

# RUGALMAS, TÖBBSZINTŰ PROJEKTTERVEZÉSI ÉS ÜTEMEZÉSI TECHNIKÁK<sup>1</sup>

KOSZTYÁN ZSOLT TIBOR<sup>1,2</sup>, SEBREG SZABOLCS SZILÁRD<sup>3</sup>,  
CSIZMADIA TIBOR<sup>1</sup>, KISGYÖRGY-PÁL MÁRIA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Pannon Egyetem, Veszprém;* <sup>2</sup>*ASK Felsőbbfokú Tanulmányok Intézete, Kőszeg;* <sup>3</sup>*Budapesti Corvinus Egyetem*

Bár a projekttervezési módszerek tárháza kimeríthetetlen, viszonylag kevés figyelem irányul a többszintű projektek kezelésére, pedig a gyakorlatban alig lehet találni olyan vállalatot, ahol egyszerre csak egy projekt valósulna meg, és nem kellene a projektek között az erőforrásokat megosztani, vagy éppen azok logikai rákövetkezéseit kezelni. A rugalmas (agilis, extrém, hibrid) projekttervezési megközelítések népszerűsége ellenére alig találunk egzakt tervezési módszereket még egyedi projekt kezelésére is, míg rugalmas, többszintű projektek módszertani támogatásával mindezidáig adós maradt a szakirodalom. E cikkünk ezt a hiányt kívánja befoltozni. Egyrészt módszert javaslunk rugalmas, többszintű projektek kezelésére, majd először tesztadatokon, utána pedig valós esettanulmányon keresztül mutatjuk be a módszer alkalmazhatóságának lehetőségeit.

## 1 Bevezetés

A projektmenedzsment és ezen belül a projekttervezési módszerek területe óriási változásokon ment keresztül az elmúlt évtizedekben [13, 72]. Napjainkra a projekttervezési módszerek száma jelentősen megnőtt, ezek a módszerek ugyanakkor mostohán bánnak a többszintű projektek kezelésével, pedig a gyakorlatban alig van olyan vállalat, ahol egyszerre csak egy projekt valósulna meg, és ne kellene a projektek között az erőforrásokat megosztani, vagy éppen azok logikai rákövetkezéseit kezelni. A többszintű projektmenedzsment környezet jellegükben és céljaikban eltérő, ezáltal eltérő projektmenedzsment tevékenységeket igénylő projektekből áll, úgy mint *egyedi projektek*, *multiprojektek* és *programok*. Ezek a projektek méret, fontosság, erőforrásszükséglet és sürgősség szempontjából különböző fázisokban lehetnek, ráadásul ugyanazt az erőforráskészletet használják [20].

Mivel projektszinten is nagyon kevés olyan algoritmus van, amely képes kezelni a rugalmas projekteket, a legújabb, ágensalapú megközelítések sem kezelik a rugalmas projektmenedzsment eljárásokat. Megállapíthatjuk tehát, hogy a rugalmas (agilis, extrém, hibrid) projekttervezési megközelítések népszerűsége ellenére még egyedi projektek kezelésére is alig találunk egzakt

---

<sup>1</sup>Beérkezett 2021. április 27. E-mail: [kosztyan@pe.hu](mailto:kosztyan@pe.hu).

tervezési módszert, míg a rugalmas, többszintű projektek kezelésének módszertani kidolgozásával egészen 2020-ig adós maradt a szakma. Rugalmas, többszintű projektek kezelésére elsőként [33] dolgozott ki algoritmust, amely a rugalmas tervezési technikákat többszintű projektkörnyezetre adaptálta. Másként fogalmazva, olyan módszert dolgozott ki, amely képes a hagyományos, többszintű projektek mellett a rugalmas, többszintű projekteket is tervezni, ütemezni. A [33] rövid cikkben a módszer alapjai kerültek közzétételre, amihez a szerző szimulációs példákat használt. Ugyanakkor a módszer vállalati példán történő alkalmazásának bemutatása még nem történt meg.

Mindezek alapján tanulmányunk hozzáadott értékei a következők. Egyrészt a [33] rövid cikkhez képest a módszert részletesen kifejthjük. Mindemellett valós, magyar vállalati esettanulmányon keresztül mutatjuk be a módszer alkalmazhatóságának lehetőségeit. Végül kiemeljük, hogy a multiprojekt környezet növekvő térnyerése miatt fontosnak tartjuk a módszer és alkalmazásának magyar nyelvű tanulmányban történő megjelentetését a magyar olvasóközönség számára.

A tanulmány következő, második fejezetében rövid szakirodalmi áttekintést adunk, majd a harmadik fejezetben részletesen bemutatjuk a javasolt módszert a rugalmas, többszintű projektek kezelésére vonatkozóan. Ezt követően a negyedik fejezetben szimuláción alapuló tesztadatokon, majd az ötödik fejezetben valós esettanulmányon keresztül mutatjuk be a módszer alkalmazhatóságának lehetőségeit. Az utolsó fejezetben összefoglaljuk az eredményeket, és kitérünk a további kutatási irányokra.

## 2 Szakirodalmi áttekintés

A szakirodalmi áttekintésben először rávilágítunk az egyedi és a többszintű projekttervezési és ütemezési feladat különbözőségeire, majd pedig kitérünk a rugalmas projekttervezési feladatok kihívásaira.

### 2.1 Az egyedi projektektől a többszintű projekttervezésig

Wawak és Wozniak [72] 2020-ban közzétett cikke, mely a projektmenedzsment témában megjelent publikációkat vizsgálja, áttekintést ad, hogy a régi projektmenedzsmentet és ezen belül a projekttervezési módszereket hogyan vizsgálják felül, illetve a kutatók milyen új nézőpontokat javasolnak tanulmányaikban. Tanulmányunkban mi a projektmenedzsmenten belül csak a tervezési és nyomonkövetési fázisokra koncentrálunk, így csak ennek fejlődését tekintjük át nagyvonalakban.

Az 1950-es években a hálós projekttervezési eszközök kerültek a kutatások középpontjába. Ezek az eszközök a 60-as években, sőt a mai napig népszerűek maradtak, különösen az építőiparban [13]. Az 1970-es években kezdtek kiemelt figyelmet fordítani a csapatmunkára [63], valamint a rendszerkonceptciókra [66]. A 80-as években a hangsúly a „puhább tényezők” felé tevődött át [31],

mint például a projektcockázat [63]. Ezzel a hálós projekttervezési eszközök már nem tudtak lépést tartani [31]. Mindemellett a hagyományos építési projektek jelentősége is mindinkább visszaszorult, előtérbe kerültek az informatikai és szoftverfejlesztési projektek, melyek hatékony menedzseléséhez újfajta tervezési módszertanra és az eddigiektől eltérő ún. rugalmas projektmenedzsment megközelítésekre volt szükség [31]. A projektmenedzsment hazai szakirodalmának alapjait is a 80-as években kezdték lerakni [21-23, 49, 51].

A projektmenedzsment térhódítása a szervezeti stratégia megvalósításában is megfigyelhető, a vállalatok egyre inkább a projektorientált megoldásokat részesítik előnyben. Mindez magával vonja, hogy egyre több projektet kell egyidejűleg kezelni [60], mely jelenség eredményeként megjelent és előtérbe került a projektportfólió-menedzsment módszertana és eszköztára [58].

A portfóliómenedzsmentet eredetileg pénzügyi célokra dolgozták ki [42], ugyanis kezdetben a hozamcockázat diverzifikálásán alapult [6, 17, 60]. A portfóliómenedzsmentet a későbbiekben terjesztették ki a projektmenedzsment területére [43]. A pénzügyi gyökerek mind a mai napig meghatározóak ezen a területen [61], de az optimális projektszámot megadó matematikai módszereket és heurisztikákat követően napjainkra már kifinomult kritériumrendszerekkel rendelkezik a módszertan, mely már nemcsak pénzügyi szempontokat foglal magában [15]. A magyarországi szakirodalomban 2009-ben jelent meg az első cikk a projektportfólió-menedzsment témakörében. Ezt követően hazánkban is megindult az érdeklődés a téma iránt [61]. Ugyanakkor mind a hazai, mind a nemzetközi tanulmányok inkább a pénzügyi, illetve szervezeti oldalról vizsgálták a projektportfóliók szerepét. Tervezési kérdésekkel viszonylag kevés tanulmány foglalkozott. Különösen igaz ez a rugalmas projektportfóliók, multiprojektek és programok vizsgálatára.

Amikor a 20. század első felében elkezdte térhódítását a modern projektmenedzsment [47], még nem tettek különbséget a projekt- és programmenedzsment között [41, 47]. Már Archibald [3] is megfogalmazta a két kategória különbségeit, napjainkra pedig egyre inkább az a nézet került előtérbe, hogy a programmenedzsment valójában eszköz a projekt végrehajtása és a szervezeti stratégia közötti szakadék áthidalására [41] azáltal, hogy az egymásra épülő projektek céljait úgy hangolja össze, hogy azok összhangban legyenek a szervezet által megfogalmazott stratégiai célokkal.

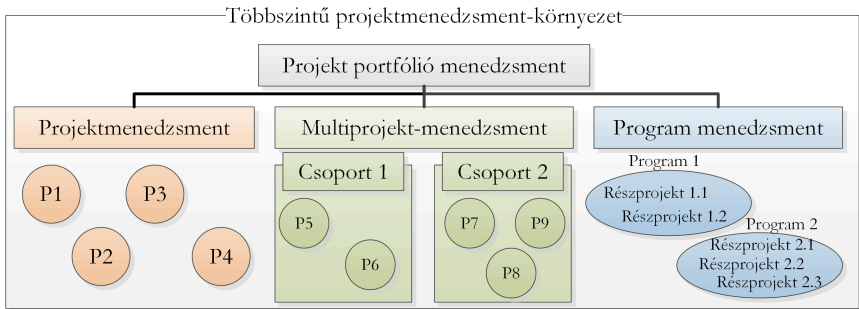
A multiprojekt-menedzsmentet gyakran összetévesztik a program-, valamint a portfóliómenedzsmenttel, azonban különbséget kell tenni köztük a projektek egymással való funkcionális kapcsolatait, valamint a közös erőforrásigények szerint is [56]. A multiprojekt-menedzsment szakirodalma a közös erőforrásigények kezelésének szükségessége miatt szorosan összeforrt az erőforrás-allokáció módszertanával. Ugyanakkor itt nem merült fel, hogy a párhuzamosan futó projektek céljait is össze kellene hangolni.

