekt portfólió szintű átfutási idők alakulását is. Arra a kérdésre kerestük a választ, hogy hogy alakul az átfutási idő és a költség valamint az idő és a publikációs eredmények kapcsolata a keretprogramban, ha változik a program - valamint a multi-projekt struktúrát jellemző átlagos tagsági értékek nagysága. Ezzel azt szeretnénk volna megvizsgálni, hogy a programok valamint multi-projekt környezetben futó projektek arányának növelése mennyiben növeli a keretprogram teljes átfutási idejét.

A projekt portfólió időtartamának alakulását azért is szükséges mindkét szimulációs scenárióban megvizsgálni, mivel multi-projekt környezetben futó projektek esetén az erőforrás túlterhelés miatt alakulhat ki jelentős késedelem, programoknál pedig a projektek egymásra épülése miatt a megelőző projekt késése a követő

projekt(ek)re is hatással van.

A multi-projekt struktúrákban végzett szimulációk során azért esett a választás a költségekre, mivel multi-projekt struktúrát elsősorban a költséghatékonyság miatt érdemes alkalmazni, az erőforrások megosztása a párhuzamosan futó projektek között ugyanis költséghatékonyabb megvalósítást eredményez (Fu és Zhou, 2021; Fricke és Shenbar, 2000). Ezek a projektek viszont, mivel részben vagy egészben párhuzamosan futnak, nem építenek egymás eredményeire, így a megelőző projektekből származó eredményeket nem tudják felhasználni. Ennek következtében nem vezetnek jobb publikációs teljesítményhez.

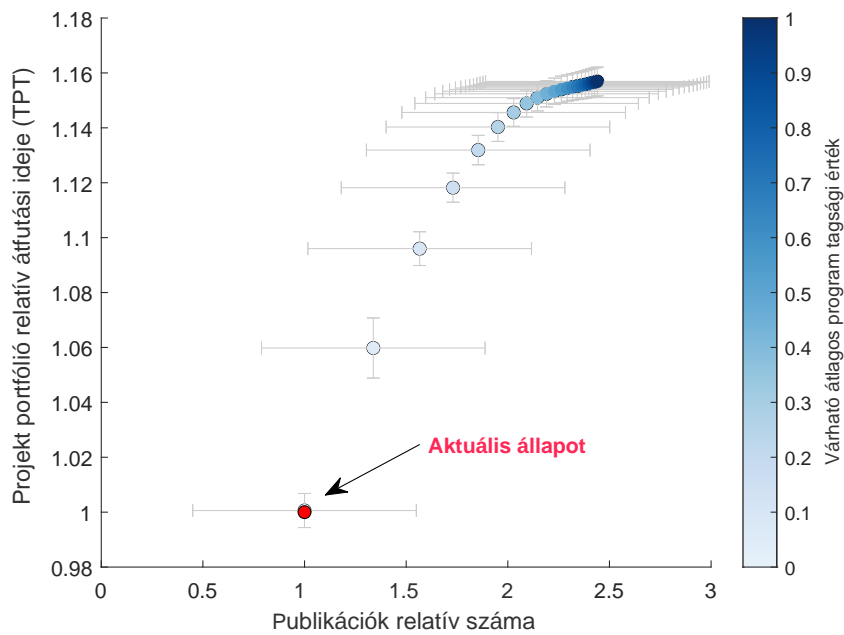
Programok esetén pedig azért a publikációkat vizsgáltam, mivel program struktúrában elsősorban azért érdemes végrehajtani a projekteket, mivel ezek a projektek építenek egymás eredményeire, ezért általában jobb eredmények születnek a követő projektek végrehajtását követően, mint egyedileg, egymástól függetlenül végrehajtott projektek esetén (Ferns, 1991). Költségek tekintetében programként való végrehajtással nem tudunk megtakarítást elérni, mivel ezeket a projekteket jellemzően sorosan hajtják végre.

A fenti szakirodalmi állításokat számításokkal is igazoltuk. A keretprogramokra végzett futtatások során azt tapasztaltuk, hogy sem a multi-projekt tagsági érték és a publikációk száma, sem pedig a program tagsági érték és a napi projekt költség között nem volt megfigyelhető szignifikáns összefüggés.

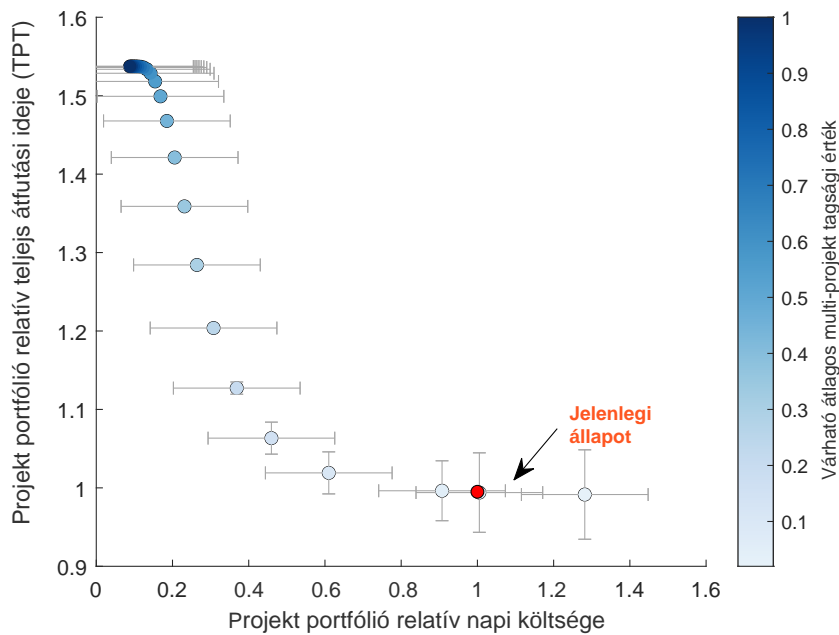
Az elvégzett szimulációkban minden pontot többször generáltunk, a 33. és a 34. ábrán a körök a várható értéket, míg a hibasávok a generált adatpontok szórását tükrözik adott iterációnál.

A piros színnel jelzett (1,1) koordináta a 33 ábrán mutatja a programok arányának, 34. ábrán pedig a multi-projekt környezetben futó projektek arányának aktuális állapotát a projekt portfólióban. Az átlagos program tagsági érték növelése jóval jelentősebben növeli a projektek teljesítményét (azaz a publikációk relatív számát), mint a projekt portfólió időtartamát (relatív TPT-t) (lásd a 33. ábrát).

A 33. ábráról leolvasható továbbá, hogy a projekt portfólió szintű átfutási idő nem olyan érzékeny a program tagsági érték változására, mint a publikációk száma, mert egy szélsőséges esetben, ha 0,9-re emelem az átlagos program tagsági értéket, akkor a teljes átfutási idő mindössze 16 százalékot növekedne, de ilyen magas prog-



33. ábra. A publikációk relatív száma és a projekt portfólió teljes átfutási ideje (TPT) közti kapcsolat (Forrás: (Kosztján és tsai., 2022a))



34. ábra. A projek portfólió relatív napi költsége és a teljes átfutási ideje (TPT) közti kapcsolat (Forrás: (Kosztján és tsai., 2022a))

ram tagsági érték mellett kétszer annyi publikáció születne.

Az adatpontok szórása a projekt portfólió átfutási idejét tekintve a program tagsági értékének növekedésével folyamatosan csökken (függőleges hibasávok), míg a szimulált adatpontok szórása szinte független a publikációk számától (vízszintes hibasávok).

A 34 ábra lényegében egy idő-költség átváltási görbét ábrázol. A multi-projekt környezetben futó projektek átlagos tagsági értékének növelése csökkenti a napi költséget és növeli a projekt portfólió átfutási idejét. A hosszabb futamidő miatti többlet napok számát megszorozva a napi költséggel megkapjuk a többletköltségeket, de ez a többletköltség kevesebb, mint az a költségcsökkentésből fakadó összeg, amit a projekt portfólió napi költségének csökkentésével sikerült elérni.

A szimuláció során a szórás napi költség esetén állandó (vízszintes hibasávok), míg a projekt portfólió szintű átfutási idő változásának szimulálásakor gyorsan nullára csökken (függőleges hibasávok).

A hetedik keretprogram projektjeinek kockázatelemzésére futtatott szimulációk rámutatnak arra, hogy számos előny származhat a keretprogramok, vagy akár más K+F+I projektek projekt portfólióként való elemzéséből és kezeléséből. Ezeket az előnyöket részletesen, valamint a projektek egy részének a jelenlegitől eltérő struktúrában való megvalósításának hatását számszerűen a 7. fejezetben fogom kifejteni.

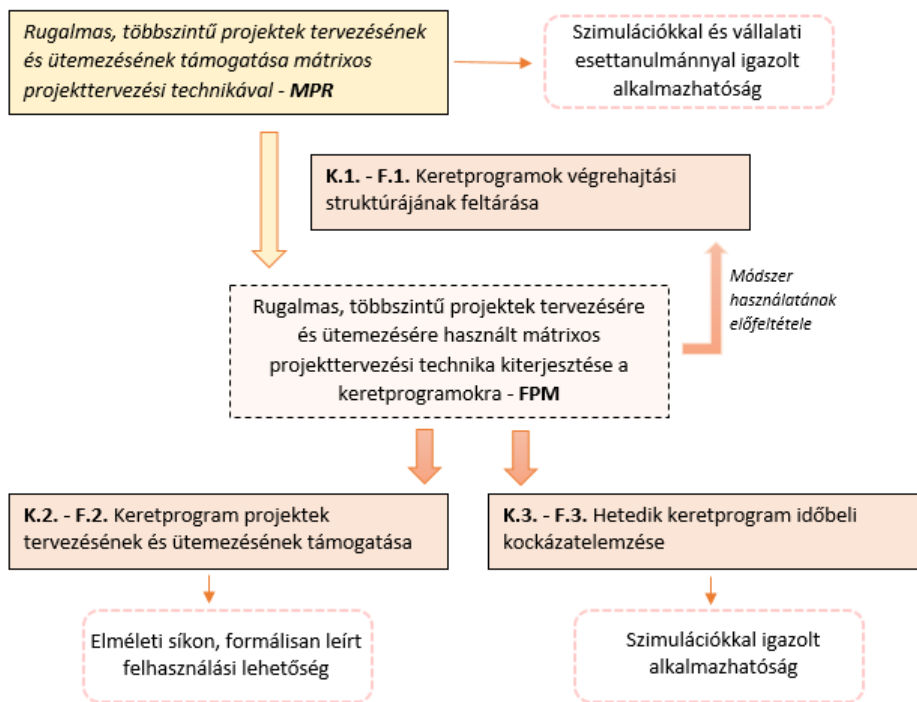
7. Eredmények összegzése

A 35. ábra szemlélteti, hogy a disszertációmban megfogalmazott kutatási kérdések között milyen összefüggések vannak, és ezekre a kutatási célkitűzésekre milyen jellegű eredményeket kaptam.

A disszertációm módszertani fejlesztésének kiindulópontjaként kidolgozott mátrix-alapú módszerrel szemléletesen modellezhetőek a különböző projektmenedzsment megközelítésekkel kezelt projekt portfóliók, az MPR algoritmus pedig igazoltan megtalálja a döntéshozói igényeknek megfelelő, optimális megoldást. A módszer alkalmazása rávilágított arra, hogy rugalmas projektmenedzsment megközelítésű projekt portfólióknál jelentősen több korlátokon belül megvalósítható megoldást talál. Az algoritmus modellezésére szoftverfejlesztési projektet választottunk. A tervezhetőség javítását a rugalmasság számbavételével sikerült elérni, az ütemezhetőség javítását pedig az átfutási idők csökkentése által. Az átfutási idő csökkentésének képessége a vizsgált szoftverfejlesztési projektek esetén azonban összefügg a rugalmasság kihasználásának lehetőségével, ugyanis az ilyen projektkörnyezetben jellemzően eleve magas a párhuzamosan futó tevékenységek aránya, így itt bár a megvalósítható projektek időigénye csökkenthető, ugyanakkor további párhuzamosításra már kevésbé nyílik lehetőség. Emiatt a párhuzamosítási lehetőséget a módszer kevésbé tudta kihasználni, ezért a rugalmasságból adódó átstrukturálási lehetőségekkel élt a módszer. Természetesen egy olyan projekttervben, amelyben jellemzően kisebb a párhuzamosan futó tevékenységek, projektek aránya (például egy kutatás-fejlesztési projekt esetében), a módszernek nagyobb mozgásteret van a tevékenységek párhuzamosítására, így az időigény pótlólagos költségek és/vagy tartalom szűkítése nélkül is csökkenthető lenne. Ezeket a lehetőségeket, opciókat az MPR algoritmus hatékonyan ki tudja használni, és megadja a célfüggvényeknek megfelelő, optimális megoldást.

Disszertációm első kutatási kérdésének keretében azzal foglalkoztam, hogy a keretprogram projektekről rendelkezésre álló adatokból hogyan modellezhető egy keretprogram projekt végrehajtási struktúrája. Erre a lépésre a második és a harmadik kutatási kérdésem megválaszolása érdekében volt szükség.

Az első kutatási kérdés kidolgozása során tehát a (Kosztján és tsai., 2022a) tanulmányunkban is megjelent projekt kategorizálást mutattam be a CORDIS-ról



35. ábra. Disszertáció eredményeinek összefüggései (Saját szerkesztés)

kinyert, hetedik keretprogram adatait tartalmazó adatbázis felhasználásával. A projektek összekapcsolódásait projekt portfólió projekt végrehajtási struktúra szerint vizsgáltuk. Az egyes projektek tagsági értékét a portfólióelemek besorolásának sajátos jellemzői alapján becsültük meg. Azt az eredményt kaptuk, hogy a keretprogramban lévő projektek a 5.2.1. alfejezetben definiált távolságok szerint osztályozhatók az időbeni átfedés időtartama, a projektek elsőbbsége, tulajdonlása, volumene és tartalma (leírása) szempontjából. Az egyes projektek tagsági értékei - azaz hogy egy keretprogram projekt mennyiben bír program vagy multi-projekt környezeti jellemzőkkel - pedig megbecsülhetők a 5.2.2. alfejezetben bemutatott távolságmátrixok segítségével.

Ezek az eredmények empirikus bizonyítékot nyújtanak a hetedik keretprogram projektek projekt portfólió végrehajtási struktúra szerint elvégezhető osztályozására. Az eredmények azt mutatják, hogy a projektek több mint fele (13 555 db) egyedi projekt a hetedik keretprogram projekt portfólió struktúrájában. Érdekes és fontos kiemelni, hogy a hetedik keretprogram végrehajtási struktúrájában nagyon alacsony a programok aránya, beleértve egyrészt a 106 programot és azt a 742 további projektet is, amelyek mind program alprojektjének, mind multi-projekt környezetben futó projektnek tekinthetők (lásd 16. ábrán). Ezek a megállapítások rávilágítanak

az Európai Unió hetedik keretprogramjából alkotott projekt portfólió valós szerkezetére és a különböző projektek azon belüli megoszlására.

Összességében megállapítható, és a számítások során egy, a hetedik keretprogram projektekből kiemelt valós mintán is igazoltam, hogy a bemutatott módszerrel egy természetesen, manuális beavatkozás nélkül kialakult projekt portfólió végrehajtási szerkezete - a szükséges adatok elérhetősége esetén - szakirodalmi alapokra fektetve nagyon pontosan feltérképezhető.

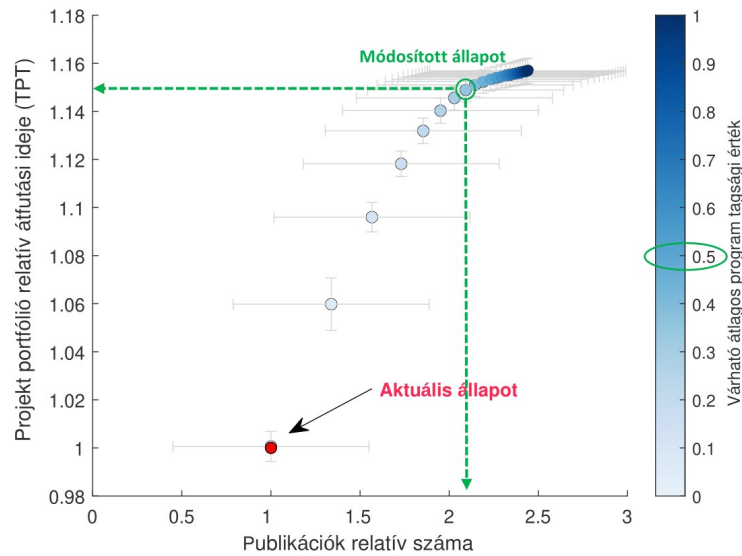
Disszertációm második kutatási kérdésénél a keretprogramokat olyan projekt portfólióknak tekintettem, amelyek projektjei bár különböző projekt végrehajtási struktúrákba kapcsolódnak össze, azok mögött nem áll projekt portfólió menedzsment tevékenység, azokat sosem tervezték és kezelték projekt portfólióként.

A keretprogramokhoz kapcsolódó, általam kiterjesztett [FPM](#) algoritmusnak kétféle felhasználhatósági lehetőségét mutattam be.