## 2.2 Többszintű projektmenedzsment

A projektmenedzsmenthez olyan projektek tartoznak, amelyek elég nagyok és stratégiai fontosságúak ahhoz, hogy egy teljes munkaidős projektmenedzserre

legyen szükség az irányításukhoz. Ilyen esetben egy adott szervezetben belül van több nagyobb projekt, ami párhuzamosan fut és nincs közöttük kapcsolat. Ebből is látszik, hogy a projektmenedzsment egy adott projekten belüli tevékenységek összehangolására és koordinálására összpontosított. Ezzel ellentétben a multiprojekt-menedzsment feladata, hogy nem csak az egyes projekteken belüli tevékenységeket koordinálja, hanem az egyes részprojekteket irányítsa és össze is hangolja. A multiprojekt-menedzsmenthez tartozó projektek a programokhoz képest kisebb méretűek és taktikai fontosságúak, a projekteket pedig általában egy (multi) projektmenedzser kezeli [52, 54].

A multiprojekt-menedzsmenttel szemben a programmenedzsment centralizáltan koordinált, célorientált projektek csoportjának menedzselése a program stratégiai célkitűzéseinek és hasznának elérése érdekében [24, 52]. A vállalatnál futó összes projektet a projektportfólió-menedzsment fogja össze. Az alábbi ábrán látható az egyes projektmenedzsment fogalmak kapcsolata (lásd 1. ábra).



1. ábra. Többszintű projektmenedzsment-környezet. Forrás: [52]

Az 1. ábra szemlélteti, hogy a programokban és a multiprojektekben a tervezés egységei már nem az elvégzendő tevékenységek, hanem a projektek, melyek maguk is rendelkezhetnek idő-, erőforrás- és költségigényekkel. A multiprojekt környezetben a legfontosabb kihívás az *egyidejűleg futó projektek kezelése*, ahol [18]:

- A projektek időben is átlapolódhatnak [18].
- A projektek közös erőforrásokat használnak [12].
- Ráadásul az egyes projekteknek eltérő célja, célrendszere lehet [18].

A multiprojekteket párhuzamosan futó projektek halmazaként tekintő megközelítések legtöbbször nem veszik figyelembe, hogy egy szervezetben belül az egyidejűleg futó projektek (részben) ugyanazokért az erőforrásokért versenyeznek. Ennek következtében az ezredforduló elejéig a legtöbb multiprojekt tervezési problémát önálló egyedi projekt tervezési problémák halmazaként tekintették. Mindezt úgy, hogy a forrásokat a projektek prioritásai vagy állapota alapján osztották fel azok között. Ily módon figyelmen kívül hagyták

azt a tipikus ‘erőforrás-konfliktust’, amely több egyidejűleg futó projekt kezelésekor jelentkezik [24]. A multiprojektek tervezése elsősorban az *erőforrások megfelelő felhasználására és elosztására fókuszál* [20], ugyanis legtöbbször a legfőbb probléma az *erőforráshiány* [12]. Ezért a multiprojektek tervezését *erőforráskritikus problémának* is nevezzük. A probléma megoldására, a nagyszámú tevékenység figyelembevétele miatt elsősorban heurisztikus és metaheurisztikus megközelítést javasoltak [59].

Ezzel szemben a programok esetén a projektek időben nem feltétlenül lapolódnak át, de mivel közös célrendszerük van [52], ezért a későbbi projektek építenek a korábbi projektek eredményeire. Pl. egy olimpiai program rendezése esetén az Olimpiai csarnok projektje kell, hogy építsen egy korábbi infrastruktúra kialakítására. Itt tehát a *legfontosabb feladat a projektek céljainak és ütemezésének összehangolása*. A kihívások tehát:

- A projektek különböző szintű összetettsége, bonyolultsága, amely különböző ütemterveket eredményez [12].
- Az egymásra épülő projektek időbeli ütemezése, csúszások kezelése [52].
- A projektek céljainak összehangolása és a program céljaihoz való illeszkedés biztosítása [52].
- A projektek priorizálása [19].

A többszintű projektkörnyezet legösszetettebb eleme a projektportfólió, amely egyszerre tartalmazhat egyedi projekteket, multiprojekteket és programokat is. Így a projektportfóliók esetében a kihívások is összeadódnak. Egyszerre kell az átfutási időkre és az erőforrások elosztására fókuszálni, miközben a projekt céljait is össze kell hangolni.

Az első projektportfólió-menedzsmentre összpontosító kutatásokban különösen nagy hangsúlyt kaptak a projektkiválasztási módszerek [6]. A témában érintett kutatók azt vizsgálták, hogy hogyan lehet matematikai modellek segítségével összeállítani az optimális projektportfóliót (lásd pl. [27]). Az első ilyen modellek lineáris programozást, nemlineáris programozást, egészértékű programozást és döntési fákat használtak [10]. Emellett a korai portfólió kezelési modellek a nettó jelenérték maximalizálást tekintették elsődlegesnek, és nem a portfólió vállalati stratégiához való igazítását [10, 57]. A későbbi kutatások (lásd pl. [11]) is olyan portfólió-elméleteket alkalmaznak, amelyek azon a feltevésen alapulnak, hogy a vállalatok általában több projektet indítanak el, mint amennyi megvalósításához elegendő erőforrással rendelkeznek. Az értékelési modellek úgy támogatják a döntéshozók munkáját, hogy információt szolgáltatnak a javasolt projektek rangsorolásához és a végrehajtandó projektek kiválasztásához a megadott kritériumok és az erőforrások rendelkezésre állása alapján [9, 45, 46]. Ezzel az elvvel a mi tanulmányunk sem kíván szakítani, ugyanakkor az általunk javasolt módszer nem választja szét a projektek, tevékenységek priorizálását az ütemezési feladatokról.

A fentiekben kiemelt módszerek mellett meg kell említeni az agilis projektportfólió-menedzsmentet, melynek során a portfóliókezelési folyamat elválik

az üzleti tervezés és költségvetés tervezés folyamatától [57]. Az agilis módszerek nagyrészt az ismétlődő tevékenységeken, úgynevezett szervezeti rutinokon alapulnak [55, 74]. Ugyanakkor a prioritásokat nemcsak projekt, hanem tevékenységszinten is kezelni kell. Itt a megrendelővel közös döntés alapján dől el ugyanis, hogy egy-egy projekt vagy részprojekt mely tevékenységek megvalósítását vállalja, illetve melyek kerülhetnek át (erőforrás hiányában) egy másik, későbbi projekt vagy részprojekt megvalósításába.

Fontos megjegyezni, hogy a fenti okok miatt a projekttervezési módszereket közvetlenül többszintű projekttervezési feladatokra nem lehet alkalmazni, még akkor sem, ha a tevékenységek száma alacsony.

A fenti nehézségek ellenére többszintű projektek menedzselésére lehet találni szakirodalmi forrást, melyek mind szervezeti [52, 54, 78], mind ütemezési [24, 73], erőforrás-tervezési [39] és erőforrás-elosztási [1] szempontból is vizsgálják ezt a területet. A legújabb módszerek egymással versengő, vagy egymással együttműködő projektmenedzserek (mint ún. ágensek) segítségével kezelik a többszintű projekteket [2]. Ebben az esetben a kiértékelés is több szinten történik. A projektek tervezését az ágensek végzik, szimulálva ezzel a projektmenedzser feladatait. Ezek az ágensek meghatározzák a projektek igényeit, majd ezt közvetítik a többszintű megoldó felé, akinek a feladata a projektek prioritásainak figyelembevétele alapján a projektek ütemezése és az erőforrások elosztása. Legtöbbször ez a koordinálási feladat több iterációt is igényel, hiszen a szűkös idő- és/vagy erőforrások miatt a projekteket is újra kell ütemezni. Maguk az ágensek projekt szinten nagyon eltérőek is lehetnek, ugyanis a projekt jellege, bonyolultsága jelentősen eltérhet egymástól [2]. Mivel azonban projekt szinten is nagyon kevés olyan algoritmus létezik, amely képes kezelni a rugalmas projekteket, a legújabb, ágensalapú megközelítések sem támogatják a rugalmas projektportfólió-menedzsmentet. A mi tanulmányunk tehát a rugalmas, többszintű projekttervezés területén nyújt módszertani újdonságot.

### 2.3 Rugalmas projektek tervezése

A rugalmas, úgymint az agilis, hibrid és extrém projektek egyre népszerűbbek nemcsak az informatikai projektek [50] esetén, hanem termékfejlesztési [8], kutatás-fejlesztési [64], de akár karbantartási [35] projektek esetén is. A rugalmas, ezen belül is az ún. agilis projektek esetén a prioritizálás már a tevékenységek szintjén megjelenik [75]. Ami azt jelenti, hogy a tevékenységeket felosztjuk kötelező és kiegészítő tevékenységekre [32, 75]. A kiegészítő tevékenységeket pedig megvalósítási fontosságuk alapján prioritizáljuk (lásd 1. táblázat). Ezen túlmenően az ütemező [32] figyelembe veszi, hogy a tevékenységek végrehajtási sorrendje is lehet rugalmas, vagyis a tevékenységeket akár egymás után sorosan, de amennyiben erre az erőforrások lehetőséget biztosítanak, párhuzamosan is végrehajthatjuk.

A hibrid ütemező ágensek segítségével [36] ezen túlmenően még a különböző végrehajtási módokat is figyelembe vehetjük (lásd 1. táblázat), vagyis a projekt rövidítésére nemcsak az alacsony prioritású tevékenységek elhagyá-

sát, illetve a tevékenységek párhuzamosítását, hanem a rövidebb végrehajtási technológiákat is választhatjuk. Ezen túlmenően az extrém projektek ütemezését kezelő megoldók már az előre nem tervezett tevékenységek beütemezhetőségével [37] is foglalkoznak (lásd 1. táblázat).

Projekttervezési módszerek	Projektstruktúra	F ő b b j e l l e m z ő k		
		Új tevékenység	Végrehajtási módok	Korlátok
Hagyományos	Kötött	Nem megengedett	Megengedett	Kötött
Agilis	Rugalmas	Nem megengedett	Nem kezelt	Kötött
Extrém	Rugalmas	Megengedett	Nem kezelt	Rugalmas
Hibrid	Rugalmas	Megengedett	Megengedett	Opcionális

1. táblázat. Hagyományos és rugalmas tervezési módszerek összehasonlítása. *Forrás:* saját szerkesztés.

Mivel egzakt módszer már létezik mind az agilis [32], mind a hibrid [37] projekttervezési eljárásokra, ezeket a megoldókat mint számítógépes programokat, vagy más néven ágenseket lehet kezelni, így azt feltételeztük, hogy [2] ágens alapú megközelítést és a kialakított projekttervezési módszereket mint egyfajta ágenseket ötvözni lehet, így a többszintű projekttervezési feladatok is megoldhatók. Ezen túl pedig vizsgálhatóvá válik, hogy milyen részprojektek esetén milyen projekttervezési megközelítés alkalmazandó.

### 3 A javasolt módszer bemutatása

Ahogy az 2. fejezetben már bemutattuk, a jelenlegi algoritmusok elsősorban a projektek tervezhetőségével foglalkoznak. Sokkal kevesebb módszer foglalkozik többszintű projektek tervezhetőségével. Különösen igaz ez a tanulmányunk fókuszát képező rugalmas, többszintű projektek esetére, hiszen korábban egyetlen olyan algoritmus sem létezett, amely képes lett volna a rugalmas tervezési technikákat többszintű projektkörnyezetre is adaptálni. E fejezet [33] cikk alapján készült, és arra a kutatási kérdésre keresi a választ, mely szerint:

**K1:** *Kialakítható-e olyan módszer, amely képes a hagyományos, többszintű projektek mellett a rugalmas, többszintű projekteket is tervezni, ütemezni?*

#### 3.1 Többszintű mátrixalapú modell kialakítása

A feladat ebben az esetben egy olyan mátrixalapú modell kialakítása volt, amely:

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

A fenti kritériumok alapján a projekt szakértői mátrixot [37] terjesztettük ki (lásd 2. ábra). A logikai (rész)mátrix (LD) ebben az esetben vagy eleve projektenként tartalmazza a logikai terveket, mint ahogyan azt a 2. ábra mutatja, vagy [70] mátrixklasszterező módszerével lehet olyan részprojekteket meghatározni, ahol a (rész)projektek tevékenységei között a kapcsolatok száma minimális. Ezáltal a menedzment dönthet arról, hogy a (rész)projektek élére vezetőt (pl. menedzsert, SCRUM mastert) választ-e vagy sem. A módszer bemutatása során nem célunk a multiprojektek azonosítása, ugyanakkor a mátrix-alapú tervezés melletti érv, hogy lehetőség van mátrixklasszterezéssel a részprojektek identifikálására.

A javasolt modell képes a hagyományos (lásd pl. 4. projektet), agilis (lásd pl. 2. projektet), illetve hibrid (lásd pl. 1, 3. projekteket a 2. ábrán) projekteket is modellezni. Képes a multiprojektek esetén fellépő közös erőforrásigények modellezésére, ahol a projektek között logikai rákövetkezés nem feltétlenül valósul meg, vagyis végrehajtásuk általában párhuzamos (lásd: 1, 4. projektek közös erőforrásait), valamint 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.

Logikai részmatrix (Logic Domain, LD)																Idő (TD)		Kltg. (CD)		Erőforrásigények (Resource Domain, RD)												
	1. Projekt					2. Projekt					3. Projekt					4. Projekt					$t_1$	$t_2$	$C_1$	$C_2$	$r_{11}$	$r_{12}$	$r_{21}$	$r_{22}$	$r_{31}$	$r_{32}$	$r_{41}$	$r_{42}$
$M^5$	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	$t_1$	$t_2$	$C_1$	$C_2$	$r_{11}$	$r_{12}$	$r_{21}$	$r_{22}$	$r_{31}$	$r_{32}$	$r_{41}$	$r_{42}$			
A	0,8	1,0	0,8	0,2	0,1	Hibrid projekt (rugalmas kapcsolat/tevékenység-előfordulások+több végrehajtási mód					Több végrehajtási mód, melyekhez különböző igények társulnak					4	6	2,4	3,4	1	1											
B		1,0		0,4	0,9	Hibrid projekt (rugalmas kapcsolat/tevékenység-előfordulások+több végrehajtási mód					Több végrehajtási mód, melyekhez különböző igények társulnak					2	3	1,8	2,6	1	1											
C			0,9		0,1	Hibrid projekt (rugalmas kapcsolat/tevékenység-előfordulások+több végrehajtási mód					Több végrehajtási mód, melyekhez különböző igények társulnak					4	8	9,6	9,9	1	1											
D				0,4	0,3	Hibrid projekt (rugalmas kapcsolat/tevékenység-előfordulások+több végrehajtási mód					Több végrehajtási mód, melyekhez különböző igények társulnak					10	10	4,2	4,2	1	1											
E					0,7	Hibrid projekt (rugalmas kapcsolat/tevékenység-előfordulások+több végrehajtási mód					Több végrehajtási mód, melyekhez különböző igények társulnak					3	4	0,9	1,2	1	2											
F						1,0	1,0	0,8	0,2	Agilis projekt, egyetlen végrehajtási mód					Több végrehajtási mód, melyekhez különböző igények társulnak					4	4	2,4	2,4				2	2				
G							1,0		0,4	Agilis projekt, egyetlen végrehajtási mód					Több végrehajtási mód, melyekhez különböző igények társulnak					2	2	1,8	1,8				2	2				
H								1,0		Feltételes kapcsolat az 2-3. projekt között. => a két projekt programot alkothat					Több végrehajtási mód, melyekhez különböző igények társulnak					4	4	9,6	9,6				1	1				
I									1,0	0,8	Feltételes kapcsolat az 2-3. projekt között. => a két projekt programot alkothat					Több végrehajtási mód, melyekhez különböző igények társulnak					10	10	4,2	4,2				2	2			
J										1,0	1,0	0,8	0,2	0,1	Feltételes kapcsolat az 2-3. projekt között. => a két projekt programot alkothat					3	4	0,9	1,2						1	2		
K											1,0		0,4	0,9	Feltételes kapcsolat az 2-3. projekt között. => a két projekt programot alkothat					3	4	0,9	1,1						1	1		
L												0,9		0,1	Feltételes kapcsolat az 2-3. projekt között. => a két projekt programot alkothat					4	6	2,4	3,4						1	2		
M													1,0	0,3	Feltételes kapcsolat az 2-3. projekt között. => a két projekt programot alkothat					2	3	1,8	2,6						1	1		
N														1,0	Hagyományos projekt, nincs rugalmas kapcsolat/tevékenység-előfordulás					4	8	9,6	9,7									
O															1,0			10	12	4,2	4,0	1	1									
P																1,0	1,0	3	4	0,9	0,9									1	1	
Q																	1,0	3	3	0,9	1,0									1	1	

2. ábra. Többszintű mátrix-alapú projektterv ( $M^5$ : Matrix-based Multimode Multilevel (project) Mangement Model)

A feladat olyan mátrixos ütemterv megtalálása, amely a többszintű és/vagy az egyes (rész)projektek szintjén értelmezhető célfüggvények és a többszintű és/vagy az egyes (rész)projektekre meghatározott korlátozó feltételek szerint optimális megoldást szolgáltat. A feladatra megoldást a [33] által javasolt



MPR: Multilevel Project Ranking algoritmus szolgáltat.

Ilyenre mutat példát a 3. ábra, ahol a célfüggvény a legrövidebb átfutási idő, és nincs korlátozó feltétel megadva. Ebben az esetben a legjobb megoldást akkor kapjuk, ha valamennyi rugalmas kapcsolatot és nem kötelező tevékenységelőfordulást elhagyunk a projektből, a végrehajtási módok közül pedig rendre a legkisebb időigénnyel rendelkezőt választjuk.

		Logikai részmatrix (LD)											Idő (TD)	Kltg (CD)	Erőforrásigények (Resource Domain, RD)				
		1. Projekt					3. Projekt				4. Projekt				$t_1$	$C_1$	$r_{11}$	$r_{21}$	$r_{31}$
$M^s$		B	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q						
B		1,0												2	1,8	1			
F			1,0	1,0										4	2,4		2		
G				1,0										2	1,8		2		
H					1,0									4	9,6		1		
I						1,0								10	4,2		2		
J							1,0							3	0,9			1	
K								1,0						3	0,9			1	
M									1,0					2	1,8			1	
N										1,0				4	9,6			1	
O											1,0			10	4,2	1			1
P												1,0	1,0	3	0,9				1
Q													1,0	3	0,9				1

3. ábra. Többszintű mátrix-alapú projektterv kiértékelésének eredménye, ha a célfüggvény a legrövidebb átfutási idő és nincs korlátozó feltétel megadva

Az algoritmus ebben az esetben is három fázisból áll. Az első fázisban el kell döntenünk, hogy mely tevékenységeket hajtjuk végre, utána meg kell határozni a végrehajtás sorrendjét (ebben az esetben a többszintű projektterv végrehajtási struktúráját), majd pedig ki kell választani a végrehajtási módokat. Itt is kihasználjuk, hogy az éles határok meghatározásához nem kell valamennyi lehetőséget kiértékelni, amelyre jó példa a 3. ábra, ami tulajdonképpen éles határa a legrövidebb átfutási idővel rendelkező többszintű projekttervnek. Ettől rövidebb átfutási idejű projekttervet nem lehet meghatározni, ugyanakkor, ha ezt a korlátot engedjük, el lehet érni. Az algoritmusok pszeudokódját lásd melléklet, 1-3. algoritmusait, valamint a függelék, ahol a fogalmak, állítások és bizonyítások, valamint az algoritmus komplexitása is megtalálható.

### 3.2 Többszintű mátrix-alapú ütemező algoritmus formális leírása

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

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

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

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

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

A cél az, hogy  $\mathbf{M}^5$  mátrixrepresentációval jellemzett rugalmas, többszintű projekttervhez találjunk egy olyan optimális megvalósítást (realizációt), melynek a mátrixrepresentációja  $\mathbf{M}^{\prime 5}$ , amely a megadott korlátokat nem túllépve, az adott célfüggvényre nézve legjobb megoldást adja.

#### 3.2.1 Igények

**2. Definíció.** Legyen  $\mathbf{M}^{\prime 5} = [\mathbf{LD}^{\prime}, \mathbf{TD}^{\prime}, \mathbf{CD}^{\prime}, \mathbf{RD}^{\prime}]$  egy mátrixrepresentációja a realizált többszintű, rugalmas projekttervnek  $\mathbf{M}^5 = [\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]$  amely  $p$  projektet tartalmaz. Tegyük fel, hogy  $i_k < j_k \Rightarrow l^{\prime}_{i_k, j_k} = 0$ . 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  $\rho$ -adik erőforrásnak a  $k$ -adik projektből a  $\tau$ -edik időpontban. Jelölje továbbá a  $\tau_{0_k}$  a kezdő időpontját a  $k$ -adik projektnek,  $\tau_0$  pedig a kezdő időpontját a többszintű projektnek. A (többszintű) projektekre vonatkozó értékek a következőképpen adhatók meg:

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

$$TPT_k(\mathbf{M}^{\prime 5}) = \max_{i_k} EF_{i_k}, \quad (1)$$

$$TPT(\mathbf{M}^{\prime 5}) = \max_i EF_i. \quad (2)$$

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

$$TPC_k(\mathbf{M}^{\prime 5}) = \sum_{i_k} c^{\prime}_{i_k}, \quad (3)$$

$$TPC(\mathbf{M}^{\prime 5}) = \sum_k TPC_k(\mathbf{M}^{\prime 5}) \quad (4)$$

**TPR:** *Maximális erőforrásigény (Total project resources).*  $TPR_{\rho,k}(\mathbf{M}^{n^5})$  jelöli a  $k$ -adik projekt, míg  $TPR_{\rho}(\mathbf{M}^{n^5})$  a többszintű projekt maximális erőforrásigényét  $\rho$  erőforrásra.