- Kitértem arra, hogy a szükséges adatok rendelkezésre állása esetén a modellt már a keretprogram projektjeinek kiválasztási szakaszában is lehetne használni. Ezzel nemcsak a keretprogramok projektjeinek kockázatelemzése, hanem tervezésének és ütemezésének támogatása is megvalósítható lenne.
- Bemutattam a modell keretprogram projektek kockázatelemzésében való felhasználhatóságát projekt portfólió szinten. A hetedik keretprogram kockázatelemzésére szimulációkat végeztünk, melyek disszertációm harmadik kutatási kérdését hivatottak megválaszolni.

Az [FPM](#) algoritmus kidolgozására végzett kutatómunka során feltártam a mindennapi projekt portfólió környezetben futó projektek és a keretprogramok projektjeinek különbözőségeit, bemutattam, hogy mik a különbségek és mik a hasonlóságok egy hagyományos projekt portfólió és egy keretprogram mátrixos megjelenítésében, mit tekintünk vizsgálati egységnek, és hogy értelmezhetőek keretprogramok esetén a projektek, projekt portfólióknál pedig a tevékenységek között lévő kapcsolatok. Kitértem továbbá arra, hogy milyen módon jeleníthetőek meg a különböző, definiált végrehajtási struktúrák mátrixokban, hogy számítható ki a bennük foglalt projektek teljes átfutási ideje, azok várható értéke és kockázata.

A harmadik kutatási kérdésem megválaszolása érdekében szimulációkat végeztünk, amelyek során a költségek (a késések kockázata és a projektek relatív



36. ábra. A program tagsági érték növelésének hatása a publikációk számára és a projekt portfólió átfutási idejére (Saját szerkesztés)

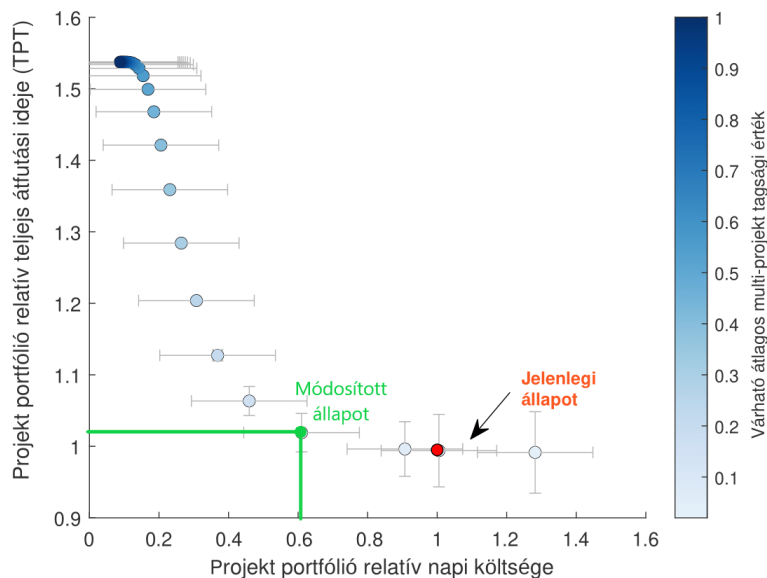
költségei) és a publikációk érzékenységet vizsgáltuk a multi-projekt környezetben futó projektek és programok megoszlásában bekövetkezett változásokra egy adott, hetedik keretprogram projektjeiből alkotott projekt portfólión belül.

Elsőként arra szeretnék kitérni, hogy a keretprogram projektekből álló projekt portfólióra hogy hatott a programok, majd a multi-projekt környezetben futó projektek arányának növelése.

Az eredmények azt mutatják, hogy a programok érzékenyebbek az outputokra (azaz a publikációk számára), mint a projekt portfóliók időtartamára. Ez számszerűen például azt jelenti, hogy ha a várható átlagos program tagsági értéket közel nulláról 0,5-re növeljük, akkor a publikációk száma körülbelül 2-szeresére, míg a teljes átfutási idő csak 1,15-szeresére nő (lásd 36. ábra).

Nevezetesen, a keretprogramok 7 éves korlátozása és egy keretprogramon belüli projektek átlagos 1,5 éves időtartama miatt csak 3-5 projekt indítható egy programon belül; ezért a késések hatása jóval kisebb, mint a publikációk számának növekedése. Ez az eredmény fontos szakpolitikai vonzatra utal, mivel a programok egyedi projektek rovására történő támogatása a publikációk számának (teljesítmény) jelentős növekedését eredményezi, míg ezáltal az átfutási idő keretprogram szinten csak kis mértékben növekszik.

A multi-projekt környezetben futó projektek vonatkozásában megállapítható,



37. ábra. A multi-projekt tagsági érték növelésének hatása a projektek napi költségére és a projekt portfólió átfutási idejére (Saját szerkesztés)

hogy egy multi-projekt struktúrában lévő projektek érzékenyebbek a relatív napi költségre, mint az átfutási időre, körülbelül 0,3-as várható átlagos multi-projekt tagsági értékig. A 0,3-as érték felett pedig a multi-projekt struktúrában lévő projektek érzékenyebbek az átfutási időre, mint a relatív napi költségére. Mindez azt jelenti, hogy a keretprogram projektek multi-projekt struktúrában való megvalósításának ösztönzése 0,3-as átlagos multi-projekt tagsági értékig kisebb mértékben növeli a keretprogram teljes átfutási idejét, mint amekkora költségcsökkentést eredményez, 0,3-as átlagos multi-projekt tagsági érték felett azonban magasabb a keretprogram átfutási idejében tapasztalt növekedés, mint a költségcsökkentés lehetősége. Kiemelve egy példát, ha a várható átlagos multi-projekt tagsági értéket közel nulláról 0,2-re növeljük, a relatív napi költség körülbelül 40 %-kal csökken, míg a projekt portfólió teljes átfutási ideje kevesebb, mint 5 %-kal nő (lásd 37. ábra). Azt, hogy 0,3-as multi-projekt tagsági érték felett nagyobb az időtartam növekménye, mint a költségcsökkentés lehetősége a görbe 0,3-as érték feletti meredek emelkedése is mutatja.

Mindez azt jelenti, hogy a multi-projekt struktúrában való végrehajtást csak addig érdemes ösztönözni, amíg az abból származó előnyök jelentős átfutási idő növekedés nélkül kiaknázhatók.

A hetedik keretprogram projekt végrehajtási struktúrájáról megállapítottam,

hogy abban rendkívül magas az egyedi projektek aránya. A feltárt végrehajtási struktúrában a multi-projekt - illetve program struktúrában futó projektek az összes projekt körülbelül 10 %-át tették ki. Az eredményeim azonban rávilágítanak arra, hogy a hetedik keretprogramban a relatív költség csökkenthető, a teljesítmény (publikációk száma) pedig növelhető szinte változatlan átfutási idő mellett a végrehajtási struktúra megváltoztatásával, vagyis a projektek nagy arányban egyedi projektként való megvalósítása helyett a program - és multi-projekt struktúrák arányának mérsékelt növelésével (gyakorlati szinten a szimulációkban ezt az átlagos tagsági értékek változtatásával értük el). Ezek az eredmények új perspektívát nyújtanak a hetedik keretprogram projektjeinek megvalósítási módjára, melyeket a jövőbeni keretprogramok tervezésénél és megvalósításánál a politikai döntéshozóknak is érdemes figyelembe venniük.

8. Összefoglalás

Disszertációmban elméleti és gyakorlati vizsgálatainak középpontjába a projekt portfóliókat, és az ilyen módon strukturált hetedik keretprogramot helyeztem. A keretprogramok tervezésére, ütemezésére és kockázatelemzésének támogatására mátrixos projekttervezési technikát alkalmaztam. A keretprogramokra kiterjesztett mátrixos projekttervezési módszer alapjául bemutattam a vállalati környezetben használható [MPR](#) algoritmust, amelynek validálására készítettem egy vállalati esetpéldát, emellett a hatékony alkalmazhatóság igazolására szimulációkat végeztünk. A kidolgozott [FPM](#) algoritmust a gyakorlatban - a hetedik keretprogram projekt portfólióként való strukturálásának elvégzése után - kockázatelemzésénél használtam fel. Ennek során szimulációkat végeztünk, amelyek eredményeként feltártam azokat az előnyöket, amelyek a keretprogram projektek projekt portfólió végrehajtási struktúrájának feltárásából és számbavételéből származnak, úgy mint az átstrukturálásból fakadó publikáció növelési - és költségcsökkentési lehetőség, figyelembe véve a keretprogram időtartamának alakulását. Elméleti síkon pedig bemutattam az algoritmus felhasználhatóságát a keretprogramok tervezésének és ütemezésének támogatására.

8.1. Tézisek

A következőkben megadom disszertációm téziseit, a [15.](#) táblázatban pedig összegzem a disszertációm célkitűzései alapján megfogalmazott kutatási kérdéseket, a szakirodalmak alapján tett feltételezéseket, és a gyakorlati számítások valamint szimulációk eredményeként megfogalmazott téziseket.

T.1. A multi-projekt és program tagsági értékek szakirodalmi jellemzőkön alapuló meghatározásával azonosíthatóak a projekt portfólióként modellezett keretprogramok projekt végrehajtási struktúrájában lévő egyedi projekt-, multi-projekt-, és program struktúrák.

T.2. Az [Multilevel Project Ranking \(MPR\)](#) algoritmus kiterjesztésével kidolgozott [Framework Precedence Matrix \(FPM\)](#) algoritmussal megvalósítható a projekt portfólióként strukturált keretprogramok tervezése, ütemezése és a modell felhasználható a kockázatelemzés támogatására.

T.3. A komplex projekt végrehajtási struktúrák arányának növelése a hetedik keretprogramban kisebb mértékben növeli a projekt portfólió szintű átfutási időt, mint az átstrukturálás révén elérhető költségcsökkenés és publikációs teljesítmény növekedés.

T.3.a. A program struktúrák arányának növelése a hetedik keretprogram projekt végrehajtási struktúrájában kisebb átfutási idő növekménnyel jár, mint amekkora publikációs teljesítmény növekedés érhető el általa.

T.3.b. A multi-projekt struktúrák arányának növelése a hetedik keretprogram projekt végrehajtási struktúrájában 0,3-as átlagos multi-projekt tagsági értékig kisebb mértékben növeli a projekt portfólió szintű átfutási időt, mint amekkora költségcsökkentés érhető el általa. 0,3-as átlagos multi-projekt tagsági érték felett azonban magasabb átfutási idő növekménnyel kell számolni, mint az általa elérhető költségcsökkentés lehetősége. Az átlagos multi-projekt tagsági érték nagysága a projekt portfólióban lévő multi-projekt struktúrák arányához igazodik.

15. táblázat. Kutatási kérdések, feltételezések és tézisek összegzése (Saját szerkesztés)

	Kutatási kérdések	Feltételezések	Tézisek
1.	Lehetséges-e az Európai Unió keretprogramok projektjeiről rendelkezésre álló adatok alapján a keretprogramok projekt végrehajtási struktúrájának modellezése?	A projekt portfóliót alkotó projektek és programok szakirodalmi jellemzői, valamint a keretprogramok projektjeiről rendelkezésre álló adatok alapján lehetséges az egyedi és komplex projekt végrehajtási struktúrák kialakítása és modellezése.	A multi-projekt és program tagsági értékek szakirodalmi jellemzőkön alapuló meghatározásával azonosíthatóak a projekt portfólióként modellezett keretprogramok projekt végrehajtási struktúrájában lévő egyedi projekt-, multi-projekt- és program struktúrák.
2.	Mátrixos projekttervezési technikával elvégezhető-e az Európai Unió keretprogramok tervezése, ütemezése és kockázatelemzése?	A vállalati projekt portfóliókra is alkalmazható mátrix-alapú projekttervezési technikával elvégezhető a keretprogramok tervezése, ütemezése és felhasználható a kockázatelemzésben.	Az MPR algoritmus kiterjesztésével kidolgozott FPM algoritmussal megvalósítható a projekt portfólióként struktúrált keretprogramok tervezése, ütemezése és a modell felhasználható a kockázatelemzés támogatására.
3.		A hetedik keretprogramon belüli komplex projekt végrehajtási struktúrák ösztönzése fokozza a keretprogram kockázati forrásainak, azaz a projekt interakciók megjelenésének mértékét, ennek következményeképpen megváltoztatja a projekt portfólió peremfeltételeit.	A komplex projekt végrehajtási struktúrák arányának növelése a hetedik keretprogramban kisebb mértékben növeli a projekt portfólió szintű átfutási időt, mint az átstrukturálás révén elérhető költségcsökkenés és publikációs teljesítmény növekedés.
3.a.		A program struktúrák arányának növelése a projektek közti eredményfüggőség miatt növeli a projekt portfólió szintű átfutási időt és az elérhető eredményeket.	A program struktúrák arányának növelése a hetedik keretprogram projekt végrehajtási struktúrájában kisebb átfutási idő növekménnyel jár, mint amekkora publikációs teljesítmény növekedés érhető el általa.
3.b.	Milyen kockázati következményekkel jár a hetedik keretprogramon belüli komplex projekt végrehajtási struktúrák arányának növelése az egyedi projektekhez képest?	A multi-projekt struktúrák arányának növelése az erőforrás megosztás miatt növeli a projekt portfólió szintű átfutási időt és csökkenti a költségeket.	A multi-projekt struktúrák arányának növelése a hetedik keretprogram projekt végrehajtási struktúrájában 0.3-as átlagos multi-projekt tagsági értékig kisebb mértékben növeli a projekt portfólió szintű átfutási időt, mint amekkora költségcsökkentés érhető el általa. 0.3-as átlagos multi-projekt tagsági érték felett azonban magasabb átfutási idő növekménnyel kell számolni, mint az általa elérhető költségcsökkentés lehetősége. Az átlagos multi-projekt tagsági érték nagysága a projekt portfólióban lévő multi-projekt struktúrák arányához igazodik.

8.2. A kutatás eredményeinek hasznosíthatósága és annak korlátai

A kutatómunkám során elért eredmények hasznosíthatóságát és annak korlátait együttesen fogom bemutatni, mivel számos összefüggés található köztük, és ki szeretném emelni a kidolgozott módszer felhasználhatóságát némely felmerülő korlát feloldásában is.

Disszertációm elsődleges célkitűzése egy keretprogramok tervezését, ütemezését és kockázatelemzését támogató mátrix-alapú projekttervezési módszer kidolgozása volt. Azt feltételeztem, hogy a vállalati projekt portfólió menedzsment szemlélete, módszerei az EU-s keretprogramokra is érvényesíthetők, vagyis egy olyan környezetre, amit nem terveztek és ütemeztek projekt portfólióként. Ebből kiindulva egy vállalati környezetben hatékonyan alkalmazható módszert fejlesztettem tovább oly módon, hogy a keretprogramok sajátosságait figyelembe véve is alkalmazható legyen. A módszertani kidolgozás kiindulópontjaként tehát bemutattam egy olyan projekttervezési, ütemezési módszertant, amely hatékonyan alkalmazható a rugalmas és hagyományos projektmenedzsment megközelítésű projekt portfóliók tervezésére, ütemezésére és modellezésére. A bemutatott MPR algoritmus emellett lehetőséget ad a projektek közötti közös erőforrások elosztásának modellezésére és kezelésére, valamint figyelembe veszi a projektek között jelenlévő determinisztikus/sztokasztikus kapcsolatokat is. Az eredmények igazolták, hogy az MPR algoritmus képes projekt portfóliók és multi-projekt környezetben futó projektek esetén az optimális megoldás megadására, rugalmas projektmenedzsment környezetben pedig több megengedett megoldás megtalálására, és a korlátokon belül megvalósítható projekt számának növelésére. A módszer hatékonyságát emellett egy több éven át tartó vállalati esetpélda keretében a gyakorlatban is igazoltuk. Mindez azt bizonyítja, hogy az MPR algoritmus - keretprogramokkal kapcsolatos vizsgálatoktól függetlenül - egy hatékonyan alkalmazható módszer vállalati projekt portfóliók tervezésére és ütemezésére.

Mivel a modell keretprogramokra való kiterjesztésének egy fontos előfeltétele volt a keretprogram projektekből alkotott projekt portfólió projekt végrehajtási struktúra feltárása, a modell formális leírásának és alkalmazási lehetőségeinek bemutatása előtt a projekt portfólió elemeinek szakirodalmi jellemzői alapján definiáltuk

a lehetségesen előforduló logikai struktúrákat (egyedi projekt struktúra, multi-projekt struktúra és program struktúra), és besoroltuk ezekbe a pályázatban nyertes projekteket. A hetedik keretprogram projekt portfólió szerinti strukturálásával rávilágítottam, hogy egy emberi beavatkozás nélkül kialakult, úgynevezett "strukturálatlan" projekt portfólió szerkezete nagyon pontosan feltérképezhető kevés, gyakran nyilvánosan elérhető adattal. Bár disszertációmban az alkalmazott és kiterjesztett módszereket, valamint a futtatott szimulációkat a hetedik keretprogram adatain keresztül mutattam be, a kidolgozott projekt strukturálási módszer nem korlátozódik a bemutatott keretprogramra. Csupán annyi elvárásnak kell a projektek esetén teljesülnie, hogy valamennyi projektnek legalább az alábbi 5 tulajdonságát ismerjük:

- költségvetés,
- időtartam (beleértve a projektek kezdési és befejezési időpontját),
- projekt eredménye (jelen esetben a publikációk száma),
- projektet végrehajtó szervezet,
- projekt leírása (tartalma).

Ezáltal nemcsak a keretprogramok együttműködési hálózata, hanem a projektek szerkezete és kapcsolatai is feltárhatók.

A kutatómunkám során kifejlesztett [FPM](#) algoritmussal a vállalati projekt portfólió környezetben az [MPR](#) algoritmus nyújtotta lehetőségek keretprogramokra is érvényesíthetőek. Az algoritmus egy korlátja a dolgozatban, hogy annak tervezésre és ütemezésre való felhasználhatóságát szimulációkkal nem tudtam igazolni, mivel nem álltak rendelkezésemre a projektek kiválasztásához a pályázatok elbírálásakor alkalmazott döntéshozói preferenciák, valamint nem volt elérhető valamennyi pályázatra benyújtott projekt idő, költség és eredmény adata.

A keretprogramok kockázatelemzésének projekt portfólió végrehajtási struktúrán való elvégzésén keresztül a multi-projekt - és program struktúrák szerint futtatott szimulációk új megvilágításba helyezik a keretprogram szintű átfutási idő, a költségek és a publikációs teljesítmény alakulása, valamint a projektek megvalósítási módja közti összefüggéseket. Ezek az eredmények olyan lehetőségekre hívják fel a

figyelmet, amelyeket érdemes figyelembe venni a jövőbeni keretprogramok tervezése és végrehajtása során. Ilyen feltárt lehetőségek a dolgozatban:

- A keretprogramok tudományos eredménye (melyek közül elemzéseimben a publikációk számát vizsgáltam) nagy mértékben növelhető - a költségekre és az időtartamra gyakorolt csekély hatás mellett - a keretprogram végrehajtási szerkezetének átalakításával. Ennek azonban előfeltétele a projekt portfólió megközelítés és eszközrendszer gyakorlati bevezetése és alkalmazása.
- Annak ellenére, hogy az EU-nak a keretprogramok projektjeinek finanszírozásával az egyik fő célja a szervezetek közötti együttműködés fokozása (N° 1982/2006/EK határozat; European Parliament (2006)), a bemutatott eredmények szerint a hetedik keretprogram projekt portfóliója továbbra is túlnyomórészt különálló, egyedi projektekből áll. A komplex projekt végrehajtási struktúrák ösztönzésével az EU hatékonyabban meg tudna felelni a keretprogramok szervezeti együttműködés fokozására irányuló célkitűzésének. (A komplex projekt végrehajtási struktúrák néhány ösztönzési lehetőségét az alábbiakban ki fogok emelni.)

A bemutatott eredmények emellett rávilágítottak arra, hogy a szakirodalmi megállapítások az egyedi projektek, multi-projekt környezetben futó projektek és programok elosztásának idő-, költség- és eredményre gyakorolt hatásaival kapcsolatban egy eredetileg strukturálatlan projekt portfólió esetén (mint a hetedik keretprogram) is érvényesek.

Ahogy a fentiekben is említettem, a jövőbeni keretprogramokra érvényesíthető előnyök egyik előfeltétele a projekt portfólió megközelítés és eszközrendszer gyakorlati bevezetése a keretprogramok tervezési folyamatába. Ennek azonban van egy korlátja, amely több ízben is megjelent dolgozatomban, miszerint a közfinanszírozott K+F+I programokat gyakran nem lehet előrelátóan megtervezni, strukturálni, mivel azokat - akár csak a keretprogramokat - alulról felfelé építkező hálózatok hajtják végre, ezáltal nem jellemző rájuk a projekt portfólió menedzsment felülről történő kiválasztási logikája. Eredményeim azonban ilyen szerveződés mellett is hasznosíthatóak, és itt mutatkozik meg igazán a kutatási célkitűzésem haszna, vagyis hogy miért is érdemes projekt portfólióként tervezni és ütemezni a keretprogramokat,

valamint a projekt portfóliókat jellemző struktúrák figyelembe vételével elvégezni a kockázatelemzést. A kidolgozott módszerben rejlő lehetőségek alulról felfelé történő szerveződés esetén a következők:

- Lefutott keretprogramok strukturális jellemzőinek hasznosítása a jövőbeni keretprogramokra
 - A már lefutott keretprogramokról megállapított strukturális jellemzők jövőbeni felhasználására azáltal van lehetőség, hogy a pályázatkírók a keretprogramban lévő projektek végrehajtási struktúráit befolyásolni tudják a pályázatok kiírási szakaszában.
 - Például, ha a szakmai tapasztalatot díjazzák – ahogy történt ez a H2020-as keretprogramnál is – akkor arra számíthatunk, hogy leginkább olyan szervezetek fognak pályázni, akiknek már van korábbi keretprogramok során szerzett tapasztalata. Mindez azt vetíti előre, hogy a projektek jelentős része program struktúrákba fog szerveződni, mivel a követő projektek építenek a megelőző projektek eredményeire.
 - Ugyanakkor, ha a kiválóságot helyezik előtérbe, és belépési korlátokat fogalmaznak meg, akkor kevesebb intézmény tud a pályázatokban nyertesként megjelenni, és nekik kell a rendelkezésre álló szűkös erőforrásaikat megosztani az egyidejűleg futó projektek között. Ez a fajta kiírás várhatóan a multi-projekt környezetben futó projektek arányának növekedéséhez vezet.
- Projekt portfólió menedzsment szerepének és feladatának gyakorlati bevezetése a felmerülő stratégia kialakítási típusnál kiemeltékhez hasonlóan (lásd. [2.1. fejezetben](#), [1. táblázatban](#) bemutatott szerepek alapján):
 - A **PPM** szerepe nemcsak a tervezett stratégia végrehajtásában rejlik, hanem a felmerülő elemek (keretprogramok esetén projektek) megfelelő kezelésében és a stratégiába való beillesztésében is.
 - Amennyiben több projekt igényli egyidejűleg ugyanazt az erőforrást (például speciális létesítmények, szakértők) lehetőség nyílik az erőforrások kontrolljára, erőforrás-túlterhelés esetén pedig beavatkozásra különféle

menedzsment eszközökkel a hatékonyabb erőforrás-elosztás megvalósítására.

- A PPM mechanizmusok által lehetőség van folyamatos koordinációs - és ellenőrzési tevékenységek végzésére. Ezáltal a keretprogramoknál a PPM-mel olyan kihívásokat lehetne kezelni, amelyek a dinamikus külső, és belső környezetből adódnak, valamint jobban kezelhetőek lennének a projektek céljainak elérésével és a kockázatok kezelésével kapcsolatos feladatok is. Olyan környezeti kihívásokra tudnának a projektekkal hatékonyabban válaszolni, mint például a már végrehajtott projektek eredményeinek hatékonyabb felhasználása és az ebből származó előnyök érvényesítése, vagy egy projekt csúszásából fakadó következmények (követő projektek késedelme, erőforráskorlát kontrollja) hatékonyabb kezelése.

A disszertációmban elvégzett vizsgálatok és a fentiekben kiemelt előnyök elérési lehetősége alátámasztják, hogy az EU keretprogramokért felelős döntéshozóinak érdemes a keretprogramokat, mint projekt portfóliót tekinteni, és alkalmazni rájuk a projekt portfólió kezelés legalább kezdetleges eszközeit. Emellett a keretprogramokra olyan irányítási struktúrát lenne érdemes kialakítani, amely nemcsak pontosabban határozza meg a célokat és a hatóköröket, hanem lényegesen nagyobb hangsúlyt fektet a projekt struktúrák megszervezésére már a projektek elindulása előtt. Amennyiben ez utóbbi megvalósulna, kiaknázhatóak lennének azok az előnyök, amelyeket disszertációm kockázatelemzéssel foglalkozó szimulációival tártam fel.

Kutatási eredményeimnek hasznosíthatóságánál figyelembe kell venni továbbá azt a tényezőt, hogy a keretprogramok kockázatelemzésére futatott szimulációknál az eredményt egy proxy változóval, a publikációk számával azonosítottam. Arra, hogy milyen változókat lehetne még az eredmények számításánál figyelembe venni, és ezeket miért nem alkalmaztam dolgozatomban, disszertációm 2.3.4. alfejezetében tértem ki részletesen.

Alapvetően úgy vélem, hogy az eredmények, különös tekintettel a projekt kategóriák eloszlásának költségre, időtartamra és eredményre gyakorolt hatásai minden K+F+I projekt portfólióra érvényesek, beleértve az erősen strukturált, menedzselt projekt portfóliókat is. (Ezt igazolja, hogy a szimuláció során kapott eredmények

megfeleltek a harmadik feltételezésemben megadott várakozásoknak.) A konkrét hatásokat azonban más kutatási projekt portfóliókon is érdemes lenne tesztelni, különösen eltérő tervezési - és irányítási filozófiák esetén.

Az eredmények hasznosíthatósági korlátai között érdemes továbbá megemlíteni, hogy az elemzések során kizárólag nyilvánosan elérhető adatokat használtam és használtunk fel ([CORDIS](#)), így harmadik féltől származó adatok pontosságára és a projektbeszámolók eredményeire támaszkodtam. Elemzéseim során csak egy keretprogram, a hetedik keretprogram projekt végrehajtási struktúráját vázoltam fel. A projektgazdák belső nézeteivel - különösen a politikával és a projekt portfólió felépítésével - kapcsolatos alapvető megfontolásokról a rendelkezésre álló adatok hiányában nem történtek vizsgálatok.

Az eredményekkel kapcsolatban fontos kiemelni, hogy valamennyi Python kód elérhető, így a projekt végrehajtási struktúrák arányai szabadon variálhatók, ezáltal tesztelhetők a kívánt vagy optimált projekt portfólió struktúra jellemzői, paraméterei, költség-, időtartam- és eredmény adatai.

Hivatkozások

- Abbasi, Darya, Maryam Ashrafi és Seyed Hassan Ghodsypour (2020). „A multi objective-BSC model for new product development project portfolio selection”. *Expert Systems with Applications* 162, 113757. old.
- Abbassi, Mohammad, Maryam Ashrafi és Ebrahim Sharifi Tashnizi (2014). „Selecting balanced portfolios of R&D projects with interdependencies: A Cross-Entropy based methodology”. *Technovation* 34.1, 54–63. old. ISSN: 01664972. DOI: [10.1016/j.technovation.2013.09.001](https://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.09.001).
- Adhau, Sunil, ML Mittal és Abhinav Mittal (2013). „A multi-agent system for decentralized multi-project scheduling with resource transfers”. *International journal of production economics* 146.2, 646–661. old.
- Adler, Niclas, Maria Elmquist és Flemming Norrgren (2009). „The challenge of managing boundary-spanning research activities: Experiences from the Swedish context”. *Research Policy* 38.7, 1136–1149. old.
- Ahmadi-Javid, Amir, Seyed Hamed Fateminia és Hans Georg Gemünden (2020). „A Method for Risk Response Planning in Project Portfolio Management”. *Project Management Journal* 51.1, 77–95. old. ISSN: 8756-9728. DOI: [10.1177/8756972819866577](https://doi.org/10.1177/8756972819866577).
- Alvarez, Sharon A és Lowell W Busenitz (2001). „The entrepreneurship of resource-based theory”. *Journal of management* 27.6, 755–775. old.
- Amoroso, Sara, Alex Coad és Nicola Grassano (2018). „European R&D networks: a snapshot from the 7th EU Framework Programme”. *Economics of Innovation and New Technology* 27.5-6, 404–419. old. ISSN: 1043-8599. DOI: [10.1080/10438599.2017.1374037](https://doi.org/10.1080/10438599.2017.1374037).
- Andersen, Erling S és Svein Arne Jessen (2003). „Project maturity in organisations”. *International journal of project management* 21.6, 457–461. old.
- Araújo, José Alberto, Javier Pajares és Adolfo Lopez-Paredes (2010). „Simulating the dynamic scheduling of project portfolios”. *Simulation Modelling Practice and Theory* 18.10, 1428–1441. old.
- Archer, Norm és Fereidoun Ghasemzadeh (2007). „Project portfolio selection and management”. *Morris, P. Pinto, JK (2007), The Wiley Guide to Project, Program & Portfolio Management*, 94–112. old.

- Archer, Norm P és Fereidoun Ghasemzadeh (1999). „An integrated framework for project portfolio selection”. *International Journal of Project Management* 17.4, 207–216. old.
- Archibald, Russell D (2003). *Managing high-technology programs and projects*. John Wiley & Sons.
- Arroyabe, Juan Carlos Fernandez de és tsai. (2021). „Understanding the network structure of agri-food FP7 projects: An approach to the effectiveness of innovation systems”. *Technological Forecasting and Social Change* 162, 120372. old.
- Artto, Karlos és tsai. (2008). „Project strategy: strategy types and their contents in innovation projects”. *International Journal of Managing Projects in Business* 1.1, 49–70. old.
- Artto, Karlos A és Perttu H Dietrich (2007). „Strategic business management through multiple projects”. *MORRIS, P WG; PINTO, Jeffrey K. The Wiley guide to project program & portfolio management. New Jersey: John Wiley & Sons Inc*, 1–33. old.
- Autant-Bernard, Corinne és tsai. (2007). „Social distance versus spatial distance in R&D cooperation: Empirical evidence from European collaboration choices in micro and nanotechnologies”. *Papers in regional Science* 86.3, 495–519. old.
- Baccarini, David (1999). „The logical framework method for defining project success”. *Project management journal* 30.4, 25–32. old.
- Bai, Libiao és tsai. (2020). „Project portfolio resource risk assessment considering project interdependency by the fuzzy Bayesian network”. *Complexity* 2020.1, 5410978. old.
- Baker, Bruce N, David C Murphy és Dalmar Fisher (1997). „Factors affecting project success”. *Project management handbook*, 902–919. old.
- Banchoff, Thomas (2002). „Institutions, inertia and European Union research policy”. *JCMS: Journal of Common Market Studies* 40.1, 1–21. old.
- Barajas, Ascension, Elena Huergo és Lourdes Moreno (2012). „Measuring the economic impact of research joint ventures supported by the EU Framework Programme”. *The Journal of Technology Transfer* 37, 917–942. old.
- Bathallath, Sameer, Åsa Smedberg és Harald Kjellin (2016). „Managing project interdependencies in IT/IS project portfolios: a review of managerial issues”.

- International journal of information systems and project management* 4.1, 67–82. old.
- Becerra, Manuel (2009). *Theory of the firm for strategic management: economic value analysis*. Cambridge University Press.
- Belenky, A. S. (2012). „A Boolean programming problem of choosing an optimal portfolio of projects and optimal schedules for them by reinvesting within the portfolio the profit from project implementation”. *Applied Mathematics Letters* 25.10, 1279–1284. old. ISSN: 08939659. DOI: [10.1016/j.aml.2011.11.026](https://doi.org/10.1016/j.aml.2011.11.026).
- Bellandi, Marco, Letizia Donati és Alessandra Cataneo (2021). „Social innovation governance and the role of universities: Cases of quadruple helix partnerships in Italy”. *Technological Forecasting and Social Change* 164, 120518. old.
- Benaija, Khadija és Laila Kjiri (2015). „Hybrid Approach for Project Portfolio Selection Taking Account of Resources Management and Interactions between Projects.” *Journal of Digital Information Management* 13.6.
- Beşikci, Umut, Ümit Bilge és Gündüz Ulusoy (2015). „Multi-mode resource constrained multi-project scheduling and resource portfolio problem”. *European Journal of Operational Research* 240.1, 22–31. old.
- Bhattacharyya, Rupak, Pankaj Kumar és Samarjit Kar (2011). „Fuzzy R&D portfolio selection of interdependent projects”. *Computers & Mathematics with Applications* 62.10, 3857–3870. old. ISSN: 08981221. DOI: [10.1016/j.camwa.2011.09.036](https://doi.org/10.1016/j.camwa.2011.09.036).
- Blaskovics, B (2014). „Az ICT szektorban működő projektvezetők személyes jellemzőinek hatása a projekt siker alakulására, Budapesti Corvinus Egyetem”. Dissz. doktori értekezés, Budapest.
- Blichfeldt, Bodil Stilling és Pernille Eskerod (2008). „Project portfolio management—There’s more to it than what management enacts”. *International Journal of Project Management* 26.4, 357–365. old.
- Bornmann, Lutz és Rüdiger Mutz (2015). „Growth rates of modern science: A bibliometric analysis based on the number of publications and cited references”. *Journal of the association for information science and technology* 66.11, 2215–2222. old.