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

$$TPR_{\rho}(\mathbf{M}^{n^5}) = \max_{\tau_0 \leq \tau \leq TPT(\mathbf{M}^{n^5})} R_{\rho}(\tau) \quad (6)$$

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

$$TPS_k(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}^{n^5}) = \bigotimes_{l^{i_k, i_k=1}} l_{i_k, i_k}, \quad (7)$$

$$TPS(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}^{n^5}) = \bigotimes_{l^{i, i=1}} l_{i, i}. \quad (8)$$

ahol  $\bigotimes$  egy monoton aggregáló függvényt jelöl.

**Megjegyzés.** Többszintű projekttervek esetén, bár az egyes projektek esetén értelmezhető a minőség, meglehetősen nehézkesen értelmezhető aggregálva ez az érték, éppen ezért a modellnél ettől a paramétertől eltekintünk. Ugyanakkor a többi paraméter módjára a minőségi paraméter is bevezethető, ha ahhoz értelmezést lehet adni, különösen egy többszintű, egymástól esetlegesen logikailag független projekt esetén.

### 3.2.2 Korlátok, célfüggvények

**3. Definíció.** Legyen  $\mathbf{M}^5$  egy többszintű rugalmas projektterv, mely  $p$  projektet tartalmaz. Legyen továbbá  $\mathbf{M}^{n^5}$  egy mátrixreprezentációja a megvalósítandó projekttervnek. Jelöljön 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 sorvektort a  $k$ -adik projektre, ahol  $k = 1, 2, \dots, p$ , és  $\mathbf{C} = [C_t, C_c, C_{r_1}, \dots, C_{r_R}, C_s]$  egy korlátozásokat tartalmazó vektort a többszintű projekttervre vonatkozóan. Ahol

$C_t$ : az időkorlát  $k$ -adik projektre  $C_{t_k}$ , míg a többszintű projektre  $C_t$ .

$$C_{t_k} \geq TPT_k(\mathbf{M}^{n^5}), \quad C_t \geq TPT(\mathbf{M}^{n^5}) \quad (9)$$

$C_c$ : a költségkorlát a  $k$ -adik projektre  $C_{c_k}$ , míg a többszintű projektre  $C_c$ .

$$C_{c_k} \geq TPC_k(\mathbf{M}^{n^5}), \quad C_c \geq TPC(\mathbf{M}^{n^5}) \quad (10)$$

$C_r$ : az erőforráskorlát a  $k$ -adik projektre a  $\rho$ -adik erőforrásból  $C_{r_{\rho,k}}$ , míg a többszintű projektre nézve  $C_{r_{\rho}}$ .

$$C_{r_{\rho,k}} \geq TPR_{\rho,k}(\mathbf{M}^{n^5}), \quad C_{r_{\rho}} \geq TPR_{\rho}(\mathbf{M}^{n^5}) \quad (11)$$

$C_s$ : tartalmi korlát (pontértékkorlát) a  $k$ -adik projektre  $C_{s_k}$ , míg a többszintű projektre  $C_s$ .

$$C_{s_k} \leq TPS_k(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}''^5), \quad C_s \leq TPS(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}''^5) \quad (12)$$

Általánosságban a projektek/többszintű projektek szintjén az időt (13) és/vagy a költséget (14) és/vagy erőforrást (15) minimáljuk, míg a tartalmat, melyet itt a pontértékkel jellemzünk, maximáljuk (16). Ugyanakkor azt is meg kell jegyezni, hogy a többszintű projekttervezés alkalmazása esetén nem minden esetben definiálunk minden korlátot minden projektre és a többszintű projektre vonatkozóan is. Ilyen korlát pl. az erőforráskorlát, ahol az erőforrásokat párhuzamosan futó multiprojektek esetén gyakran egy közös erőforrásbankból (resource pool) vesszük.

$$TPT_k(\mathbf{M}''^5) \rightarrow \min, \quad TPT(\mathbf{M}''^5) \rightarrow \min \quad (13)$$

$$TPC_k(\mathbf{M}''^5) \rightarrow \min, \quad TPC(\mathbf{M}''^5) \rightarrow \min \quad (14)$$

$$TPR_{\rho,k}(\mathbf{M}''^5) \rightarrow \min, \quad TPR_{\rho}(\mathbf{M}''^5) \rightarrow \min, \quad \rho = 1, 2, \dots, R \quad (15)$$

$$TPS_k(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}''^5) \rightarrow \max, \quad TPS(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}''^5) \rightarrow \max \quad (16)$$

Fontos megjegyezni, hogy a többszintű projektek esetében eltérő célok fogalmazhatók meg projekt és multiprojekt, illetve projektportfólió szinten. Ezek a célok pedig legtöbbször konfliktusban állnak egymással. Ezt feloldva a többcélú döntéshozatal eszköztárához kell nyúlnunk. Az egyik lehetőség, ha a célok nem egységesíthetők (pl. lehető legkisebb költség, legrövidebb idő stb.), akkor a célfüggvények prioritizálása lehet az egyik megoldás. Elsődlegességet általában a többszintű projektterv célfüggvénye élvez, követve azt a menedzsment elvet, hogy a (taktikai szintű) projekt céljainak a projektportfólió stratégiai céljait kell követni. Ütemezés szempontjából ez azt jelenti, hogy amennyiben pl. a projektportfólió 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 a (13)-(16) egyenletekből egy, a projektek céljainak fontosságát is reprezentáló összetett célfüggvény készítése. Ez kifejezheti az adott projekt céljainak fontosságát, így összehangolhatók az esetleges eltérő projektcélok egy egységes célfüggvényre vonatkozóan.

Inkább elméleti, mint gyakorlati lehetőség a (13)-(16) 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.

### 3.2.3 Éles határok számítása

**4. Definíció.** Legyen  $\mathbf{M}^5 = [\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]$  egy mátrixreprezentációja egy rugalmas, többszintű projekttervnek. 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  $\forall \rho \in \{1, 2, \dots, r\}$ ,  $\mathbf{RD}_{i,\rho_{\max}} = r_{i,\rho_{\max}} = \max_{\omega} r_{i,\rho,\omega} \in [\mathbf{RD}]_{i,\rho}$ ,  $\mathbf{RD}_{i,\rho_{\min}} = r_{i,\rho_{\min}} = \min_{\omega} r_{i,\rho,\omega} \in [\mathbf{RD}]_{i,\rho}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $\omega = 1, 2, \dots, w$ .
- $\overline{\mathbf{LD}}$ ,  $\underline{\mathbf{LD}}$ ,  $[\mathbf{LD}]$ ,  $[\underline{\mathbf{LD}}]$ , ha  $l_{i,j}, l_{i,i} \in \mathbf{LD}$ ,  $i \neq j$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$   
 $\Rightarrow l_{i,j} \in \overline{\mathbf{LD}}$ ,  $l_{i,j} \in \underline{\mathbf{LD}}$ ,  $[l_{i,j}] \in [\mathbf{LD}]$ ,  $[l_{i,j}] \in [\underline{\mathbf{LD}}]$  és  
 $\Rightarrow [l_{i,i}] \in \overline{\mathbf{LD}}$ ,  $[l_{i,i}] \in \underline{\mathbf{LD}}$ ,  $[l_{i,i}] \in [\mathbf{LD}]$ ,  $[l_{i,i}] \in [\underline{\mathbf{LD}}]$ .

[32, 37] tanulmányokban megmutattuk, hogy bármely rugalmas projekt esetén a minimális és a maximális tevékenységigények, és ebből számolva a projekტიgények 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 ennél kisebb (nagyobb) igényekkel rendelkező projektterv. Ez az állítás azonban csak az egyedi projektek esetén igaz. Ugyanis fontos megjegyezni, hogy a párhuzamosan futó projektek esetén, azonos típusú erőforrások felhasználásakor, lehetőség van az erőforrások átcsoportosítására is, ami a teljes projektterv módosítását is befolyásolhatja, hiszen erőforrás-átcsoportosítás esetén a technológiai szempontból párhuzamosítható tevékenységek párhuzamos elvégzése a projekt rövidítését is eredményezheti. 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.

**5. Definíció.** Legyen  $\mathbf{M}^5 = [\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]$  egy mátrixreprezentációja egy többszintű, rugalmas projekttervnek.

$TPT_{\min}(TPT_{\max})$ : 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.

$$TPT_{\min} = TPT([\underline{\mathbf{LD}}, \mathbf{TD}_{\min}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD},]) \quad (17)$$

$$TPT_{\max}(\mathbf{M}^5) = TPT([\mathbf{LD}], \mathbf{TD}_{\max}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}) \quad (18)$$

$TPC_{\min}(TPC_{\min})$ : 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.

$$TPC_{\min}(\mathbf{M}^5) = TPC([\underline{\mathbf{LD}}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}_{\min}, \mathbf{RD}]) \quad (19)$$

$$TPC_{\max}(\mathbf{M}^5) = TPC([\underline{\mathbf{LD}}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}_{\max}, \mathbf{RD}]) \quad (20)$$

$TPR_{\min}(TPR_{\max})$ : 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.

$$TPR_{\min}(\mathbf{M}^5) = TPR([\underline{\mathbf{LD}}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}_{\min}]) \quad (21)$$

$$TPR_{\max}(\mathbf{M}^5) = TPR([\overline{\mathbf{LD}}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}_{\max}]) \quad (22)$$

$TPS_{\min}(TPS_{\max})$ : Jelölje a többszintű projekt minimális (maximális) pontértékét, ha csak a kötelező tevékenységek (minden tevékenység) végrehajtását írjuk elő.

$$TPS_{\min}(\mathbf{M}^5) = TPS([\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}], [\underline{\mathbf{LD}}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]) \quad (23)$$

$$TPS_{\max}(\mathbf{M}^5) = TPS([\mathbf{LD}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}], [\overline{\mathbf{LD}}, \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]) \quad (24)$$