- Boyette, Neil és Haijing Fang (2012). „Budget allocation optimization in a complex multi-project environment”. *Proceedings of 2012 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*. IEEE, 456–461. old. DOI: <https://doi.org/10.1109/SOLI.2012.6273580>.
- Bredillet, Christophe N (2008). „Exploring research in project management: Nine schools of project management research (part 4)”. *Project management journal* 39.1, 2–6. old.
- Breschi, Stefano és Lucia Cusmano (2004). „Unveiling the texture of a European Research Area: emergence of oligarchic networks under EU Framework Programmes”. *International Journal of Technology Management* 27.8, 747–772. old. ISSN: 0267-5730. DOI: [10.1504/IJTM.2004.004992](https://doi.org/10.1504/IJTM.2004.004992).
- Breschi, Stefano és Franco Malerba (2011). „Assessing the scientific and technological output of EU Framework Programmes: evidence from the FP6 projects in the ICT field”. *Scientometrics Scientometrics* 88.1, 239–257. old. DOI: [10.1007/s11192-011-0378-x](https://doi.org/10.1007/s11192-011-0378-x). URL: <https://akjournals.com/view/journals/11192/88/1/article-p239.xml>.
- Brester, Christina, Ivan Ryzhikov és Eugene Semenkin (2017). „Multi-objective optimization algorithms with the island metaheuristic for effective project management problem solving”. *Organizacija* 50.4, 364–373. old.
- Browning, Tyson R (2010). „On the alignment of the purposes and views of process models in project management”. *Journal of Operations Management* 28.4, 316–332. old.
- Browning, Tyson R. és Ali A. Yassine (2010). „A random generator of resource-constrained multi-project network problems”. *Journal of Scheduling* 13.2, 143–161. old. ISSN: 1099-1425. DOI: [10.1007/s10951-009-0131-y](https://doi.org/10.1007/s10951-009-0131-y). URL: <https://doi.org/10.1007/s10951-009-0131-y>.
- Bruno, Nelly és Martina Kadunc (2019). „Impact Pathways: Tracking and communicating the impact of the European Framework Programme for research and innovation.” *Journal for Research and Technology Policy Evaluation* 47, 62–71. old. DOI: [10.22163/fteval.2019.330](https://doi.org/10.22163/fteval.2019.330).
- Burke, Rory (2013). *Project management: planning and control techniques*. John Wiley & Sons.

- Burt, Ronald S. (2008). *Brokerage and closure: An introduction to social capital*. Oxford: Oxford Univ. Press. ISBN: 9780199249145.
- Caloghirou, Yannis, Aggelos Tsakanikas és Nicholas S Vonortas (2001). „University-industry cooperation in the context of the European framework programmes”. *The Journal of Technology Transfer* 26.1-2, 153–161. old.
- Calvo-Gallardo, Elena, Nieves Arranz és Juan Carlos Fernández de Arroyabe (2021). „Analysis of the European energy innovation system: Contribution of the Framework Programmes to the EU policy objectives”. *Journal of Cleaner Production* 298, 126690. old.
- Camarinha-Matos, Luis M és tsai. (2005). „Towards a framework for creation of dynamic virtual organizations”. *Working Conference on Virtual Enterprises*. Springer, 69–80. old. DOI: https://doi.org/10.1007/0-387-29360-4_7.
- Caniëls, Marjolein CJ és Ralph JJM Bakens (2012). „The effects of Project Management Information Systems on decision making in a multi project environment”. *International journal of project management* 30.2, 162–175. old.
- Canonico, Paolo és Jonas Söderlund (2010). „Getting control of multi-project organizations: Combining contingent control mechanisms”. *International Journal of Project Management* 28.8, 796–806. old.
- Caracostas, Paraskevas és Ugur Muldur (2001). „The emergence of a new European Union research and innovation policy”. *Research and Innovation Policies in the New Global Economy, Cheltenham, UK and Northampton, MA, US: Edward Elgar*, 157–204. old.
- Cavallaro, Marco és Benedetto Lepori (2021). „Institutional barriers to participation in EU framework programs: contrasting the Swiss and UK cases”. *Scientometrics* 126.2, 1311–1328. old.
- Cha, Yongwoon és tsai. (2018). „Development of a Program Definition Rating Index for the Performance Prediction of Construction Programs”. *Sustainability* 10.8, 2747. old.
- Chang, Victor és tsai. (2020). „The current trends and overview for portfolio management”. *International Journal of Business and Systems Research* 14.4, 434. old. DOI: [10.1504/IJBSR.2020.110765](https://doi.org/10.1504/IJBSR.2020.110765).
- Chartrand, Gary (1977). *Introductory graph theory*. Courier Corporation.

- Chatterjee, Kajal, Sheikh Ahmed Hossain és Samarjit Kar (2018). „Prioritization of project proposals in portfolio management using fuzzy AHP”. *Opsearch* 55, 478–501. old.
- Chen, Chun-Hsien, Shih Fu Ling és Wei Chen (2003). „Project scheduling for collaborative product development using DSM”. *International Journal of Project Management* 21.4, 291–299. old.
- Chen, Junjie és tsai. (2019). „Model and algorithm for human resource-constrained R&D program scheduling optimization”. *Discrete Dynamics in Nature and Society* 2019. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/2320632>.
- Chessa, A. és tsai. (2013). „Is Europe Evolving Toward an Integrated Research Area?”: *Science* 339.6120, 650–651. old. ISSN: 0036-8075. DOI: [10.1126/science.1227970](https://doi.org/10.1126/science.1227970). URL: <https://science.sciencemag.org/content/339/6120/650>.
- Chikán, Attila (2003). *Vállalatgazdaságtan*. Aula.
- Clegg, Stewart R. és tsai. (2017). „Power and sensemaking in megaprojects”. *The Oxford handbook of megaproject management*. Szerk. Bent Flyvbjerg. Oxford: Oxford University Press, 317–337. old. ISBN: 0191796581.
- Cleland, David I (1986). „Measuring Success: The owner’s viewpoint”. *Proceedings of the 18th Annual Seminar/Symposium (Montreal/Canada)*, 6–12. old.
- Coleman, James Samuel (1988). „Social capital in the creation of human capital”. *The American Journal of Sociology* 94, 95–120. old.
- Colvin, Matthew és Christos T. Maravelias (2011). „R&D pipeline management: Task interdependencies and risk management”. *European Journal of Operational Research* 215.3, 616–628. old. ISSN: 03772217. DOI: [10.1016/j.ejor.2011.06.023](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.06.023).
- Cooke-Davies, Terry (2002). „The “real” success factors on projects”. *International journal of project management* 20.3, 185–190. old.
- Cooper, Robert G és Scott J Edgett (2001). „Portfolio management for new products: picking the winners”. *Product Development Institute, Ancaster, Ontario, Canada*.
- Cooper, Robert G, Scott J Edgett és Elko J Kleinschmidt (1997). „Portfolio management in new product development: Lessons from the leaders—I”. *Research-Technology Management* 40.5, 16–28. old.

- Cooper, Robert G, Scott J Edgett és Elko J Kleinschmidt (1999). „New product portfolio management: practices and performance”. *Journal of Product Innovation Management: An International Publication of The Product Development & Management Association* 16.4, 333–351. old.
- (2000). „New problems, new solutions: making portfolio management more effective”. *Research-Technology Management* 43.2, 18–33. old. DOI: <https://doi.org/10.1080/08956308.2000.11671338>.
- Crawford, Lynn, Julien Pollack és David England (2006). „Uncovering the trends in project management: Journal emphases over the last 10 years”. *International journal of project management* 24.2, 175–184. old. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.10.005>.
- Crouhy, Michel, Dan Galai és Robert Mark (2006). *The essentials of risk management*. 1. köt. McGraw-Hill New York.
- Csendes, István (2017). „Elméleti felvetések és gyakorlati tapasztalatok a projektportfólió-menedzsment hazai megjelenése kapcsán”. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review* 48.8-9, 59–67. old.
- Cunningham, James A és tsai. (2020). „The role of project coordinators in European Commission framework programme projects”.
- Daneshpour, Hosein (2017). „Integrating sustainable development into project portfolio management through application of open innovation”. *Optimal management strategies in small and medium enterprises*. IGI Global, 370–387. old.
- De Wit, Anton (1988). „Measurement of project success”. *International journal of project management* 6.3, 164–170. old.
- Defazio, Daniela, Andy Lockett és Mike Wright (2009). „Funding incentives, collaborative dynamics and scientific productivity: Evidence from the EU framework program”. *Research Policy* 38.2, 293–305. old. ISSN: 0048-7333. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.11.008>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733308002709>.
- Delanghe, Henri és Ugur Muldur (2007). „*Ex-ante* impact assessment of research programmes: the experience of the European Union’s 7th Framework Programme”. *Science and Public Policy* 34.3, 169–183. old. ISSN: 03023427. DOI: [10.3152/030234207X218125](https://doi.org/10.3152/030234207X218125).

- Devinney, Timothy M és David W Stewart (1988). „Rethinking the product portfolio: A generalized investment model”. *Management Science* 34.9, 1080–1095. old.
- Di Cagno, Daniela, Andrea Fabrizi és Valentina Meliciani (2014). „The impact of participation in European joint research projects on knowledge creation and economic growth”. *The Journal of Technology Transfer* 39, 836–858. old.
- Di Cagno, Daniela és tsai. (2016). „The impact of relational spillovers from joint research projects on knowledge creation across European regions”. *Technological Forecasting and Social Change* 108, 83–94. old. ISSN: 00401625. DOI: [10.1016/j.techfore.2016.04.021](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.04.021). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162516300439>.
- Dietrich, Perttu és Päivi Lehtonen (2005). „Successful management of strategic intentions through multiple projects—Reflections from empirical study”. *International Journal of Project Management* 23.5, 386–391. old.
- Dietrich, Perttu és tsai. (2010). „The Dynamics of Collaboration in Multipartner Projects”. *Project Management Journal* 41.4, 59–78. old. ISSN: 8756-9728. DOI: [10.1002/pmj.20194](https://doi.org/10.1002/pmj.20194).
- Dijkstra, Edsger W (2022). „A note on two problems in connexion with graphs”. *Edsger Wybe Dijkstra: His Life, Work, and Legacy*, 287–290. old.
- Dong, Fei és tsai. (2008). „Software multi-project resource scheduling: A comparative analysis”. *Making Globally Distributed Software Development a Success Story: International Conference on Software Process, ICSP 2008 Leipzig, Germany, May 10-11, 2008 Proceedings*. Springer, 63–75. old.
- Drake, John R és Terry Anthony Byrd (2006). „Risk in information technology project portfolio management”. *Journal of Information Technology Theory and Application (JITTA)* 8.3, 3. old.
- Dye, Lowell D és James S Pennypacker (1999). *Project portfolio management: selecting and prioritizing projects for competitive advantage*. Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta.
- Edmonds, Jack és Richard M Karp (1972). „Theoretical improvements in algorithmic efficiency for network flow problems”. *Journal of the ACM (JACM)* 19.2, 248–264. old.

- Elonen, Suvi és Karlos A Artto (2003). „Problems in managing internal development projects in multi-project environments”. *International journal of project management* 21.6, 395–402. old. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00097-2](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00097-2).
- Enger, Simen G (2018). „Closed clubs: Network centrality and participation in Horizon 2020”. *Science and Public Policy* 45.6, 884–896. old.
- Engwall, Mats és Anna Jerbrant (2003). „The resource allocation syndrome: the prime challenge of multi-project management?”: *International journal of project management* 21.6, 403–409. old. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00113-8](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00113-8).
- European Parliament (2006). „Decision No 1982/2006/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Seventh Framework Programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities (2007-2013)”. *Official Journal of the European Union L* 412.1.
- Even, Shimon és R Endre Tarjan (1975). „Network flow and testing graph connectivity”. *SIAM journal on computing* 4.4, 507–518. old.
- Faezy Razi, Farshad és Seyed Hooman Shariat (2017). „A hybrid grey based artificial neural network and C&R tree for project portfolio selection”. *Benchmarking: An International Journal* 24.3, 651–665. old.
- Feng, Bo, Jian Ma és Zhi-Ping Fan (2011). „An integrated method for collaborative R&D project selection: Supporting innovative research teams”. *Expert Systems with Applications* 38.5, 5532–5543. old. ISSN: 09574174. DOI: [10.1016/j.eswa.2010.10.083](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.10.083).
- Fernandez de Arroyabe, Juan Carlos és tsai. (2021). „Understanding the network structure of agri-food FP7 projects: An approach to the effectiveness of innovation systems”. *Technological Forecasting and Social Change* 162, 120372. old. ISSN: 00401625. DOI: [10.1016/j.techfore.2020.120372](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120372). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162520311987>.
- Ferns, Duncan C (1991). „Developments in programme management”. *International Journal of Project Management* 9.3, 148–156. old.

- Flechas Chaparro, Ximena Alejandra, Leonardo Augusto de Vasconcelos Gomes és Paulo Tromboni de Souza Nascimento (2019). „The evolution of project portfolio selection methods: from incremental to radical innovation”. *Revista de Gestão* 26.3, 212–236. old. ISSN: 2177-8736. DOI: [10.1108/REGE-10-2018-0096](https://doi.org/10.1108/REGE-10-2018-0096).
- Ford, Lester Randolph és Delbert R Fulkerson (1956). „Maximal flow through a network”. *Canadian journal of Mathematics* 8, 399–404. old.
- Fresco, L. és tsai. (2015). *Commitment and Coherence. Ex-Post-Evaluation of the 7th EU Framework Programme (2007–2013)*. Brussels: European Commission. DOI: [10.13140/RG.2.1.4192.0083](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4192.0083).
- Fricke, Scott E és AJ Shenbar (2000). „Managing multiple engineering projects in a manufacturing support environment”. *IEEE Transactions on engineering management* 47.2, 258–268. old.
- Fu, Fang és Hong Zhou (2021). „A combined multi-agent system for distributed multi-project scheduling problems”. *Applied Soft Computing* 107, 107402. old.
- Fuertes, Guillermo és tsai. (2020). „Conceptual framework for the strategic management: a literature review—descriptive”. *Journal of Engineering* 2020, 1–21. old.
- Gasemagha, Abdurrahman Abubaker és Tan Owee Kowang (2021). „Project manager role in project management success”. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences* 11.13, 1345–1355. old.
- Georghiou, Luke és tsai. (2002). „Assessing the socio-economic impacts of the Framework Programme”.
- Geraldi, Joana és Thomas Lechter (2012). „Gantt charts revisited: A critical analysis of its roots and implications to the management of projects today”. *International Journal of Managing Projects in Business* 5.4, 578–594. old.
- Ghapanchi, Amir Hossein és tsai. (2012). „A methodology for selecting portfolios of projects with interactions and under uncertainty”. *International Journal of Project Management* 30.7, 791–803. old. ISSN: 02637863. DOI: [10.1016/j.ijproman.2012.01.012](https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.01.012).
- Ghasemi, Foroogh és tsai. (2018). „Project portfolio risk identification and analysis, considering project risk interactions and using Bayesian networks”. *Sustainability* 10.5, 1609. old.

- Githens, Gregory D (2002). „Programs, portfolios, and pipelines: How to anticipate executives’ strategic questions”. *Managing multiple projects: Planning, scheduling, and allocating resources for competitive advantage*, 83–90. old.
- Gonzalez-Brambila, Claudia N., Francisco M. Veloso és David Krackhardt (2013). „The impact of network embeddedness on research output”. *Research Policy* 42.9, 1555–1567. old. ISSN: 00487333. DOI: [10.1016/j.respol.2013.07.008](https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.07.008).
- Görög, Mihály (1999). *Általános projektmenedzsment*. Aula.
- (2011). „Translating single project management knowledge to project programs”. *Project Management Journal* 42.2, 17–31. old.
- (2013). „Projektvezetés a szervezetekben”. *Budapest: Panem Könyvkiadó*.
- Granovetter, Mark S. (1973). „The Strength of Weak Ties”. *American Journal of Sociology* 78.6, 1360–1380. old. ISSN: 0002-9602. DOI: [10.1086/225469](https://doi.org/10.1086/225469).
- Greenhalgh, Trisha és tsai. (2016). „Research impact: a narrative review”. *BMC medicine* 14, 1–16. old.
- Guan, Dujuan és tsai. (2017). „Risk reduction in a project portfolio”. *Journal of Systems Science and Systems Engineering* 26, 3–22. old.
- Gulati, Ranjay, Nitin Nohria és Akbar Zaheer (2000). „Strategic networks”. *Strategic Management Journal* 21.3, 203–215. old. ISSN: 0143-2095. DOI: [10.1002/\(SICI\)1097-0266\(200003\)21:3<textless>203::AID-SMJ102<textgreater>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(200003)21:3<textless>203::AID-SMJ102<textgreater>3.0.CO;2-K).
- Hans, Erwin W és tsai. (2007). „A hierarchical approach to multi-project planning under uncertainty”. *Omega* 35.5, 563–577. old.
- Hansen, Morten T. (1999). „The Search-Transfer Problem: The Role of Weak Ties in Sharing Knowledge across Organization Subunits”. *Administrative Science Quarterly* 44.1, 82. old. ISSN: 00018392. DOI: [10.2307/2667032](https://doi.org/10.2307/2667032).
- Harrison, Kyle Robert és tsai. (2022). „Solving a novel multi-divisional project portfolio selection and scheduling problem”. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 112, 104771. old.
- Hartman, S és D Briskorn (2010). „A survey of variants and extensions of the resource-constrained project scheduling problem”. *European Journal of operational research* 207.1, 1–14. old.

- Hartmann, Sönke és Dirk Briskorn (2022). „An updated survey of variants and extensions of the resource-constrained project scheduling problem”. *European Journal of operational research* 297.1, 1–14. old.
- Heising, Wilderich (2012). „The integration of ideation and project portfolio management—A key factor for sustainable success”. *International Journal of Project Management* 30.5, 582–595. old.
- Heller-Schuh, Barbara és tsai. (2011). *Analysis of Networks in European Framework Programmes (1984-2006)*. Techn. jel. Joint Research Centre (Seville site).
- Hendriks, MHA, B Voeten és L Kroep (1999). „Human resource allocation in a multi-project R&D environment: resource capacity allocation and project portfolio planning in practice”. *International journal of project management* 17.3, 181–188. old.
- Hernández-Betancur, Juan Esteban, Iván Montoya-Restrepo és Luz Alexandra Montoya-Restrepo (2020). „The tree of science of deliberate and emergent strategies”. *IIMB Management Review* 32.4, 413–433. old.
- Herroelen, Willy S (1972). „Resource-constrained project scheduling—the state of the art”. *Journal of the Operational Research Society* 23.3, 261–275. old.
- Hoang, HA és Frank T Rothaermel (2010). „Leveraging internal and external experience: exploration, exploitation, and R&D project performance”. *Strategic management journal* 31.7, 734–758. old.
- Hobbs, Peter (2000). „Projektmenedzsment (Scholar Önfeljesztő Program)”. *Scholar Kiadó*.
- Hoekman, Jarno, Koen Frenken és Robert JW Tijssen (2010). „Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe”. *Research policy* 39.5, 662–673. old.
- Hoffmann, David, Frederik Ahlemann és Stefan Reining (2020). „Reconciling alignment, efficiency, and agility in IT project portfolio management: Recommendations based on a revelatory case study”. *International Journal of Project Management* 38.2, 124–136. old. ISSN: 02637863. DOI: [10.1016/j.ijproman.2020.01.004](https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.01.004). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786320300053>.

- Hofman, Mariusz és Grzegorz Grela (2015). „Project portfolio risk identification-application of Delphi method”. *Journal of Business and Economics* 6.11, 1857–1867. old.
- (2017). „Taxonomy of the project portfolio risks-an empirical investigation”. *Procedia computer science* 121, 137–144. old.
- Hofman, Mariusz, Seweryn Spalek és Grzegorz Grela (2017). „Shedding new light on project portfolio risk management”. *Sustainability* 9.10, 1798. old.
- Hopcroft, John E és Richard M Karp (1973). „An $n^5/2$ algorithm for maximum matchings in bipartite graphs”. *SIAM Journal on computing* 2.4, 225–231. old.
- Iamratanakul, Supachart, Peerasit Patanakul és Dragan Milosevic (2008). „Project portfolio selection: From past to present”. *4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology, 2008*. Piscataway, NJ: IEEE, 287–292. old. ISBN: 978-1-4244-2329-3. DOI: [10.1109/ICMIT.2008.4654378](https://doi.org/10.1109/ICMIT.2008.4654378).
- Ika, Lavagnon A (2009). „Project success as a topic in project management journals”. *Project management journal* 40.4, 6–19. old.
- Israel, Glenn D (1992). *Determining sample size. EDIS PEOD6*. Gainesville, FL: University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food és Agricultural Sciences.
- János, Balogh (2023). „Projekt sikertényezők és sikerkritériumok változása a COVID-19 tükrében–szakirodalmi áttekintés”. *A jelen kor gazdasági kihívásainak és társadalmi változásainak interdiszciplináris megközelítései, Vállalkozásfejlesztés a XXI. században 2023/2.*, 132. old.
- Jerbrant, Anna és Tina Karrbom Gustavsson (2013). „Managing project portfolios: balancing flexibility and structure by improvising”. *International Journal of Managing Projects in Business* 6.1, 152–172. old. ISSN: 1753-8378. DOI: [10.1108/17538371311291071](https://doi.org/10.1108/17538371311291071).
- Jin, Guangying, Séverine Sperandio és Philippe Girard (2017). „Management of the Design Process: Human Resource Allocation in Factories of the Future”. *INSIGHT* 20.4, 19–22. old. ISSN: 2156-4868. DOI: [10.1002/inst.12175](https://doi.org/10.1002/inst.12175). URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/inst.12175>.
- Johnson, G, K Scholes és R Whittington (2008). „Exploring Corporate Strategy. Financial Times Prentice Hall”.

- Jonas, Daniel (2010). „Empowering project portfolio managers: How management involvement impacts project portfolio management performance”. *International journal of project management* 28.8, 818–831. old.
- Jonas, Daniel, Alexander Kock és Hans Georg Gemünden (2012). „Predicting project portfolio success by measuring management quality—a longitudinal study”. *IEEE Transactions on Engineering Management* 60.2, 215–226. old.
- Jugdev, Kam (2007). „Closing the circle: the knowledge management spiral of project management”. *International Journal of Knowledge Management Studies* 1.3-4, 423–441. old.
- Kastrinos, Nikos és K Matthias Weber (2020). „Sustainable development goals in the research and innovation policy of the European Union”. *Technological Forecasting and Social Change* 157, 120056. old.
- Kerzner, Harold (2009). „Project Management: A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, John Wiley & Sons”. *New York*.
- (2017). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. John Wiley & Sons.
- Kettunen, Janne és Ahti Salo (2017). „Estimation of downside risks in project portfolio selection”. *Production and Operations Management* 26.10, 1839–1853. old.
- Killen, Catherine P (2009). *Project portfolio management for product innovation in service and manufacturing industries*. Macquarie University.
- Killen, Catherine P. és Robert A. Hunt (2013). „Robust project portfolio management: capability evolution and maturity”. *International Journal of Managing Projects in Business* 6.1, 131–151. old. ISSN: 1753-8378. DOI: [10.1108/17538371311291062](https://doi.org/10.1108/17538371311291062).
- Killen, Catherine P és tsai. (2012). „Advancing project and portfolio management research: Applying strategic management theories”. *International journal of project management* 30.5, 525–538. old.
- Kindler, József és Ottó Papp (1977). *Komplex rendszerek vizsgálata: Összemérési módszerek*. Műszaki Könyvkiadó.
- Kopmann, Julian, Alexander Kock és Catherine P Killen (2017). „Project portfolio management: The linchpin in strategy processes”. *Cambridge handbook of organizational project management*.

- Kopmann, Julian és tsai. (2017). „The role of project portfolio management in fostering both deliberate and emergent strategy”. *International Journal of Project Management* 35.4, 557–570. old. ISSN: 02637863. DOI: [10.1016/j.ijproman.2017.02.011](https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.02.011).
- Koszttyán, Zs T és Judit Kiss (2010). „Stochastic network planning method”. *Advanced techniques in computing sciences and software engineering*. Springer, 263–268. old.
- Koszttyán, Zsolt és tsai. (2014). „Matrix-Based Time/Cost Trade-off Methods”. *HumanCapital Borders: KnowledgeLearning QualityLife; Proceedings Management, KnowledgeLearningInternationalConference2014. ToKnowPress*, 733–740. old.
- Koszttyán, Zsolt T (2012). „Challenges of the project planning methods in the 21st century”. *Problems of Management in the 21st Century* 5, 46–60. old.
- (2015). „Exact algorithm for matrix-based project planning problems”. *Expert Systems with Applications* 42.9, 4460–4473. old. ISSN: 0957-4174. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2015.01.066>. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417415000895>.
- (2020). „An Exact Algorithm for the Flexible Multilevel Project Scheduling Problem”. *Expert Systems with Applications*, 113485. old.
- Koszttyán, Zsolt T és István Szalkai (2020). „Multimode resource-constrained project scheduling in flexible projects”. *Journal of Global Optimization* 76.1, 211–241. old.
- Koszttyán, Zsolt T és tsai. (2022a). „Exploring the structures and design effects of EU-funded R&D&I project portfolios”. *Technological Forecasting and Social Change* 180, 121687. old.
- Koszttyán, Zsolt T és tsai. (2023). „A matrix-based flexible project-planning library and indicators”. *Expert Systems with Applications* 216, 119472. old.
- Koszttyán, Zsolt Tibor (2013). „Projekttervezési módszerek kihívásai a XXI. században (Challenges of the project planning methods in the 21st century)”. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review* 44.9, 62–80. old.
- (2016). *Projektek és üzleti folyamatok tervezése, nyomonkövetése*.
- Koszttyán, Zsolt Tibor (2021). *Matrix-based Flexible Project Planning*. https://github.com/kzst/GENALG_PDM/releases/tag/1.0.2.

- Koszttyán, Zsolt Tibor, János Fejes és Judit Kiss (2008). „Sztohisztikus hálóstruktúrák kezelése projektütemezési feladatokban”. *SZIGMA Matematikai-közgazdasági folyóirat* 39.1-2, 87–105. old.
- Koszttyán, Zsolt Tibor és Judit Kiss (2011). „Matrix-based project planning methods”. *Problems of Management in the 21st Century* 1, 67. old.
- Koszttyán, Zsolt Tibor, Judit Kiss és tsai. (2010). „PEM—a New Matrix Method for Supporting the Logic Planning of Software Development Projects”. *DSM 2010: Proceedings of the 12th International DSM Conference, Cambridge, UK, 22.-23.07. 2010*, 97–110. old.
- Koszttyán, Zsolt Tibor és tsai. (2022b). „Rugalmas, többszintű projekttervezési és ütemezési technikák”. *Szigma* 53.1, 33–71. old.
- Kuchta, Dorota (2019). „Realistic Planning of Research and Development Projects”. *Business, Management and Education* 17.2, 309–326. old. ISSN: 2029-6169. DOI: [10.3846/bme.2019.11213](https://journals.vgtu.lt/index.php/BME/article/view/11213). URL: <https://journals.vgtu.lt/index.php/BME/article/view/11213>.
- Kuhlmann, Stefan (2001). „Future governance of innovation policy in Europe—three scenarios”. *Research policy* 30.6, 953–976. old.
- Kumar, Sandeep és JJ Thakkar (2017). „Schedule and cost overrun analysis for R&D projects using ANP and system dynamics”. *International Journal of Quality & Reliability Management* 34, 1551–1567. old.
- Lanjouw, Jean O és Mark Schankerman (2004). „Patent quality and research productivity: Measuring innovation with multiple indicators”. *The Economic Journal* 114.495, 441–465. old.
- Larédo, Philippe (1998). „The networks promoted by the framework programme and the questions they raise about its formulation and implementation”. *Research Policy* 27, 589–598. old.
- Larivière, Vincent és tsai. (2010). „Which scientific elites? On the concentration of research funds, publications and citations”. *Research Evaluation* 19.1, 45–53. old. ISSN: 0958-2029. DOI: [10.3152/095820210X492495](https://doi.org/10.3152/095820210X492495).
- Larson, Mia és Ewa Wikström (2007). „Relational interaction processes in project networks: The consent and negotiation perspectives”. *Scandinavian Journal of*

- Management* 23.3, 327–352. old. ISSN: 09565221. DOI: [10.1016/j.scaman.2007.06.001](https://doi.org/10.1016/j.scaman.2007.06.001).
- Laslo, Zohar (2010). „Project portfolio management: An integrated method for resource planning and scheduling to minimize planning/scheduling-dependent expenses”. *International journal of project management* 28.6, 609–618. old.
- Laslo, Zohar és Albert I. Goldberg (2008). „Resource allocation under uncertainty in a multi-project matrix environment: Is organizational conflict inevitable?”: *International Journal of Project Management* 26.8, 773–788. old. ISSN: 0263-7863. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.10.003>. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786307001627>.
- Lehmann, Erik E és Matthias Menter (2016). „University–industry collaboration and regional wealth”. *The Journal of Technology Transfer* 41, 1284–1307. old.
- Lepori, Benedetto és tsai. (2015). „Participations to European Framework Programs of higher education institutions and their association with organizational characteristics”. *Scientometrics* 105, 2149–2178. old.
- Lerch, Martin és Patrick Spieth (2012). „Innovation Project Portfolio Management: a meta-analysis”. *International Journal of Product Development* 16.1, 77. old. ISSN: 1477-9056. DOI: [10.1504/IJPD.2012.047265](https://doi.org/10.1504/IJPD.2012.047265).
- Levine, Harvey A (2005). *Project portfolio management: a practical guide to selecting projects, managing portfolios, and maximizing benefits*. John Wiley & Sons.
- Li, Hongbo, Rui Chen és Xianchao Zhang (2022). „Uncertain Public R&D Project Portfolio Selection Considering Sectoral Balancing and Project Failure”. *Sustainability* 14.23, 15774. old.
- Liesiö, Juuso és Antti Punkka (2014). „Baseline value specification and sensitivity analysis in multiattribute project portfolio selection”. *European Journal of Operational Research* 237.3, 946–956. old. ISSN: 03772217. DOI: [10.1016/j.ejor.2014.02.009](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.02.009).
- Liu, Y. és Q. Huang (2018). „University capability as a micro-foundation for the Triple Helix model: The case of China”. *Technovation* 76, 40–50. old.
- Lock, Dennis és Reinhard Wagner, szerk. (2019). *The handbook of project portfolio management*. London és New York: Routledge. ISBN: 9781138635012.

- Luukkonen, Terttu (2014). „The European Research Council and the European research funding landscape”. *Science and Public Policy* 41.1, 29–43. old.
- Luukkonen, Terttu és Maria Nedeva (2010). „Towards understanding integration in research and research policy”. *Research Policy* 39.5, 674–686. old.
- Lycett, Mark, Andreas Rassau és John Danson (2004). „Programme management: a critical review”. *International Journal of Project Management* 22.4, 289–299. old.
- Macary, Jan Saint és Lavagnon A. Ika (2015). „Atypical perspectives on project management: moving beyond the rational, to the political and the psychosocial”. *International Journal of Project Organisation and Management* 7.3, 236. old. ISSN: 1740-2891. DOI: [10.1504/IJPOM.2015.070791](https://doi.org/10.1504/IJPOM.2015.070791).
- Madic, Biljana, Vlastimir Trujic és Ivan Mihajlovic (2011). „Project portfolio management implementation review”. *African Journal of Business Management* 5.2, 240. old.
- Madsen, Emil Bargmann és Kaare Aagaard (2020). „Concentration of Danish research funding on individual researchers and research topics: Patterns and potential drivers”. *Quantitative Science Studies* 1.3, 1159–1181. old. DOI: [10.1162/qss](https://doi.org/10.1162/qss) [a{\textunderscore}a{\textunderscore}00077](https://direct.mit.edu/qss/article/1/3/1159/96125/Concentration-of-Danish-research-funding-on). URL: <https://direct.mit.edu/qss/article/1/3/1159/96125/Concentration-of-Danish-research-funding-on>.
- Maggioni, Mario A., Mario Nosvelli és Teodora Erika Uberti (2007). „Space versus networks in the geography of innovation: A European analysis”. *Papers in Regional Science* 86.3, 471–493. old. ISSN: 1056-8190. DOI: [10.1111/j.1435-5957.2007.00130.x](https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2007.00130.x).
- Maggioni, Mario A. és Teodora Erika Uberti (2009). „Knowledge networks across Europe: which distance matters?": *The Annals of Regional Science* 43.3, 691–720. old. ISSN: 0570-1864. DOI: [10.1007/s00168-008-0254-7](https://doi.org/10.1007/s00168-008-0254-7).
- Markowitz, Harry (1952). „Portfolio selection”. *The journal of finance* 7.1, 77–91. old.
- Martinsuo, Miia és Päivi Lehtonen (2007). „Role of single-project management in achieving portfolio management efficiency”. *International journal of project management* 25.1, 56–65. old.

- Maylor, Harvey és tsai. (2006). „From projectification to programmification”. *International Journal of Project Management* 24.8, 663–674. old.
- McFarlan, FW (1981). „Portfolio approach to information systems”. *Harvard Business Review* 59.5, 142–150. old.
- Meifort, Anna (2016). „Innovation Portfolio Management: A Synthesis and Research Agenda”. *Creativity and Innovation Management* 25.2, 251–269. old. ISSN: 09631690. DOI: [10.1111/caim.12109](https://doi.org/10.1111/caim.12109).
- Meskendahl, Sascha (2010). „The influence of business strategy on project portfolio management and its success—A conceptual framework”. *International journal of project management* 28.8, 807–817. old.
- Micán, Camilo, Gabriela Fernandes és Madalena Araújo (2020). „Project portfolio risk management: a structured literature review with future directions for research”. *International Journal of information systems and project management* 8.3, 67–84. old.
- Mican, Camilo, Gabriela Fernandes és Madalena Araújo (2022). „A method for project portfolio risk assessment considering risk interdependencies—a network perspective”. *Procedia Computer Science* 196, 948–955. old.
- Mikkola, Juliana Hsuan (2001). „Portfolio management of R&D projects: implications for innovation management”. *Technovation* 21.7, 423–435. old.
- Mild, Pekka, Juuso Liesiö és Ahti Salo (2015). „Selecting infrastructure maintenance projects with Robust Portfolio Modeling”. *Decision Support Systems* 77, 21–30. old. ISSN: 01679236. DOI: [10.1016/j.dss.2015.05.001](https://doi.org/10.1016/j.dss.2015.05.001).
- Milošević, Dragan és Peerasit Patanakul (2002). „Secrets of successful multi project managers”. *Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, San Antonio, TX*, 213–218. old.
- Milošević, Dragan Z, Russ J Martinelli és James M Waddell (2009). *Program management for improved business results*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Mintzberg, Henry (1978). „Patterns in strategy formation”. *Management science* 24.9, 934–948. old.
- (1987). „The strategy concept I: Five Ps for strategy”. *California management review* 30.1, 11–24. old.