**1. Tétel.** Jelölje  $TPX$  a  $TPT, TPC, TPR$  vagy  $TPS$  függvények valamelyikét. Bármely  $\mathbf{M}^5$  többszintű, rugalmas projekttervre igaz, hogy

$$TPX_{\min}(\mathbf{M}^5) \leq TPX_{\max}(\mathbf{M}^5). \quad (25)$$

Bármely megvalósítandó, többszintű projekttervre (jelölje  $\mathbf{M}''^5$ ), melyet  $\mathbf{M}^5$  rugalmas, többszintű projektterv tevékenységeinek és kapcsolatainak elhagyásával vagy előírásával, valamint a végrehajtási módok kiválasztásával határoztunk meg, igaz, hogy

$$TPX_{\min}(\mathbf{M}^5) \leq TPX_{\min}(\mathbf{M}''^5) \leq TPX_{\max}(\mathbf{M}''^5) \leq TPX_{\max}(\mathbf{M}^5). \quad (26)$$

**Bizonyítás.** Bármely  $i \leq n$  esetén

$$TPX_{\min}(\mathbf{M}^5) = \min \left\{ \begin{array}{l} TPX_{\min}([\mathbf{LD}[i, j = 1], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]), \\ TPX_{\min}([\mathbf{LD}[i, j = 0], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]) \end{array} \right\} \quad (27)$$

$$TPX_{\max}(\mathbf{M}^5) = \max \left\{ \begin{array}{l} TPX_{\max}([\mathbf{LD}[i, j = 1], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]), \\ TPX_{\max}([\mathbf{LD}[i, j = 0], \mathbf{TD}, \mathbf{CD}, \mathbf{RD}]) \end{array} \right\} \quad (28)$$

Igaz továbbá bármely megvalósítandó, többszintű projekttervre (jelölje  $\mathbf{M}''^5$ ), melyet  $\mathbf{M}^5$  rugalmas, többszintű projektterv tevékenységeinek és kapcsolatainak elhagyásával vagy előírásával, valamint a végrehajtási módok kiválasztásával határoztunk meg, hogy

$$TPX_{\min}(\mathbf{M}''^5) \leq TPX(\mathbf{M}''^5) = TPX_{\max}(\mathbf{M}''^5) \quad (29)$$

és

$$TPX_{\min}(\mathbf{M}^5) \leq TPX(\mathbf{M}^5) \leq TPX_{\max}(\mathbf{M}^5). \quad (30)$$

Bármely két megvalósítandó, többszintű projekttervre (jelölje ezeket  $\mathbf{M}^5_1$ ,  $\mathbf{M}^5_2$ ), melyet  $\mathbf{M}^5$  rugalmas, többszintű projektterv tevékenységeinek és kapcsolatainak elhagyásával vagy előírásával, valamint a végrehajtási módok kiválasztásával határoztunk meg, igaz, hogy

$$TPX_{\min}(\mathbf{M}^5) = TPX_{\min}(\mathbf{M}^5_1) \quad \text{és} \quad TPX_{\max}(\mathbf{M}^5_2) = TPX_{\max}(\mathbf{M}^5). \quad (31)$$

□

A mellékletben szereplő 3. algoritmusra vonatkozó állítást és bizonyítást tartalmazza a 2. tétel és annak bizonyítása.

**2. Tétel.** *A 3. algoritmus egy adott korlátokra (C) és adott célfüggvényre (TPX) optimális megoldását adja egy rugalmas ( $\mathbf{M}^5$  mátrixszal jellemzett), többszintű projekttervnek, ha a célfüggvény a pontérték maximálása ((16) 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 minimalása (lásd (13)-(15) 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:  $TPX_{\min}(\mathbf{M}^5)$  ( $TPX_{\max}(\mathbf{M}^5)$ ) az összes lépésben kiszámítjuk  $\mathbf{M}^5$  mátrixra vonatkozóan, amelyek éles alsó (felső) határai lesznek a döntés alapján megvalósítható (többszintű) projekteknek, illetve a további döntésekkel az ebből származtatott (további döntések alapján a rugalmas tevékenység-előfordulásokat/kapcsolatokat megvalósító/elhagyó) többszintű projektterveknek is. Amennyiben a kiértékelés során az éles alsó (felső) határok alá (fölé) kerülnek a maximum (minimum) korlátok, úgy azt a többszintű projekttervet 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. □

*Komplexitás:*

Az első fázisban  $\mathbf{M}^5$  mátrixot és  $TPX_{\min}(\mathbf{M}^5)$ ,  $TPX_{\max}(\mathbf{M}^5)$  értékeit határozzuk meg minden lépésben. Ezek kiértékelése kvázilineáris ( $n \log n$ ), 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 minimalása esetén a második fázis kihagyható. Ugyanakkor, ha a célfüggvény az átfutási idő minimalása, az erőforrásigény maximumának minimalása, vagy a pontérték maximalása, 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.

## 4 Szimulációs eredmények

A javasolt algoritmust [5] módszerével vetettük össze, ahol az volt a kérdés, hogy a rugalmas kapcsolatoknak és tevékenység-előfordulásoknak köszönhetően mennyivel lehet csökkenteni a projektigényeket.

### 4.1 Alkalmazott feladatgenerátor

A többszintű projektterv generálásához [7] Excel-alapú feladatgenerátorát alkalmaztunk, amely segítségével megadott paramétereknek megfelelő többszintű projekttervet lehet generálni. Követve [7] javaslatait, minden esetben 1000-1000 különböző problémát generáltunk, ahol a projektek száma 3-3 volt projektportfoliónként. Valamennyi projekt 20-20 tevékenységet tartalmazott. A tevékenységidők  $\{1, 2, \dots, 9\}$  napok voltak. Négyféle erőforrást használtunk, ahol az erőforrásigényeket is az alkalmazott feladatgenerátor a javaslatoknak megfelelően 1-9 között generálta. Mivel a javasolt módszer itt is szoftverprojekt-környezetet szimulált, így [71] javaslatát követve olyan struktúrákat válogattunk ki, ahol  $i_2$  strukturális változó, amely egy topológikusan rendezett gráf szintjeinek és a gráf csúcsainak (itt tevékenységek) arányát adja meg. Ennek értéke  $[0,2; 0,3]$  között volt. A projektek a négy erőforrás bármelyikét használhatták. A projektek időbeli átfedése maximum 0,6 volt. 1000, a kritériumoknak megfelelő többszintű projekt generálása után a tevékenységek és a kapcsolatok ( $ff\% \in \{0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4\}$ ) részét tekintettük rugalmasnak és prioritáltuk, és így rendeltünk hozzá egynél kisebb pontértéket. Az előre nem tervezett tevékenységek aránya:  $u\% \in \{0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4\}$  volt. Az előre nem tervezett tevékenységeket a [37] javaslata alapján az optimalálás során figyelembe vesszük, de a korlátok kialakításánál nem.

Itt is elmondható, hogy az alacsony rugalmasságú, nem tervezett tevékenységeket nem megengedő tervezés a hagyományos, a rugalmas kapcsolatokat, tevékenység-előfordulásokat megengedő projekttervek az agilis, a nem tervezett tevékenységeket is megengedő projekttervek az extrém, míg a valamennyi esetet átfogó projekttervek a hibrid környezetet szimulálják [37]. Mivel [7] módszere csak multiprojektet generál, ami nem veszi figyelembe az esetleges (rész)projektek közötti függőségeket, így az algoritmust úgy is lefuttattuk, amikor a projektek között logikai kapcsolatokat létesítettünk, így generálva programokat a független projekttervekből.



## 4.2 Korlátok és célfüggvények

Az 50000 generált többszintű projektre vonatkozóan a korlátozó feltételeket az alábbiak alapján, projektigények százalékában határoztuk meg:

$$C_x = TPX_{\min} + C_x\%(TPX_{\max} - TPX_{\min}), \quad (32)$$

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.

$$C_{x_k} = TPX_{k_{\min}} + C_{x_k}\%(TPX_{\max} - TPX_{k_{\min}}), \quad k = 1, 2, \dots, p, \quad (33)$$

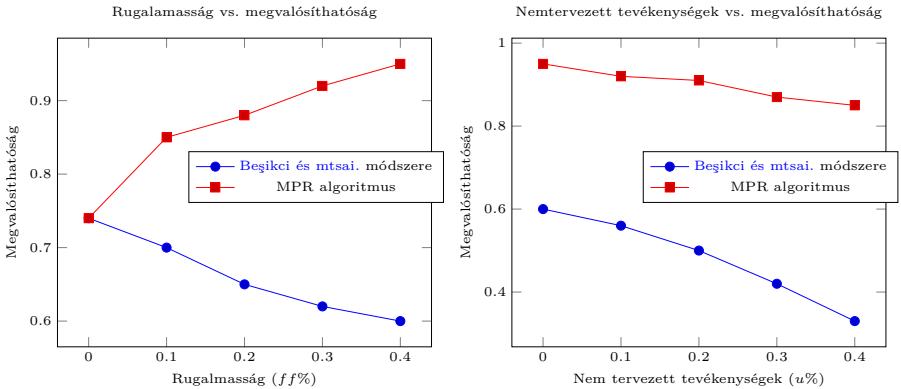
ahol  $C_{x_k}\% = 0,5$  volt, és  $C_{x_k} \in \{C_{t_k}, C_{c_k}, C_{r_k}, C_{s_k}\}$ . A célfüggvény a teszt esetében a korlátokat figyelembe vevő minimális átfutási idő meghatározása (lásd (13) egyenletet).

## 4.3 Megvalósíthatóság

Az első szimulációban a nem tervezett tevékenységek arányát ( $u\% = 0$ ) értékre állítottuk be (lásd 4a. ábra). A harmadik fázisban Beşikci és mtsai. [5] algoritmus találta meg a legrövidebb átfutási idővel rendelkező multiprojekttervet. Beşikci és mtsai. [5] algoritmus ugyanannyi megengedett megoldást szolgáltat, ha nem számolunk a tevékenység-előfordulások prioritásával, valamint a rugalmas kapcsolatok lehetőségével (lásd 4a. ábrán  $ff = 0$  értékénél a megvalósíthatósági arányokat). Ugyanakkor, ha megnöveljük a rugalmas tevékenység-előfordulások, valamint a rugalmas kapcsolatok arányát, akkor világosan látszik, hogy a javasolt módszer a rugalmasságot kihasználva egyre több megengedett megoldást képes meghatározni.