- Mintzberg, Henry (1990). „The design school: reconsidering the basic premises of strategic management”. *Strategic management journal* 11.3, 171–195. old.
- Mintzberg, Henry és Alexandra McHugh (1985). „Strategy formation in an adhocracy”. *Administrative science quarterly*, 160–197. old.
- Mintzberg, Henry és James A Waters (1985). „Of strategies, deliberate and emergent”. *Strategic management journal* 6.3, 257–272. old.
- Mongeon, Philippe és tsai. (2016). „Concentration of research funding leads to decreasing marginal returns”. *Research Evaluation* 25.4, rvw007. ISSN: 0958-2029. DOI: [10.1093/reseval/rvw007](https://doi.org/10.1093/reseval/rvw007).
- Morais, Carlos HB és Roberto Sbragia (2012). „Management of multi-project environment by means of Critical Chain Project Management: A Brazilian multi-case study”. *2012 Proceedings of PICMET'12: Technology Management for Emerging Technologies*. IEEE, 2506–2516. old.
- Morris, Peter WG és George H Hough (1987). „The anatomy of major projects: A study of the reality of project management”.
- Morris, Peter WG és Peter WG Morris (1994). *The management of projects*. T. Telford.
- Muldur, Ugur és tsai. (2006). *A New Deal for an Effective European Research Policy: The Design and Impacts of the 7th Framework Programme*. Dordrecht: Springer Netherlands. ISBN: 9781402055515. DOI: [10.1007/978-1-4020-5551-5](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5551-5).
- Müller, Ralf, Johannes Glückler és Monique Aubry (2013). „A Relational Typology of Project Management Offices”. *Project Management Journal* 44.1, 59–76. old. ISSN: 1938-9507. DOI: [10.1002/pmj.21321](https://doi.org/10.1002/pmj.21321). URL: <http://dx.doi.org/10.1002/pmj.21321>.
- Müller, Ralf, Miia Martinsuo és Tomas Blomquist (2008). „Project portfolio control and portfolio management performance in different contexts”. *Project management journal* 39.3, 28–42. old.
- Müller, Ralf és Rodney Turner (2007). „The influence of project managers on project success criteria and project success by type of project”. *European management journal* 25.4, 298–309. old.
- Muscio, Alessandro (2006). „The European added value of Framework Programmes: Evidence from the UK.” *Economia, Società e Istituzioni* 3.

- Namazian, Ali és Siamak Haji Yakhchali (2018). „Modified Bayesian network–based risk analysis of construction projects: Case study of South Pars gas field development projects”. *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering* 4.4, 5018003. old.
- Nepelski, Daniel és Giuseppe Piroli (2018). „Organizational diversity and innovation potential of EU-funded research projects”. *The Journal of Technology Transfer* 43, 615–639. old.
- Nepelski, Daniel, Vincent Van Roy és Annarosa Pesole (2019). „The organisational and geographic diversity and innovation potential of EU-funded research networks”. *The Journal of Technology Transfer* 44.2, 359–380. old.
- Oguguo, Prince C., Isabel Maria Bodas Freitas és Corine Genet (2020). „Multilevel institutional analyses of firm benefits from R&D collaboration”. *Technological Forecasting and Social Change* 151, 119841. old. ISSN: 00401625. DOI: [10.1016/j.techfore.2019.119841](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119841). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162518316299>.
- Ovalle-Perandones, María-Antonia és tsai. (2013). „The influence of European Framework Programmes on scientific collaboration in nanotechnology”. *Scientometrics* 97.1, 59–74. old. ISSN: 0138-9130. DOI: [10.1007/s11192-013-1028-2](https://doi.org/10.1007/s11192-013-1028-2).
- Pandza, Krsto, Terry A Wilkins és Eva A Alfoldi (2011). „Collaborative diversity in a nanotechnology innovation system: Evidence from the EU Framework Programme”. *Technovation* 31.9, 476–489. old.
- Patanakul, Peerasit (2020). „How to Achieve Effectiveness in Project Portfolio Management”. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1–13. old. ISSN: 0018-9391. DOI: [10.1109/TEM.2020.2964316](https://doi.org/10.1109/TEM.2020.2964316).
- Patanakul, Peerasit és Dragan Milosevic (2009a). „The effectiveness in managing a group of multiple projects: Factors of influence and measurement criteria”. *International journal of project management* 27.3, 216–233. old.
- (2009b). „The effectiveness in managing a group of multiple projects: Factors of influence and measurement criteria”. *International Journal of Project Management* 27.3, 216 –233. old. ISSN: 0263-7863. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.03.001>. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786308000392>.

- Patton, Michael Quinn (2002). *Qualitative research and evaluation method*. Sage Publications, Newburk Park: CA.
- Pennypacker, James S. és Lowell D. Dye (2002). „Project Portfolio Management and Managing Multiple Projects: Two Sides of the Same Coin?": *Managing multiple projects : planning, scheduling, and allocating resources for competitive advantage*. Szerk. James S. Pennypacker és Lowell D. Dye. New York: Marcel Dekker, 1–10. old. ISBN: 0824706803 9780824706807.
- Pérez, Fátima és tsai. (2018). „Project portfolio selection and planning with fuzzy constraints". *Technological Forecasting and Social Change* 131, 117–129. old. ISSN: 00401625. DOI: [10.1016/j.techfore.2017.07.012](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.07.012). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004016251730937X>.
- Petit, Yvan és Brian Hobbs (2010). „Project portfolios in dynamic environments: Sources of uncertainty and sensing mechanisms". *Project Management Journal* 41.4, 46–58. old.
- Pfetzing, Karl és Adolf Rohde (2006). *Projektmenedzsment útmutató: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) Third edition magyar fordítása, Fordította: Pollák Tamás*. 3. köt. Akadémiai Kiadó Zrt., Budapest.
- Pinto, Jeffrey K. (2014). „Project management, governance, and the normalization of deviance". *International Journal of Project Management* 32.3, 376–387. old. ISSN: 02637863. DOI: [10.1016/j.ijproman.2013.06.004](https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.06.004).
- Pinto, Jeffrey K és Dennis P Slevin (1988). „Project success: definitions and measurement techniques". Project Management Institute.
- Pinto, Jeffrey K, Dennis P Slevin és Brent English (2009). „Trust in projects: An empirical assessment of owner/contractor relationships". *International Journal of project management* 27.6, 638–648. old.
- Platje, Adri, Harald Seidel és Sipke Wadman (1994). „Project and portfolio planning cycle: project-based management for the multiproject challenge". *International Journal of Project Management* 12.2, 100–106. old.
- Platz, Jochen, Hermann J Schmelzer és tsai. (1986). *Projektmanagement in der industriellen Forschung und Entwicklung: Einführung anhand von Beispielen aus der Informationstechnik*. Springer.

- PMI (2013a). „A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide).” Project Management Institute.
- (2013b). *The Standard for Portfolio Management, Third ed.* Project Management Institute, Inc.: Newtown Square, PA, USA.
- (2013c). *The Standard for Program Management.* Project Management Institute, Inc.: Newtown Square, PA, USA.
- (2017). *The Standard for Portfolio Management — Fourth Edition.* Newtown Square, PA: Project Management Institute. ISBN: 9781628251975.
- (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) Seventh edition.* 7. köt. Project Management Institute.
- PMI, Global Congress (2007). „Papers on PPM within the theme: New PM trends, Cancun, Mexico.” Project Management Institute.
- Porter, Michael E (2011). *Competitive advantage of nations: creating and sustaining superior performance.* simon és schuster.
- Prencipe, Andrea és Fredrik Tell (2001). „Inter-project learning: processes and outcomes of knowledge codification in project-based firms”. *Research policy* 30.9, 1373–1394. old.
- Prieto, Bob (2008). *Strategic program management.* Construction Management Association of America (CMAA) McLean, VA, USA.
- Protogerou, Aimilia, Yannis Caloghirou és Evangelos Siokas (2013). „Twenty-five years of science-industry collaboration: the emergence and evolution of policy-driven research networks across Europe”. *The Journal of Technology Transfer* 38, 873–895. old.
- Provan, K. G. és P. Kenis (2007). „Modes of Network Governance: Structure, Management, and Effectiveness”. *Journal of Public Administration Research and Theory* 18.2, 229–252. old. ISSN: 1053-1858. DOI: [10.1093/jopart/mum015](https://doi.org/10.1093/jopart/mum015).
- Radant, Olaf, Ricardo Colomo-Palacios és Vladimir Stantchev (2016). „Factors for the Management of Scarce Human Resources and Highly Skilled Employees in IT-Departments: A Systematic Review”. *Journal of Information Technology Research (JITR)* 9.1, 65–82. old. ISSN: 1938-7857. DOI: [10.4018/JITR.2016010105](https://doi.org/10.4018/JITR.2016010105). URL: <https://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/JITR.2016010105>.

- Rajegopal, Shan, Philip McGuin és James Waller (2007). *Project portfolio management: Leading the corporate vision*. Springer.
- Ramajo, Julián és tsai. (2008). „Spatial heterogeneity and interregional spillovers in the European Union: Do cohesion policies encourage convergence across regions?": *European Economic Review* 52.3, 551–567. old. ISSN: 00142921. DOI: [10.1016/j.euroecorev.2007.05.006](https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2007.05.006).
- Rank, Olaf N. (2008). „Formal structures and informal networks: Structural analysis in organizations”. *Scandinavian Journal of Management* 24.2, 145–161. old. ISSN: 09565221. DOI: [10.1016/j.scaman.2008.02.005](https://doi.org/10.1016/j.scaman.2008.02.005).
- Razi, Farshad Faezy és tsai. (2015). „A hybrid grey-based fuzzy C-means and multiple objective genetic algorithms for project portfolio selection”. *International Journal of Industrial and Systems Engineering* 21.2, 154–179. old.
- Relich, Marcin és Pawel Pawlewski (2017). „A fuzzy weighted average approach for selecting portfolio of new product development projects”. *Neurocomputing* 231, 19–27. old.
- Ribbers, Pieter MA és Klaus-Clemens Schoo (2002). „Program management and complexity of ERP implementations”. *Engineering Management Journal* 14.2, 45–52. old.
- Robbins, G (2017). „Ten Critical Steps for Successful Project Portfolio Management”. *June2017* 4.
- Rodríguez, Hannot, Erik Fisher és Daan Schuurbiens (2013). „Integrating science and society in European Framework Programmes: Trends in project-level solicitations”. *Research Policy* 42.5, 1126–1137. old.
- Roediger-Schluga, Thomas és Michael J Barber (2006). „The structure of R&D collaboration networks in the European Framework Programmes”.
- Salehi, Faraz, S Mohammad J Mirzapour Al-e, S Mohammad Moattar Husseini és tsai. (2022). „A 2-phase interdependent methodology for sustainable project portfolio planning in the pharmaceutical industry”. *Computers & Industrial Engineering* 174, 108794. old.
- Sanchez, Hynuk és Benoit Robert (2010). „A matrix for monitoring the strategic performance of project portfolios”. *International Journal of Project Organisation and Management* 2.2, 135–153. old.

- Schauer, Bettina (2008). „R&D portfolio selection considering risk and project interrelations: R&D portfolio selection considering risk and project interrelations”. Dissz. Wien: Technische Universität. URL: <https://repositum.tuwien.at/handle/20.500.12708/11083>.
- Schluga, Thomas Roediger és Michael J. Barber (2008). „R&D collaboration networks in the European Framework Programmes: data processing, network construction and selected results”. *International Journal of Foresight and Innovation Policy* 4.3/4, 321. old. ISSN: 1740-2816. DOI: [10.1504/IJFIP.2008.017583](https://doi.org/10.1504/IJFIP.2008.017583).
- Sebestyén, Tamás és Attila Varga (2013). „Research productivity and the quality of interregional knowledge networks”. *The Annals of Regional Science* 51.1, 155–189. old. ISSN: 0570-1864. DOI: [10.1007/s00168-012-0545-x](https://doi.org/10.1007/s00168-012-0545-x).
- Sebestyén, Zoltán (2009). „Válasz a legújabb kihívásokra: projektportfóliómenedzsment”. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review* 40.kszi, 74–78. old.
- (2020). „A projektportfólió-menedzsment elmúlt évtizede: Hazai körkép”. *Vezetéstudomány/Budapest Management Review* 51, 49–58. old.
- Sebestyén, Zsolt (2002). *Projektmenedzsment gyakorló vizsgafeladatok, feladatok*. Budapesti Műszaki Egyetem könyvkiadó.
- Shakhsi-Niaei, M., S. A. Torabi és S. H. Iranmanesh (2011). „A comprehensive framework for project selection problem under uncertainty and real-world constraints”. *Computers & Industrial Engineering* 61.1, 226–237. old. ISSN: 03608352. DOI: [10.1016/j.cie.2011.03.015](https://doi.org/10.1016/j.cie.2011.03.015).
- Sharifghazvini, MR és tsai. (2018). „INTEGRATION OF A NEW MCDM APPROACH BASED ON THE DEA, FANP WITH MONLP FOR EFFICIENCY-RISK ASSESSMENT TO OPTIMIZE PROJECT PORTFOLIO BY BRANCH AND BOUND: A REAL CASE-STUDY.” *Economic computation & economic cybernetics studies & research* 52.1.
- Shenhar, Aaron J (1996). „Project management theory: the road to better practice”. *Project Management Institute 27th Annual Seminar/Symposium*.
- Shenhar, Aaron J és tsai. (2001). „Project success: a multidimensional strategic concept”. *Long range planning* 34.6, 699–725. old.

- Shojaei, Alireza és Ian Flood (2017). „Stochastic forecasting of project streams for construction project portfolio management”. *Visualization in Engineering* 5, 1–13. old.
- Söderlund, Jonas (2004a). „Building theories of project management: past research, questions for the future”. *International journal of project management* 22.3, 183–191. old.
- (2004b). „On the broadening scope of the research on projects: a review and a model for analysis”. *International Journal of Project Management* 22.8, 655–667. old. ISSN: 0263-7863. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2004.05.011>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786304000602>.
- Solak, Senay és tsai. (2010). „Optimization of R&D project portfolios under endogenous uncertainty”. *European Journal of Operational Research* 207.1, 420–433. old. ISSN: 03772217. DOI: [10.1016/j.ejor.2010.04.032](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.04.032).
- Song, Shiling, Feng Yang és Qiong Xia (2019). „Multi-criteria project portfolio selection and scheduling problem based on acceptability analysis”. *Computers & Industrial Engineering* 135, 793–799. old.
- Steward, Donald V (1981a). *Systems analysis and management: structure, strategy, and design*. Petrocelli books.
- (1981b). „The design structure system: A method for managing the design of complex systems”. *IEEE transactions on Engineering Management* 3, 71–74. old.
- Stretton, A (1994). „A short history of project management: part two: the 1970s”. *Aust Project Manager* 14.2, 48. old.
- Szabó, L (2012). *Projekt menedzsment*. Pearson Education, Harlow.
- Szczepaniak, Waldemar (2019). „Project Portfolio Management and Quality”. *Quality Production Improvement - QPI* 1.1, 26–33. old. DOI: [10.2478/cqpi-2019-0004](https://doi.org/10.2478/cqpi-2019-0004).
- Tang, Bao-Jun, Hui-Ling Zhou és Hong Cao (2017). „Selection of overseas oil and gas projects under low oil price”. *Journal of Petroleum Science and Engineering* 156, 160–166. old.
- Tang, Dunbing és tsai. (2010). „Product design knowledge management based on design structure matrix”. *Advanced Engineering Informatics* 24.2, 159–166. old.

- Tchankova, Lubka (2002). „Risk identification–basic stage in risk management”. *Environmental management and health* 13.3, 290–297. old.
- Teller, Juliane és Alexander Kock (2013). „An empirical investigation on how portfolio risk management influences project portfolio success”. *International Journal of Project Management* 31.6, 817–829. old.
- Tenhunen-Lunkka, Anna és Riitta Honkanen (2024). „Project coordination success factors in European Union-funded research, development and innovation projects under the Horizon 2020 and Horizon Europe programmes”. *Journal of Innovation and Entrepreneurship* 13.1, 7. old.
- Thiry, Michel és Manon Deguire (2007). „Recent developments in project-based organisations”. *International journal of project management* 25.7, 649–658. old.
- Too, Eric G. és Patrick Weaver (2014). „The management of project management: A conceptual framework for project governance”. *International Journal of Project Management* 32.8, 1382–1394. old. ISSN: 02637863. DOI: [10.1016/j.ijproman.2013.07.006](https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.07.006).
- Tuominen, Anu és tsai. (2011). „Evaluating the achievements and impacts of EC framework programme transport projects”. *European Transport Research Review* 3.2, 59–74. old. ISSN: 1867-0717. DOI: [10.1007/s12544-011-0048-3](https://doi.org/10.1007/s12544-011-0048-3).
- Turner, J Rodney (2009). *Handbook of project-based management: Leading strategic change in organizations*. McGraw-Hill Education.
- Turner, J Rodney és Ralf Müller (2003). „On the nature of the project as a temporary organization”. *International journal of project management* 21.1, 1–8. old.
- Vanhoucke, Mario (2012). „Measuring the efficiency of project control using fictitious and empirical project data”. *International Journal of Project Management* 30.2, 252–263. old. ISSN: 0263-7863. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2011.05.006>. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026378631100069X>.
- Varga, Attila és Tamás Sebestyén (2017). „Does EU Framework Program participation affect regional innovation? The differentiating role of economic development”. *International Regional Science Review* 40.4, 405–439. old.
- Verzuh, E (2006). *Projektmenedzsment, kiadja: HVG ZRt., Budapest, 2006, a fordítás alapja: Erich Verzug: The fast forward MBA in Project Management*.

- Villafáñez, Félix és tsai. (2020). „Portfolio scheduling: an integrative approach of limited resources and project prioritization”. *Journal of Project Management* 5.2, 103–116. old.
- Wang, Lili és tsai. (2020). „The effect of competitive public funding on scientific output: A comparison between China and the EU”. *Research Evaluation* 29.4, 418–429. old.
- Wang, Qin, Guangping Zeng és Xuyan Tu (2017). „Information technology project portfolio implementation process optimization based on complex network theory and entropy”. *Entropy* 19.6, 287. old.
- Wanzenböck, Iris, Rafael Lata és Doga Ince (2020). „Proposal success in Horizon 2020: A study of the influence of consortium characteristics”. *Quantitative Science Studies* 1.3, 1136–1158. old.
- Wateridge, John (1998). „How can IS/IT projects be measured for success?": *International journal of project management* 16.1, 59–63. old.
- Wei, Hechuan és tsai. (2020). „A refined selection method for project portfolio optimization considering project interactions”. *Expert Systems with Applications* 142, 112952. old.
- Wiley, Victor D., Richard F. Deckro és Jack A. Jackson Jr. (1998). „Optimization analysis for design and planning of multi-project programs”. *European Journal of Operational Research* 107.2, 492 –506. old. ISSN: 0377-2217. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00334-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00334-2). URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221797003342>.
- Xu, Weijun és tsai. (2017). „A study on project portfolio models with skewness risk and staffing”. *International Journal of Fuzzy Systems* 19, 2033–2047. old.
- Yaghootkar, Kazem és Nuno Gil (2012). „The effects of schedule-driven project management in multi-project environments”. *International Journal of Project Management* 30.1, 127–140. old.
- Yin, Robert K (2017). *Case study research and applications: Design and methods*. Sage publications.
- Young, Michael és Kieran Conboy (2013). „Contemporary project portfolio management: Reflections on the development of an Australian Competency Standard

- for Project Portfolio Management”. *International Journal of Project Management* 31.8, 1089–1100. old.
- Yousefi, Vahidreza és tsai. (2018). „The impact made on project portfolio optimisation by the selection of various risk measures”.
- Zhang, Suxian és Yunpeng He (2012). „The analysis of resource conflicts based on hawk and dove game in multi-projects management”. *2012 Fifth International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization*. IEEE, 702–705. old. DOI: <https://doi.org/10.1109/CSO.2012.161>.
- Zhu, Yuming, Quan Pan és Peng Guo (2007). „Research on the application of project portfolio management (PPM), program management (PM) and project management in enterprise strategic management”. *2007 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*. IEEE, 5266–5269. old.
- Zika-Viktorsson, Annika, Per Sundström és Mats Engwall (2006). „Project overload: An exploratory study of work and management in multi-project settings”. *International Journal of Project Management* 24.5, 385–394. old. ISSN: 0263-7863. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.02.010>. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786306000329>.
- Zorluoğlu, Özge Şahin és Özgür Kabak (2022). „An interactive multi-objective programming approach for project portfolio selection and scheduling”. *Computers & Industrial Engineering* 169, 108191. old.
- Zwikael, Ofer és Arik Sadeh (2007). „Planning effort as an effective risk management tool”. *Journal of operations management* 25.4, 755–767. old.

9. Függelék

9.1. MPR algoritmus formális leírása és lépései

Az algoritmus formális leírásának és lépéseinek részletes leírása publikálásra került (Kosztyán és tsai., 2022b) tanulmányunkban.

Jelöljön $\mathbf{M}^5 = [\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]$ egy rugalmas projekt portfólió tervet. Jelölje továbbá $\mathbf{M}''^5 = [\mathbf{LD}'', \mathbf{TD}'', \mathbf{CD}'', \mathbf{RD}'']$ az \mathbf{M}^5 megvalósított/kiértékelt, projekt portfólió tervet, ahol \mathbf{M}^5 egy $n \times n + 2 + r$ mátrix négy (rész) mátrixszal és teljesülnek a következő tulajdonságok:

LD'': $n \times n$ logikai (rész)mátrix, ahol $l''_{i_k, j_s} = [\mathbf{LD}'']_{i_k, j_s} \in \{0, 1\}$.. $l''_{i_k, j_s} = l_{i_k, j_s}$, ha $l_{i_k, j_s} \in \{0, 1\}$ és vagy $l''_{i_k, j_s} = 1$ vagy $l''_{i_k, j_s} = 0$, ha $0 < l_{i_k, j_s} < 1$.

TD'': $n \times 1$ oszlopvektor (time domain), ahol $t''_i = [\mathbf{TD}'']_{i_k} = t_{i_k, \omega_{i_k}}$, és $i_k = 1, 2, \dots, n_k, \omega_{i_k} \in 1, 2, \dots, w, k = 1, 2, \dots, p$.

CD'': $n \times 1$ oszlopvektor (cost domain), ahol $c''_i = [\mathbf{CD}'']_{i_k} = c_{i_k, \omega_{i_k}}$, és $i_k = 1, 2, \dots, n_k, \omega_{i_k} \in 1, 2, \dots, w, k = 1, 2, \dots, p$.

RD'': $n \times r$ (rész)mátrix (resource domain), ahol $r''_{i_k, \rho} = [\mathbf{RD}'']_{i_k, \rho} = r_{i_k, w \cdot (\rho-1) + \omega_{i_k}}$, és $i_k = 1, 2, \dots, n_k, \omega_i \in 1, 2, \dots, w, k = 1, 2, \dots, p$.

Az a cél, hogy \mathbf{M}^5 mátrixos megjelenítéssel vázolt rugalmas, projekt portfólió tervhez egy olyan optimális megvalósítást találjunk, melynek a mátrixreprezentációja \mathbf{M}''^5 , amely a definiált korlátokat nem túllépve, az adott célfüggvényre nézve a lehető legjobb megoldást adja.

Igények

Legyen $\mathbf{M}''^5 = [\mathbf{LD}'', \mathbf{TD}'', \mathbf{CD}'', \mathbf{RD}'']$ egy mátrixreprezentációja a realizált rugalmas projekt portfólió tervnek $\mathbf{M}^5 = [\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]$, amely p projektet tartalmaz. Tegyük fel, hogy $i_k < j_k \Rightarrow l''_{i_k, j_k} = 0$. Jelölje EF_{i_k} a korai befejezését (early finish time) az i_k tevékenységnek a k -adik projektből. Jelölje $R_{\rho, k}(\tau)$ a maximális erőforrásigényét a ρ -adik erőforrásnak a k -adik projektből a τ -edik időpontban. Jelölje továbbá a τ_{0k} a kezdő időpontját a k -adik projektnek, τ_0 pedig

a kezdő időpontját a projekt portfóliónak. A projekt portfólióra és a projektekre vonatkozó értékek a következőképpen adhatók meg:

TPT: Teljes átfutási idő (Total project time). $TPT_k(\mathbf{M}''^5)$ jelölje a k -adik projekt átfutási idejét, míg a projekt portfólió átfutási idejét jelölje ($TPT(\mathbf{M}''^5)$).

$$TPT_k(\mathbf{M}''^5) = \max_{i_k} EF_{i_k}, \quad (51)$$

$$TPT(\mathbf{M}''^5) = \max_i EF_i. \quad (52)$$

TPC: Teljes (közvetlen) költség (Total project cost). ($TPC_k(\mathbf{M}''^5)$) jelöli a k -adik projekt, míg ($TPC(\mathbf{M}''^5)$) a projekt portfólió teljes (közvetlen) költségét.

$$TPC_k(\mathbf{M}''^5) = \sum_{i_k} c''_{i_k}, \quad (53)$$

$$TPC(\mathbf{M}''^5) = \sum_k TPC_k(\mathbf{M}''^5) \quad (54)$$

TPR: Maximális erőforrás-igény (Total project resources). ($TPR_{\rho,k}(\mathbf{M}''^5)$) jelöli a k -adik projekt, míg ($TPR_{\rho}(\mathbf{M}''^5)$) a projekt portfólió maximális erőforrásigényét ρ erőforrásra.

$$TPR_{\rho,k}(\mathbf{M}''^5) = \max_{\tau_0 \leq \tau \leq TPT_k(\mathbf{M}''^5)} R_{\rho,k}(\tau), \quad (55)$$

$$TPR_{\rho}(\mathbf{M}''^5) = \max_{\tau_0 \leq \tau \leq TPT(\mathbf{M}''^5)} R_{\rho}(\tau) \quad (56)$$

TPS: Pontérték (Total project score). Jelölje ($TPS_k(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}''^5)$) a k -adik projekt pontértékét, valamint ($TPS(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}''^5)$) a projekt portfólió teljes pontértékét.

$$TPS_k(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}''^5) = \otimes_{l_{i_k, i_k}=1} l_{i_k, i_k}, \quad (57)$$

$$TPS(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}''^5) = \otimes_{l_{i, i}=1} l_{i, i}. \quad (58)$$

ahol \otimes egy monoton aggregáló függvényt jelöl.

Projekt portfóliók szintjére aggregálva - bár az egyes projektek esetén értelmezhető a minőség - általában nehezen értelmezhető ez az érték. Éppen ezért a disszertációmban bemutatott modellnél ettől a paramétertől eltekintek. Ugyanak-

kor a többi paraméterhez hasonlóan a minőségi paraméter is bevezethető, ha ahhoz értelmezést lehet adni.

Korlátok, célfüggvények

Legyen \mathbf{M}^5 , egy rugalmas projekt portfólió terv, mely p projektet tartalmaz. Legyen továbbá \mathbf{M}''^5 egy mátrix reprezentációja a megvalósítandó projekttervnek. Jelölje továbbá $\mathbf{C}_k = [C_{t_k}, C_{c_k}, C_{r_{1,k}}, \dots, C_{r_{R,k}}, C_{s_k}]$ egy korlátozásokat tartalmazó sor vektort a k -adik projektre, ahol $k = 1, 2, \dots, p$. Jelöljön továbbá $\mathbf{C} = [C_t, C_c, C_{r_1}, \dots, C_{r_R}, C_s]$ egy korlátozásokat tartalmazó vektort a projekt portfólió tervre vonatkozóan. Ahol

C_t : az időkorlát k -adik projektre (C_{t_k}), míg a projekt portfólióra (C_t).

$$C_{t_k} \geq TPT_k(\mathbf{M}''^5), C_t \geq TPT(\mathbf{M}''^5) \quad (59)$$

C_c : a költségkorlát a k -adik projektre (C_{c_k}), míg a projekt portfólióra (C_c).

$$C_{c_k} \geq TPC_k(\mathbf{M}''^5), C_c \geq TPC(\mathbf{M}''^5) \quad (60)$$

C_r : az erőforráskorlát a k -adik projektre a ρ -adik erőforrásból ($C_{r_{\rho,k}}$) k , míg a projekt portfólióra nézve (C_{r_ρ}).

$$C_{r_{\rho,k}} \geq TPR_{\rho,k}(\mathbf{M}''^5), C_{r_\rho} \geq TPR_\rho(\mathbf{M}''^5) \quad (61)$$

C_s : tartalmi korlát (pontérték korlát) a k -adik projektre (C_{s_k}), míg a projekt portfólióra (C_s).

$$C_{s_k} \leq TPS_k(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}''^5), C_s \leq TPS(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}''^5) \quad (62)$$

Általánosságban a projektek/projekt portfóliók szintjén az időt (63) és/vagy a költséget (64) és/vagy erőforrást (65) minimaljuk, míg a tartalmat, melyet itt a pontértékekkel jellemzünk, maximaljuk (66). Ugyanakkor azt is meg kell jegyezni, hogy projekt portfólióknál nem minden esetben definiálunk minden korlátot minden projektre és a projekt portfólióra vonatkozóan sem. Ilyen korlát pl. az

erőforráskorlát, ahol az erőforrásokat multi-projekt környezetben párhuzamosan futó projektek esetén gyakran egy közös erőforráshalmazból vesszük.

$$TPT_k(\mathbf{M}''^5) \rightarrow \min, \quad TPT(\mathbf{M}''^5) \rightarrow \min \quad (63)$$

$$TPC_k(\mathbf{M}''^5) \rightarrow \min, \quad TPC(\mathbf{M}''^5) \rightarrow \min \quad (64)$$

$$TPR_{\rho,k}(\mathbf{M}''^5) \rightarrow \min, \quad TPR_{\rho}(\mathbf{M}''^5) \rightarrow \min, \rho = 1, 2, \dots, R \quad (65)$$

$$TPS_k(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}''^5) \rightarrow \max, \quad TPS(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}''^5) \rightarrow \max \quad (66)$$

Emellett azt is fontos megjegyezni, hogy eltérő célok fogalmazhatók meg egyedi projekt és multi-projekt környezetben futó projektek esetén, illetve projekt portfólió szinten. Ezek a célok pedig legtöbbször konfliktusban állnak egymással. Ennek feloldásához a többcélú döntéshozatal eszköztárára van szükség.

- Az egyik lehetőség ha a célok nem egységesíthetők (pl. lehető legkisebb költség, legrövidebb átfutási idő stb.), akkor a célfüggvények prioritizálása lehet az egyik megoldás. Elsődlegességet általában a projekt portfólió terv célfüggvénye élvez, követve azt a menedzsment elvet, hogy a (taktikai szintű) projekt céljainak, a projekt portfólió stratégiai céljait kell követni. Ütemezés szempontjából ez azt jelenti, hogy amennyiben például a projekt portfólió célja a legrövidebb megvalósítás, míg a projekt célja az erőforrásigények maximumának minimálása, akkor ez csak úgy valósítható meg, hogy a projekt átfutási idejét az erőforrás-kiegyenlítés ne befolyásolja.
- A másik lehetőség az (63)-(66) egyenletekből egy, a projektek céljainak fontosságát is reprezentáló összetett célfüggvény készítése. Ez kifejezheti az adott projekt céljainak fontosságát, így összehangolhatók az esetlegesen eltérő projektcélok egy egységes célfüggvényre vonatkozóan.
- Inkább elméleti, mint gyakorlati lehetőség az (63)-(66) egyenleteket, mint többcélú célfüggvényt egyidejűleg kezelve egy Pareto optimális megoldást keresni. A gyakorlati alkalmazhatóságot ugyanis erősen gyengíti, hogy ilyenkor a több Pareto-optimális megoldásból még választania kell a menedzsmentnek.

Éles határok számítása

Legyen $\mathbf{M}^5 = [\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]$ egy mátrixreprezentációja egy rugalmas, projekt portfólió tervek. Jelölje

- \mathbf{TD}_{\max} a maximális (\mathbf{TD}_{\min} a minimális) időigényeket, ahol $\mathbf{TD}_{i_{\max}} = t_{i_{\max}} = \max_{\omega} t_{i,\omega} \in [\mathbf{TD}]_i$, $\mathbf{TD}_{i_{\min}} = t_{i_{\min}} = \min_{\omega} t_{i,\omega} \in [\mathbf{TD}]_i$, $i = 1, 2, \dots, n$, $\omega = 1, 2, \dots, w$.
- \mathbf{CD}_{\max} a maximális (\mathbf{CD}_{\min} a minimális) költségigényeket, ahol $\mathbf{CD}_{i_{\max}} = c_{i_{\max}} = \max_{\omega} c_{i,\omega} \in [\mathbf{CD}]_i$, $\mathbf{CD}_{i_{\min}} = c_{i_{\min}} = \min_{\omega} c_{i,\omega} \in [\mathbf{CD}]_i$, $i = 1, 2, \dots, n$, $\omega = 1, 2, \dots, w$.
- \mathbf{RD}_{\max} a maximális (\mathbf{RD}_{\min} a minimális erőforrásigényeket), ahol $\forall \rho \in \{1, 2, \dots, r\}$, $\mathbf{RD}_{i,\rho_{\max}} = r_{i,\rho_{\max}} = \max_{\omega} r_{i,\rho,\omega} \in [\mathbf{RD}]_{i,\rho}$, $\mathbf{RD}_{i,\rho_{\min}} = r_{i,\rho_{\min}} = \min_{\omega} r_{i,\rho,\omega} \in [\mathbf{RD}]_{i,\rho}$, $i = 1, 2, \dots, n$, $\omega = 1, 2, \dots, w$.
- $\overline{\mathbf{LD}}, \underline{\mathbf{LD}}, [\mathbf{LD}], [\mathbf{LD}]$, ha $l_{i,j}, l_{i,i} \in \mathbf{LD}$, $i \neq j$, $i = 1, 2, \dots, n$
 - $\Rightarrow l_{i,j} \in \overline{\mathbf{LD}}$, $l_{i,j} \in \underline{\mathbf{LD}}$, $[l_{i,j}] \in [\mathbf{LD}]$, $[l_{i,j}] \in [\mathbf{LD}]$ és
 - $\Rightarrow [l_{i,i}] \in \overline{\mathbf{LD}}$, $[l_{i,i}] \in \underline{\mathbf{LD}}$, $[l_{i,i}] \in [\mathbf{LD}]$, $[l_{i,i}] \in [\mathbf{LD}]$.