Ha a rugalmas kapcsolatok arányát rögzítjük, akkor a javasolt módszer a nem tervezett tevékenységeket is hatékonyabban tudja kezelni, hiszen bár az arány növelésével csökken a megvalósíthatóság, ugyanakkor ez a csökkenés kisebb mértékű, mint a referenciaként használt Beşikci és mtsai. [5] módszere esetében. Ennek oka pedig megint a rugalmas kapcsolatok, illetve rugalmas tevékenység-előfordulásokban rejlő átalakítási lehetőségekben rejlik (lásd 4b. ábrát).

Fontos eredmény, hogy a hibrid megközelítést követő, javasolt (MPR) többszintű projekttervezési módszer nagymértékben képes kihasználni a rugalmas tervezési környezetből adódó lehetőségeket.

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

4. ábra. Beşikci és mtsai. [5] és a javasolt (MPR) algoritmus összehasonlítása

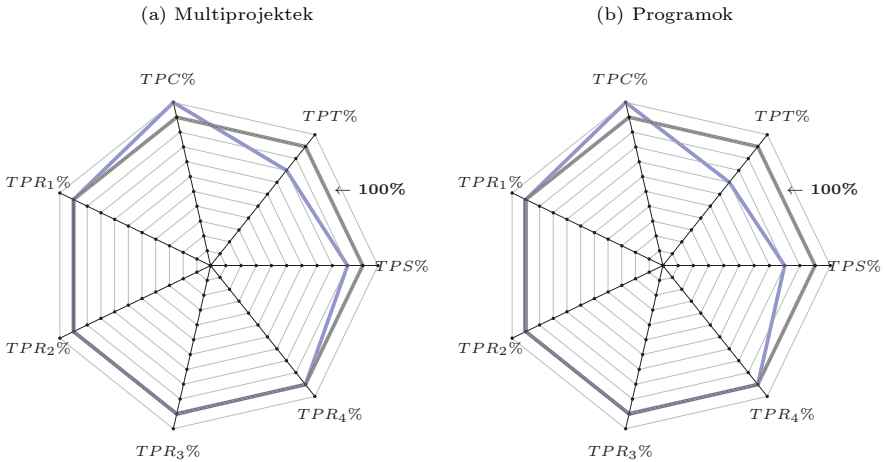
A javasolt módszerrel, amennyiben a rugalmas tevékenység-előfordulások /kapcsolatok aránya 40%, a projekttervek 95%-ában sikerült (a korlátokat nem túllépő) megengedett megoldást találni, míg ez az érték jóval alacsonyabb (60%), ha a rugalmas kapcsolatokat nem vesszük figyelembe. Nem tervezett tevékenységek figyelembevételére esetén még szembetűnőbb a két megközelítés közötti különbség, hiszen hagyományos megközelítés esetén csak a többszintű projektek 33%-a, míg a hibrid megoldást követve a 85%-a megvalósítható. Ez a jelentős különbség pedig a rugalmas projektkörnyezet figyelembevételére vezethető vissza, hiszen mindkét megközelítés képes a lehetséges végrehajtási módok segítségével az idő-költség, idő-erőforrás összefüggéseket úgy kihasználni, hogy azzal megengedett megoldást találhasson, de csak a rugalmas megközelítések képesek a projekt átrendezésével, a tevékenységek átcsoportosításával a végrehajtás struktúráját is megváltoztatni.

#### 4.4 Ütemezés hatékonysága

Ebben az esetben már csak megengedett projektütemterveket hasonlítottunk össze, ahol a célfüggvényértékek arányát a következőképpen számítottuk:

$$TPX\% = \frac{TPX_{\text{prop}}}{TPX_{\text{orig}}} = \frac{TPX_{\text{HPMa}}}{TPX_{\text{TPMa}}}, \quad (34)$$

ahol  $TPX_{\text{orig}}$  jelöli az [5] által javasolt módszer célfüggvény-értékeit, mely lehet  $TPT$ ,  $TPC$ ,  $TPR_1$ ,  $TPR_2$ , ...,  $TPR_4$ ,  $TPS$  függvények értéke. Ez a megközelítés a hagyományos (rugalmas kapcsolatokat és tevékenység-előfordulásokat figyelmen kívül hagyó) módszerek családjába tartozik, így jelölhetjük a célfüggvényt  $TPX_{\text{TPMa}}$ -val is.  $TPX_{\text{prop}}$  pedig a javasolt módszer célfüggvényértékeit mutatja, ami egy hibrid megközelítést követő módszer (HPMa).



5. ábra. Ütemezés hatékonyságának összehasonlítása (célfüggvény a legrövidebb átfutási idő)

Ha a célfüggvény az átfutási idő minimalálása, akkor a javasolt módszer a multiprojektek esetén 11,1%-kal, a programok esetén 27,2%-kal csökkenti az átfutási időt a hagyományos ütemezési módszereken alapuló [5] módszeréhez képest. Ugyanakkor ennek az az ára, hogy az optimalálás következtében a költségek megnövekednek, multiprojektek esetén 11,2%-kal, míg programok esetén 15,1%-kal. A pontértékek, melyek a megvalósított tartalmat jellemzik szintén csökkennek multiprojektek esetén 8,3%-kal, programok esetén 11,2%-kal, míg érdekes, hogy az erőforrásigények csak kis mértékben növekedtek +1%, illetve +3%-kal.

A kismértékű erőforrásnövekedés annak köszönhető, 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 tartalomszűkítéssel valósítható meg.

Összefoglalva, a K1 kutatási kérdésre a javasolt MPR módszer ad választ, amely szerint kialakítható ilyen eljárás. Az MPR módszer igazoltan (lásd: függelék) megtalálja az optimális megoldást. A módszer alkalmazása megmutatta, hogy rugalmas környezetben jelentősen több megengedett megoldást talál, ami azt mutatja, hogy a módszer használatával kevesebb (többszintű) projekt megvalósítása lesz sikertelen. A javasolt módszer segítségével az eleve sok párhuzamos végrehajtást feltételező szoftver projekt környezetekben, a megvalósítható projektek időigénye ugyan csökkenthető, ugyanakkor itt már további párhuzamosításra kevésbé nyílik lehetőség. Az időigény pótlólagos költségek és a tartalom szűkítése révén csökkenthető.

## 4.5 Futtatási környezet bemutatása

A futtatásokat Matlab környezetben végeztük, amelyhez a Kosztyán [34] programcsomagját használtuk. A programcsomag különböző megoldókat tar-

talmaz, így ebből lehetett felépíteni a többszintű projekttervmegoldó ágens-alapú környezetét. A futtatások során Apple Mac M1-es processzorával felszerelt Macbook Pro-t, valamint egy i10-es processzorral rendelkező Dell laptopot használtunk. A megoldók 30 tevékenységre 100 futtatás átlaga alapján 3,4 (Mac), illetve 3,7 (Dell) másodperc. 50 tevékenységre 5,3 (Mac), illetve 6,7 (Dell), 100 tevékenységre 10,2 (Mac), 17,7 (Dell) másodperc alatt futottak le és adtak optimális megoldást. Az ebben a fejezetben bemutatott szimulációk futtatása, mivel 50 000 generált többszintű projektet tartalmaztak, már 3 hetet vett igénybe. Ugyanakkor a 12 projektet tartalmazó, a következő fejezetben bemutatandó esettanulmány multiprojektjét 1,5 perc alatt oldotta meg a Mac számítógép és 2,3 perc alatt szolgáltatott eredményt az Intel-alapú Dell laptop. Így azt tapasztaltuk, hogy egy vállalati környezetben előforduló projektet néhány perc alatt megoldhatunk, ugyanakkor egy hosszabb futtatás, ahol az egyes beállítási paraméterek érzékenységre is kíváncsiak vagyunk, már több hétig is eltarthat.

## 5 Esettanulmány

Dawidson [16] szerint az ezredfordulót követő évtizedben a többszintű projektmenedzsmenttel kapcsolatban végzett kutatási tevékenység és annak módszertani háttere is jelentős változáson ment keresztül. Egyre inkább előtérbe kerültek az empirikus kutatások, melyek a vállalati szerepvállalás fontosságát emelik ki. Esettanulmányunkban éppen ezért a kifejlesztett módszer alkalmazhatóságát is vizsgáltuk, valamint kíváncsiak voltunk arra, hogy az alkalmazott módszer mennyire változtatta meg a vállalat rutinszerű folyamatait.

Az esettanulmányt egy hazai, iparág vezető autóiipari vállalat példáján keresztül mutatjuk be, aki élen jár az innovatív technológiák és rendszerek tervezésében. A vállalat ugyan nem járult hozzá nevének közléséhez, ezért a továbbiakban TelematCo-nak fogjuk nevezni, ugyanakkor az adatait rendelkezésünkre bocsátotta. Így az esettanulmányban valós, vállalati adatokkal tudtunk dolgozni és lehetőségünk nyílt ennek közlésére is.

A többszintű projektek kezelése összetett feladat, az esettanulmány módszer lehetőséget biztosít a vizsgált téma tágabb kontextusban történő [14] és a releváns, még nem ismert területek mélyreható elemzésére [76]. A vizsgálatunk fókuszában a fejlesztési szoftverprojektek állnak, hiszen ennek vizsgálatával foglalkoztunk a korábbi fejezetekben is. Az eset kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy a tevékenységek között rugalmas kapcsolatok lehessenek. Az esettanulmány készítése során többféle információforrásra építettünk [77]. Elsődlegesen félig strukturált interjúkat készítettünk (12 db) funkcionális vezetőkkel, projektmenedzserekkel és multiprojekt-menedzserekkel. Az interjúk 35-55 percig tartottak, és mindegyiket rögzítettük, majd ezeket átírtuk szöveges formába a szisztematikus elemzés megkönnyítése érdekében. Az interjú mellett dokumentumelemzést végeztünk belső vállalati dokumentumok felhasználásával, mint például projektsablonok<sup>2</sup> (logikai tervek), vállalati erő-

<sup>2</sup>Melyeket itt mint logikai tervek sablonjait lehetett értelmezni

forrás-tervezési adatok, valamint éves projektbeszámolók. Az így alkalmazott ún. adattrianguláció növelte az eredményeink megbízhatóságát és érvényességét [48, 53].