Kosztyán, 2015; Kosztyán és Szalkai, 2020 tanulmányokban bizonyították, hogy bármely rugalmas projekt esetén a minimális és a maximális tevékenységigények és ebből számolva a projektigények is meghatározhatók. Ezek az értékek pedig éles határai a rugalmas projekteknek, ami azt jelenti, hogy korlátok nélkül a minimális, (maximális) értékek elérhetők, de nem határozható meg ettől kisebb (nagyobb) igényekkel rendelkező projektterv. Ez az állítás azonban csak az egyedi projektek esetén igaz. Ugyanis multi-projekt környezetben futó projektek esetén, azonos típusú erőforrások felhasználásakor lehetőség van az erőforrások átcsoportosítására is, ami a teljes projektterv módosítását eredményezheti. Ennek oka, hogy erőforrás-átcsoportosítás esetén a technológiai szempontból párhuzamosítható tevékenységek párhuzamos elvégzése a projekt rövidítésének lehetőségét vonhatja magával. Éppen ezért a korlátokat legmagasabb tervezési szinten is meg kell határozni, illetve projektszinten az egyedi korlátok kialakításakor az erőforrás-átcsoportosítási lehetőségeket is figyelembe kell venni.

Legyen $\mathbf{M}^5 = [\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]$ egy mátrixreprezentációja egy rugalmas projekt portfólió tervnek.

$TPT_{\min}, (TPT_{\max})$: jelölje a minimális (maximális) átfutási idő értékét, ha csak a kötelező tevékenységek (minden tevékenység) végrehajtását írjuk elő és valamennyi rugalmas kapcsolatot elhagyunk (előírunk), valamint minden megvalósítási módból a legrövidebb (leghosszabb) átfutási idejű végrehajtási módot választjuk.

$$TPT_{\min} = TPT([\mathbf{LD}], \mathbf{TD}_{\min}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD},) \quad (67)$$

$$TPT_{\max}(\mathbf{M}^5) = TPT([\mathbf{LD},], \mathbf{TD}_{\max}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}) \quad (68)$$

$TPC_{\min}, (TPC_{\max})$: jelölje a minimális (maximális) projekt (közvetlen) költségeket, ha csak a kötelező tevékenységek (minden tevékenység) végrehajtását írjuk elő, valamint minden megvalósítási módból a legkisebb (legnagyobb) költséggel járó végrehajtási módot választjuk.

$$TPC_{\min}(\mathbf{M}^5) = TPC([\mathbf{LD}], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}_{\min}, \mathbf{RD}) \quad (69)$$

$$TPC_{\max}(\mathbf{M}^5) = TPC([\mathbf{LD}], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}_{\max}, \mathbf{RD}) \quad (70)$$

$TPR_{\min}, (TPR_{\max})$: Jelölje a minimális (maximális) értékét az erőforrás-igény maximumának, ha csak a kötelező tevékenységek (minden tevékenység) végrehajtását írjuk elő és valamennyi rugalmas kapcsolatot előírunk (elhagyunk), valamint minden megvalósítási módból a legkisebb (legnagyobb) erőforrásigényű végrehajtási módot választjuk.

$$TPR_{\min}(\mathbf{M}^5) = TPR([\mathbf{LD}], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}_{\min}) \quad (71)$$

$$TPR_{\max}(\mathbf{M}^5) = TPR([\mathbf{LD}], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}_{\max}) \quad (72)$$

$TPS_{\min}, (TPS_{\max})$: Jelölje a projekt portfólió minimális (maximális) pontértékét, ha csak a kötelező tevékenységek (minden tevékenység) végrehajtását írjuk

elő.

$$TPS_{\min}(\mathbf{M}^5) = TPS([\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}], [[\mathbf{LD}], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]) \quad (73)$$

$$TPS_{\max}(\mathbf{M}^5) = TPS([\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}], [[\mathbf{LD}], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]) \quad (74)$$

Jelölje TPX TPT, TPC, TPR vagy TPS függvények valamelyikét. Bármely \mathbf{M}^5 rugalmas projekt portfólió tervre igaz, hogy,

$$TPX_{\min}(\mathbf{M}^5) \leq TPX_{\max}(\mathbf{M}^5). \quad (75)$$

Bármely megvalósítandó, projekt portfólió tervre (jelölje \mathbf{M}''^5), mely \mathbf{M}^5 rugalmas projekt portfólió terv tevékenységeinek és kapcsolatainak elhagyásával, vagy előírásával, valamint a végrehajtási módok kiválasztásával határoztunk meg igaz, hogy

$$TPX_{\min}(\mathbf{M}^5) \leq TPX_{\min}(\mathbf{M}''^5) \leq TPX_{\max}(\mathbf{M}''^5) \leq TPX_{\max}(\mathbf{M}^5), \quad (76)$$

Bizonyítás. Bármely $i \leq n$ esetén,

$$TPX_{\min}(\mathbf{M}^5) = \min \left\{ \begin{array}{l} TPX_{\min}([\mathbf{LD}[i, j=1], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]), \\ TPX_{\min}([\mathbf{LD}[i, j=0], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]) \end{array} \right\}. \quad (77)$$

$$TPX_{\max}(\mathbf{M}^5) = \max \left\{ \begin{array}{l} TPX_{\max}([\mathbf{LD}[i, j=1], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]), \\ TPX_{\max}([\mathbf{LD}[i, j=0], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]) \end{array} \right\}. \quad (78)$$

Igaz továbbá, bármely megvalósítandó portfólió (jelölje \mathbf{M}''^5), mely \mathbf{M}^5 rugalmas projekt portfólió terv tevékenységeinek és kapcsolatainak elhagyásával, vagy előírásával, valamint a végrehajtási módok kiválasztásával határoztunk meg, hogy

$$TPX_{\min}(\mathbf{M}''^5) \leq TPX(\mathbf{M}''^5) = TPX_{\max}(\mathbf{M}''^5) \quad (79)$$

és

$$TPX_{\min}(\mathbf{M}^5) \leq TPX(\mathbf{M}''^5) \leq TPX_{\max}(\mathbf{M}^5). \quad (80)$$

Bármely két megvalósítandó projekt portfólió tervre (jelölje ezeket $\mathbf{M}''^5_1, \mathbf{M}''^5_2$),

mely \mathbf{M}^5 rugalmas, projekt portfólió terv tevékenységeinek és kapcsolatainak elhagyásával, vagy előírásával, valamint a végrehajtási módok kiválasztásával határoztunk meg igaz, hogy

$$TPX_{\min}(\mathbf{M}^5) = TPX_{\min}(\mathbf{M}''^5_1) \quad \text{és} \quad TPX_{\max}(\mathbf{M}''^5_2) = TPX_{\max}(\mathbf{M}^5). \quad (81)$$

□

MPR algoritmus lépései

A rugalmas projekt portfólió tervből a megvalósítandó projektterv meghatározása három lépésben történik.

- Először meghatározzuk mely tevékenységeket kell végrehajtanunk az egyes (rész) projektekben, majd
- döntünk a végrehajtási struktúráról,
- végül pedig a végrehajtási módok közül választunk.

MPR algoritmus, első fázis

1. $\mathbf{M}'^5 \leftarrow \mathbf{M}^5, B \leftarrow TPX(\mathbf{M}^5)$
2. **function** $[\mathbf{M}'^5, B] \leftarrow calc.M^5.phase_1(\mathbf{M}'^5, B)$
3. **global:** $C_t, C_{t_k}, C_c, C_{c_k}, C_s, C_{s_k}, \mathbf{M}^5$
4. **if** $\exists i$, where $0 < l'_{i,i} < 1$ **then**
5. $B \leftarrow sort(B \cup TPX(\mathbf{M}^5_{0,i,i}) \cup TPX(\mathbf{M}^5_{1,i,i}))$
6. **if** $TPX(\mathbf{M}^5_{0,i,i}) = b_1$ **then**
7. **if** $TPT_{\min}(\mathbf{M}^5_{0,i,i}) \geq C_t$ **and** $TPT_{k_{\min}}(\mathbf{M}^5_{0,i,i}) \geq C_{t_k}$ **and**
 $TPC_{\min}(\mathbf{M}^5_{0,i,i}) \geq C_c, TPC_{k_{\min}} \geq C_{c_k}$ **and** $TPS_{\max}(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}^5_{0,i,i}) \leq C_s$ **and**
 $TPS_{k_{\max}}(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}^5_{0,i,i}) \leq C_{s_k}$ **then**
8. $calc.M^5.phase_1(\mathbf{M}^5_{0,i,i}, B)$
9. **else**
10. delete first element from B
11. $calc.M^5.phase_1(\mathbf{M}'^5, B)$
12. **else**

13. **if** $TPT_{\min}(\mathbf{M}_{1,i}^5) \geq C_t$ **and** $TPT_{k_{\min}}(\mathbf{M}_{1,i}^5) \geq C_{t_k}$ **and**
 $TPC_{\min}(\mathbf{M}_{1,i}^5) \geq C_c, TPC_{k_{\min}} \geq C_{c_k}$ **and** $TPS_{\max}(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}_{1,i}^5) \leq C_s$ **and**
 $TPS_{k_{\max}}(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}_{1,i}^5) \leq C_{s_k}$ **then**
 14. *calc.M⁵.phase₁*($\mathbf{M}_{1,i}^5, B$)
 15. **else**
 16. delete first element from B
 17. *calc.M⁵.phase₁*(\mathbf{M}^5, B)
 18. **else**
 19. **return** [\mathbf{M}^5, B]
-

Ha egy nem kötelező tevékenységről úgy döntünk, hogy ebben a projekt portfólió tervben nem hajtjuk végre, akkor annak – az egyedi projektekhez hasonlóan – valamennyi függősége és tevékenységigénye is kikerül a projekttervből. Ezért, \mathbf{M}''^5 ezeket az igényeket, illetve függőségeket már nem tartalmazza.

A második fázis, az előzőhöz nagyon hasonló. Itt a kapcsolatokról kell döntenünk. Végeredményben egy olyan projektstruktúrát kapunk, ahol már nincsenek rugalmas kapcsolatok.

MPR algoritmus, második fázis

1. $\mathbf{M}''^5 \leftarrow deleteUnnecessaryDependencies(\mathbf{M}^5), b \leftarrow TPX(\mathbf{M}''^5)$
2. **function** [\mathbf{M}''^5, b] = *calc.M⁵.phase₂* $\leftarrow \mathbf{M}''^5, b$
3. **global:** $C_t, C_{t_k}, \mathbf{M}^5$
4. **if** $\exists(i, j)$, where $0 < l'_{i,j} < 1$ **then**
5. $b \leftarrow sort(b \cup TPX(\mathbf{M}_{0,i,j}^5) \cup TPX(\mathbf{M}_{1,i,j}^5))$
6. **if** $TPX(\mathbf{M}_{0,i,j}^5) = b_1$ **then**
7. **if** $TPT_{\min}(\mathbf{M}_{0,i,j}^5) \geq C_t$ **and** $TPT_{k_{\min}}(\mathbf{M}_{0,i,j}^5) \geq C_{t_k}$ **then**
8. *calc.M⁵.phase₂*($\mathbf{M}_{0,i,j}^5, b$)
9. **else**
10. delete first element from b
11. *calc.M⁵.phase₂*(\mathbf{M}''^5, b)
12. **else**
13. **if** $TPT_{\min}(\mathbf{M}_{1,i,j}^5) \geq C_t$ **and** $TPT_{k_{\min}}(\mathbf{M}_{1,i,j}^5) \geq C_{t_k}$ **then**
14. *calc.M⁵.calc_{Mp}phase₂*($\mathbf{M}_{1,i,j}^5, b$)

```

15.     else
16.         delete first element from  $b$ 
17.          $calc.M^5.phase_2(\mathbf{M}''^5, b)$ 
18.     else
19.     return  $[\mathbf{M}''^5, b]$ 

```

A harmadik fázisban egy hagyományos, többszintű projektütemezési problémát kapunk, melyre már létezik algoritmus. Ezek közül Beşikci, Bilge és Ulusoy (2015) algoritmusát választottam ($calc.M^5.phase_3$ jelöli), de bármely egzakt módszer használható, amely legalább megengedett megoldást ad eredményül. Ez a módszer megadja, ha egy projekt portfólió ütemterv nem megengedett. Ilyen esetben pedig a soron következő projektstruktúra kerül kiértékelésre. Ugyanígy, amennyiben van megengedett megoldás akkor is kereshető a következő legjobb megoldás, így az adott célfüggvény szerint a lehetséges megoldások sorba rendezetten kinyerhetők.

MPR algoritmus harmadik fázis

```

1.  $B \leftarrow TPX(\mathbf{M}^5), \mathbf{M}''^5 \leftarrow \emptyset$ 
2. repeat
3.    $[\mathbf{M}'^5, B] \leftarrow calc.M^5.phase_1(\mathbf{M}^5, B)$ 
4.    $\mathbf{M}'^5 \leftarrow deleteUnnecessaryDependencies(\mathbf{M}'^5),$ 
5.    $b \leftarrow TPX(\mathbf{M}'^5, B)$ 
6.   repeat
7.      $[\mathbf{M}''^5, b] \leftarrow calc.M^5.phase_2(\mathbf{M}'^5, b)$ 
8.     if  $calc.M^5.phase_3(\mathbf{M}''^5) \neq \emptyset$  then exit
9.     delete first element from  $b$ 
10.  until  $b = \emptyset$ 
11.  delete first element from  $B$ 
12. until  $B = \emptyset$ 

```

A fentiekben bemutatott 9.1 algoritmusra vonatkozó állítást és bizonyítást tartalmazza a 9.1. tétel és annak bizonyítása.

Az 9.1. algoritmus egy adott korlátokra (C) és adott célfüggvényre (TPX) optimális megoldását adja egy rugalmas (\mathbf{M}^5 mátrixszal jellemzett), projekt portfólió tervnek, ha a célfüggvény a pontérték maximálása ((66) egyenlet szerint írható le),

valamint az *MPR* legalább megengedett megoldást ad egy többszintű ütemezési feladatra; illetve, ha a célfüggvény az átfutási idő/költség/maximális erőforrásigény minimalálása (lásd: (63)-(65) egyenleteket), valamint *MPR* optimális megoldást ad a (C) korlátokat figyelembe vevő célfüggvényre.

Bizonyítás. Az algoritmus minden lépésben legfeljebb kettő megoldás közül a jobbat választja ki, de pufferolja a másik lehetőséget is a további vizsgálatokhoz. A célfüggvény-értékeket: $TPX_{\min}(\mathbf{M}^{n^5})$ ($TPX_{\max}(\mathbf{M}^{n^5})$) az összes lépésben kiszámítjuk \mathbf{M}^{n^5} mátrixra vonatkozóan, amelyek éles alsó (felső) határai lesznek a döntés alapján megvalósítható projekteknek, projekt portfólióknak, illetve a további döntésekkel az ebből származtatott (további döntések alapján a rugalmas tevékenység-előfordulásokat/kapcsolatokat megvalósító/elhagyó) projekt portfólió terveknek is. Amennyiben a kiértékelés során egy az éles alsó (felső) határok alá (fölé) kerülnek a maximum (minimum) korlátok, úgy azt a projekt portfólió tervet nem értékeljük tovább, hanem választjuk a rendezett pufferben lévő következő kiértékelendő mátrixot. Mivel szükség esetén az algoritmus valamennyi fennmaradó lehetséges megoldást kiértékeli a növekvő (csökkenő) sorrendben lévő pufferből, ezért biztosan megkapjuk az optimális megoldást. \square

Komplexitás:

Az első fázisban, \mathbf{M}^{n^5} mátrixot határozzuk meg, és $TPX_{\min}(\mathbf{M}^{n^5})$, $TPX_{\max}(\mathbf{M}^{n^5})$, értékeit határozzuk meg minden lépésben. Ezek kiértékelése kvázi lineáris ($n \log(n)$), ahol n a tevékenységek számát jelöli. Amennyiben K darab bizonytalan tevékenységünk van, akkor K lépésben kaphatunk optimális megoldást, így a számítási költség $O(Kn \log(n))$.

Költségek minimalálása esetén a második fázis kihagyható. Ugyanakkor, ha a célfüggvény az átfutási idő minimalálása, az erőforrás-igény maximumának minimalálása, vagy a pontérték maximalálása, akkor k rugalmas kapcsolat esetén $O(k)$ lépésből kaphatunk optimális megoldást, melynek költsége $O(kn \log(n))$. Mivel $K \leq n$ és $k \leq n(n-1)$, így a komplexitás ha valamennyi tevékenység-előfordulás bizonytalan és valamennyi kapcsolat is bizonytalan, akkor $O(n \times n \log(n) + n(n-1) \times n \log(n)) \sim O(n^3 \log(n))$.

A harmadik fázis komplexitása az alkalmazott algoritmustól függ.