Az esettanulmány felépítésénél az ún. dinamikus képességek (DK) elmélet útmutatásait hasznosítjuk, amely a szervezeti megújulásra, észszerűbb erőforrás-felhasználásra és a hatékonyabb működés elérésére összpontosít [38, 65, 69]. A DK új eljárásokat és folyamatok bevezetését teszi lehetővé, míg ezzel szemben a nem dinamikus, azaz működési képességek a kiegyensúlyozott napi üzletvitelre és a belső folyamatok állandóságára törekednek [26]. Teece [67] munkájában a vállalati gyakorlat elemzésére is kiválóan alkalmazható keretrendszert dolgozott ki, amiben a DK-ekre vonatkozóan egyfajta hármas felosztást fektet le: érzékelés, megragadás, átalakítás. Az érzékelés az üzleti lehetőségek, de akár veszélyek észlelését foglalja magában. Ez vonatkozhat új fogyasztói igények beazonosítására vagy a vállalati határokon kívülről érkező tudományos és technológiai fejlesztések vállalati gyakorlatba való felhasználására is [67]. Az érzékelés (sensing) akkor működik jól, ha a vállalatvezetők és a kulcsszereplők nyitottak a lehetőségek és problémák felismerésére. A lehetőségek észlelése után jön azok megragadása (seizing) új folyamatok, tevékenységrendszerek és termékek/szolgáltatások megalkotása révén [67]. Ehhez tanulás, tervezés, erőforrás-koordináció, fejlesztések iránti elkötelezettség és befektetési fegyelem szükséges [4, 30, 38, 62, 67, 68]. A DK harmadik pillére az átalakítás (reconfiguring), azaz az erőforrások, eszközök és szervezeti struktúrák kialakítása és újrendezése, úgy, hogy ez magával vonhatja a nem megfelelően működő operatív eljárások és rutinok cseréjét is [25, 30].

Az újabb kutatások rámutatnak a DK operációs menedzsment területén történő alkalmazására [28]. Jantunen et al. [29] alapján nagyobb szervezeti teljesítmény érhető el az operatív változtatások DK-alapú megváltoztatásával. A többszintű mátrixalapú modellünknel is a nagyobb öszszervezeti teljesítmény a cél, amely a rugalmas projektkezelés, közös erőforrások és logikai kapcsolatok figyelembevételével áll elő, miközben projekt és multiprojekt szinten azok hozzájárulnak az átfutási idők és költségek csökkentéséhez.

## 5.1 Új termékfejlesztési projektek a TelematCo-nál

A TelematCo globális autóiipari vállalatként iparági vezető szerepet tölt be az innovatív technológiák és rendszerek tervezésében. A vállalat önálló telematikus megoldásokat fejleszt gépjármű kapcsolatok, irányítás és szórakoztatási szolgáltatások területén, amelynek során számos fejlesztési projektet kell egyidejűleg kezelnie. Tizenkettő újtermék-fejlesztési (angolul New Product Development (NPD)) projektet bonyolítottak le 2014 januárja és 2015 áprilisa között, és tizenhárom ilyen projektet pedig 2015 májusa és 2016 októbere között. Ezek a fejlesztési projektek hasonló tevékenységeket foglalnak magukban, ezért lebonyolításuk projektsablonok által történik, amelyet a javasolt modell mint logikai tervet tud kezelni.

## 5.2 Sablon-alapú tervezés mint kiindulási pont

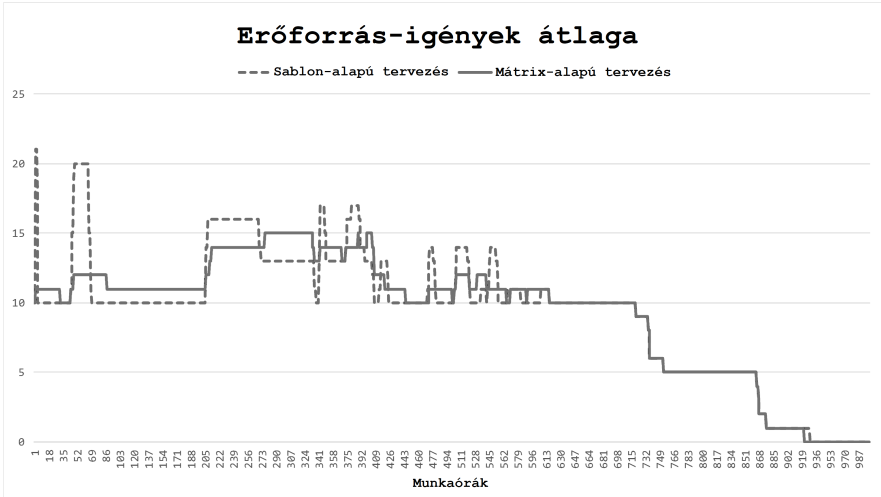
A TelematCo eredetileg egy rögzített projektsablont alkalmazott minden egyes projektre. Az esettanulmányban szereplő multiprojekt „A” jelű projektjének logikai hálódigramját az A Függelékben a 7. ábra mutatja be, feltételezve, hogy valamennyi kapcsolat és valamennyi tevékenység megvalósul. Az „A” Projekt sablonja 24 feladatot 5 fő fázisba ágyazva tartalmaz, ahogy azt az 5. táblázat mutatja (lásd A függelék). 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 4., valamint az 5. táblázat mutat. Ez azt jelentette, hogy a tevékenységek közül azok, amelyek 4. táblázat átlójában 1-es értéknél kisebbek, elhagyhatók bizonyos projekteken, míg az 1-es értékek azt jelölik, hogy azok minden projektben kötelezőek. Ugyanakkor az 5 fázis, illetve az ott szereplő lehetséges tevékenységek halmaza minden egyes esetben ugyanazok. Ezt hívta a vállalat projektsablonnak.

Fontos megjegyezni továbbá, hogy a tevékenységekhez az egyes projekteken más és más idő- és költségadatokat társítottak attól függően, hogy ki volt a megrendelő és neki milyen elvárásai voltak. Éppen ezért a projektsablont csak egy félkész logikai tervként lehetett alkalmazni, ahol a lehetséges tevékenységek halmaza, azok technológiai sorrendje volt adott. Meg kell azonban jegyezni, hogy a hasonló logikai struktúrájú tevékenységek költség- és időadatai tevékenységszinten az egyes párhuzamosan futó projektek esetében nem különböztek 30%-nál nagyobb mértékben. Ez tehát azt jelentette, hogy a projektek valóban multiprojektkörnyezetben futottak, melyek időben részben átlapoltak, a projektek nagysága, komplexitása összemérhető, ugyanakkor a hasonló, átlapoló tevékenységek közös erőforrásokat is igényeltek (például tesztelőket és programozókat), és mivel az egyik projektben a programozó egy másik projektben akár tesztelő szerepet is betölthetett<sup>3</sup>, óhatatlanul erőforráscúcsok (angolul burst) és késések fordultak elő (lásd a 6. ábrát; ahol 1 nap 8 munkaórából áll), amelyek feltáratlanok maradtak a sablon-alapú tervezés alkalmazásakor. Ennek oka egyrészt, hogy ezek a sablonok projekt-, és nem multiprojekt szinten készültek el, másrészt pedig nem számoltak azzal, hogy egy-egy projekt késése nem csak az adott, hanem a közös erőforrásigények miatt a vele párhuzamosan futó projekt(ek)ben is erőforrás-túlterhelést okozott.

Az erőforráskorlát okozta tevékenység-átütemezés, jelen esetben párhuzamosítás pedig tovább növelte az erőforráscúcsok kialakulásának gyakoriságát. Éppen ezért egy multiprojekt szintű tervezési módszertanra volt szükség, amely képes volt egyrészt a rugalmas kapcsolatokat is kezelni, másrészt a projektek között az erőforrásokat megosztani, harmadrészt, és ez volt a vállalat számára a legfontosabb, az erőforráscúcsok számát csökkenteni mind a projektek, mind a multiprojekt szintjén úgy, hogy közben a megvalósítás

<sup>3</sup>Ezt 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.

továbbra is a lehető legrövidebb legyen. Ennek megfelelően az elsődleges célfüggvény továbbra is az átfutási idő minimalása ( $TPT \rightarrow \min$ ) multiprojekt szinten, de mind projekt ( $TPR_k \rightarrow \min, k = 1, 2, \dots, 12$ ), mind multiprojekt szinten ( $TPR \rightarrow \min$ ) minimalni kellett a maximális erőforrásigények számát; a legfontosabb erőforrás itt a programozó/tesztelő volt, akik egymás munkáját is átvehették (ezért itt  $\rho = 1$ ). A 6. ábra időben kiemelve az „A” jelű projekt erőforrásigényét mutatja, de a projektek hasonló tevékenységstruktúrája miatt a többi projekt erőforrásigénye is hasonló ábrát mutatna.



6. ábra. TelematCo „A” fejlesztési projekt átlagos erőforrásigénye a sablon-alapú és a mátrix-alapú tervezés esetén

A halasztást nem tűrő, tervezésből adódó problémára a javasolt MPR tervezési módszer alkalmazása kínálta a megoldást, hiszen ez az egyetlen, jelenlegi tudásunk szerint ismert módszer, amely képes multiprojekt szinten is kezelni a rugalmas kapcsolatokat. A TelematCo vonalmenti menedzserei javaslatára hozzánk, egyetemi szakértőkhöz fordultak külső segítségért. A fejlesztés ezek után az ún. akciókutatás [40] módszertanát követte, ahol a vállalati adatokkal, a vállalati szakértők bevonásával validáltuk a korábban bemutatott elméleti modellünket. Magát a módszert pedig ennek mentén finomítottuk. Az imént említett 6. ábra jellegzetessége, hogy egyrészt bemutatja a sablon-alapú hagyományos megközelítést követő, valamint a mátrix-alapú, rugalmas megközelítést követő projekttervezés esetén a kapott erőforrásigények átlagát is az „A” jelű fejlesztési projektre vonatkozóan. Látható, hogy az erőforrás-csúcsok projektszinten is mérséklődtek, annak ellenére, hogy erőforrás-kiegyenlítés mind a két megközelítés esetén egy erőforrás-simító algoritmussal előzetesen is megtörtént.

A 2. táblázat bemutatja a 12 projekt kezdési idejét, átfutási idejét és az emberi erőforrások teljes költségét. Ez egybeváág a 3. táblázat első sorával, amely szerint ezen multiprojekt szintű értékek 464 napos összátfutási időt és 2 122 227 Euro teljes költséget tettek ki.

(Rész)Projektek	Átfutási idő (nap)	Start (0=2014.06.01)	Teljes bérkölttség (EUR)
„A” projekt	124	2	175 654
„B” projekt	125	15	176 002
„C” projekt	135	46	178 786
„D” projekt	141	100	182 461
„E” projekt	105	145	168 247
„F” projekt	114	184	171 523
„G” projekt	109	205	171 682
„H” projekt	152	221	188 781
„I” projekt	141	257	182 642
„J” projekt	155	279	189 901
„K” projekt	112	321	170 047
„L” projekt	97	367	166 551
<i>Multiprojekt</i>	<i>464</i>	<i>2</i>	<i>2 122 277</i>

2. táblázat. A (rész)projektek felsorolása, a projektek átfutási ideje, (tervezett) kezdési ideje, valamint a teljes bérkölttség. A tervezett maximális erőforrásigény a projektre vonatkozóan 9 fő

### 5.3 Az erőforrás-csúcsok beazonosítása szimulációk segítségével – Érzékelés II.

A szimulációk célja kettős volt. Egyrészt szerettük 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 multiprojekt szinten arra is kíváncsiak voltunk, hogy a szimulációk vajon előrejelzik-e a tervhez képest történő projektparaméterekben történő esetleges változásokat.

Az új működési rendszer kialakítását megelőzően tehát a szakértői becslések érvényességét szerettük volna meghatározni. A szakértők tapasztalata alapján legkisebb (optimista), legnagyobb (pesszimista) és legvalószínűbb (realista) idő-, költség- és erőforrásigényeket határoztak meg eddigi tapasztalataik alapján (lásd az 5. táblázatban az “A” projekt tevékenységeinek lefutási idejeire a hat szakértő – ebből 4 programozó és 2 tesztmérnök – által közölt átlagértékeket tekintettük). Feltételeztük, hogy a projektmenedzsmentben általánosan elfogadott, a szakértők által meghatározott három paraméterre vonatkozó három paraméteres  $\beta$ -eloszlást követve ingadoznak a tevékenységigények. Az 1000 szimuláció során a tevékenységigények e három paraméteres  $\beta$ -eloszlást követték. Minden szimulációra kiszámoltuk a multiprojekthez kötődő feladatokra vonatkozó várható átfutási időket és költség- és erőforrásigényeket. Majd a szimuláció adatait egy egymintás  $t$ -próbával összehasonlítottuk a tényadatokkal. A szimulációk segítségével egyaránt meg tudtuk becsülni a projektekhez és a multiprojekthez tartozó átfutási időket és költségeket (lásd a 3. táblázat második sorát).

Miután 2015 áprilisában befejeződtek a projektek, egyfajta ex post ellenőrzésként az elvárt és a megvalósított átfutási időket és erőforrásköltségeket<sup>4</sup> összehasonlítottuk (lásd a 3. táblázatban a 2. és 4. sorokat). Ez alapján kevesebb mint 1 százalékos eltérés mutatkozott a sablon alapján tervezett

<sup>4</sup>Ebben az esetben ez lényegében a bérköltséget jelentette.



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 megfigyelhető 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 multiprojektet, és arra keressük a választ, hogy ekkor vajon kevesebbszer fordulnak-e elő erőforrás túllépések.

Multiprojektek	Tervezés módszertan	TPT (napok)	TPC* (EUR)	Erőforrás- túllépés
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

3. táblázat. A tervezett, szimulált és tényleges multiprojekt lefutásokra vonatkozó összegzés. *Megjegyzés:* \*Ebben az esetben a projekt költségét (TPC) lényegében a bérköltségek tették ki, ezért itt a költségek alatt végig a bérköltségeket tekintettük. \*\*A terv szerinti 0 erőforrás-túllérelés annak köszönhető, hogy valamennyi esetben történt erőforrás-kiigénylés, amelyet azonban a csúszó részprojektek miatt nem lehetett tartani.

A TelematCo multiprojektjén megfigyelhető, hogy a projektek lebonyolítása érzékeny a kisebb csúszásokra, amely a multiprojekt megközelítés hiányából fakad. Ez a 6. ábrán bemutatott erőforráscsúcsok kialakulásához vezet, amelyeket szimulációink pontosan jeleztek is (vesd össze a 3. táblázat 2. és 4. sorát). Az 1000 szimulációból származó adatok alapján, az 1000 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 becslése ellenére az eredeti projektterv nem volt tartható. Ennek pedig az oka a multiprojekt szemlélet hiányában keresendő. Ugyanis, még ha a tevékenységek csúszása a szakértők által meghatározott toleranciahatáron belül is mozog, ezek a csúszások multiprojekt szinten már erőforrástörölődásokat eredményezhetnek. A szimuláció is csak a problémákra képes ráirányítani a figyelmet, amelyeket kezelni, ahogyan azt a korábbiakban láthattuk, a javasolt rugalmas ütemezési módszer alkalmazásával lehetséges.

## 5.4 Szimuláció alapú folyamatfejlesztés – Megragadás I.

2015 januárjában a szakértők becslései alapján a 12 projektet az MRP módszer segítségével újraterveztük, így láthatóvá vált a korábbi sablonalapú tervezéshez képesti erőforrásigény csökkenés. Először minden projektet újra

strukturáltunk, és az erőforrásokat is kiegyenlítettük (lásd a 6. ábrát). Másodsor, a szakértői becslések alapján a projektek és a multiprojektek átfutási idejét újrászámoltuk, felhasználtuk 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 projektmenedzser, valamint a multiprojekt-menedzser legtöbbször a projekt csúszása nélkül is kezelni tudja. Mindezek alapján a két típusú erőforrás kiegyenlítés (a sablon-alapú és a mátrix-alapú) összevethető.

A 6. ábra az "A" projekt erőforrásigényének csökkenését mutatja az MRP módszer alkalmazása után. 1000 szimuláció lefuttatása után az eredményeket (lásd 3. táblázat 3. sor) összehasonlítottuk a sablon alapú szimuláció eredményeivel (lásd 3. táblázat 2. sor). Az átlagos erőforrásigény több mint 28%-kal (21-ről 15-re), az erőforrásköltség pedig 16%-kal (2 214 163 EUR-ról 1 851 199 EUR-ra) csökkent. A TelematCo így sikeresen csökkenthette volna a projekt időtartamát (TPT) csaknem 10%-kal a tervezett 471 napról 425 napra (lásd a 3. táblázat 2. és 3. sorát), ha már az első multiprojekt esetén is a javasolt módszer mellett dönt.

A 3. 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 multiprojekt ideje pedig 50 nappal (több mint 10%-kal) csökken. Ezek a számok meggyőzték a TelematCo vezetőségét, hogy a javasolt módszert kísérleti jelleggel egy multiprojektben bevezessék.

Ennek érdekében a TelematCo változtatásokat tett lehetővé mind az ütemezés, mind az erőforrás-elosztás esetében; így ha a projektek átstrukturálását és az erőforrások kiegyenlítését egyidejűleg végrehajtjuk, akkor mind a projekt átfutási ideje, mind pedig az erőforráscsúcsok száma is csökkenthető.

Mivel a logikai sablon a tevékenységek kapcsolatának felülvizsgálatát, és így az esetleges párhuzamosítást már megengedte, ugyanakkor kihasználva, hogy a vállalat ebben az időben állt át az agilis menedzsment megközelítésre, így bár a tevékenységeit meghagyta, a fázisok szerepét felülvizsgálta. A korábbi lefutásokat, valamint a technológiai rákövetkezéseket figyelembe véve, Meehan és mtsai. [44] mátrixklaszterezési eljárásával a fázisoknál kisebb tevékenységcsoportokat lehetett azonosítani (lásd pl. 4. táblázat 2. fázisát, amely négy tevékenységcsoportra bomlott).

A mátrixklaszterező algoritmus (a tevékenységsszámok és az időtartamok vonatkozásában lásd a 4. táblázatot) az eltérő méretű komponensek jelenléte miatt azt vetítette előre, hogy a vállalatnak a rugalmas megközelítések közül az ún. KANBAN módszert kell követnie, ami 5 hétnél hosszabb sprinteket is lehetővé tesz. Ez az addicionális eredmény nemcsak a tervezést, hanem a rugalmas menedzsment megközelítés kiválasztását is segítette.

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	INPA	A	1																								
	Konceptiókészítés	B		0.8	0.9	0.8																					
	Árajánlati és 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		1									
	Rejőkészítés	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				
FDPR		V																						1			
Fázis 4a	SOP	W																							1		
Fázis 4b	Optimális ciklusidő elérése	X																								1	

4. táblázat. Klaszterezett, mátrix-alapú projekt sablon

## 5.5 Az alkalmazott mátrix-alapú megközelítés – Megragadás II.

2015 áprilisában a szakértők 13 új termékfejlesztési projektet hoztak létre, ekkor már az M<sup>5</sup> sablon segítségével (lásd a 3. táblázat 5. sorát). Mivel a feladatok átfutási idejére és az emberi-erőforrás költségre vonatkozó szakértői becslések korábban már megfelelőnek bizonyultak, a szimulációk a multiprojektetek valós átfutási időit és emberi-erőforrás költségeit jelezték előre (lásd a 3. táblázat 6. és 7. 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) csökkenés segíti a vállalat menedzsmentjét teljesítménycéljaik elérésében.

## 5.6 Átalakítás – A mátrix-alapú megközelítés bevezetése

A vállalat tudatosan valósította meg a dinamikus képesség (DK) elmélet útmutatásait [30] az általunk javasolt MPR tervezési módszertanon keresztül, és jelentősen átalakította termékfejlesztési folyamatait. A 3. táblázat 8. sora a második szakasz tényleges eredményeit 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 Összefoglalás

Tanulmányunk középpontjába a rugalmas, többszintű projektek tervezését és ütemezését emeltük. Feladatunknak tekintettük egy olyan többszintű mátrixalapú modell kialakítását, amely képes modellezni a hagyományos és rugalmas projekteket egyaránt, lehetőséget ad a projektek közötti közös erőforrások elosztására, és figyelembe veszi a projektek között jelenlévő determinisztikus/sztochasztikus kapcsolatokat egyaránt. Ennek szellemében kidolgoztuk és formálisan leírtuk a rugalmas, többszintű mátrix-alapú tervező és ütemező algoritmust, amely módszer az MPR elnevezést kapta. Elméleti síkon egy alkalmazott Excel-alapú feladatgenerátor alkalmazásával, korlátok és célfüggvények felállításával teszteltük a módszer megvalósíthatóságát. E szerint az MPR képes többszintű projektek esetén az optimális megoldás beazonosítására, valamint rugalmas környezetben több megengedett megoldás megtalálására és a sikertelen többszintű projektmegvalósítás lecsökkentésére.

A módszer hatásosságát egy több éven át tartó esettanulmány keretében a gyakorlatban is validáltuk. Célvállalatunk egy hazánkban működő globális autópári vállalat, amely iparági vezető szerepet tölt be innovatív technológiák és rendszerek tervezésében. A vállalat számos újtermék-fejlesztési projektet kezel egyidejűleg telematikus megoldások fejlesztése során. A dinamikus képességek elméleti keretrendszerének használatával képesek voltunk a vállalat sablon-alapú tervezési hiányosságainak a bemutatására, majd az MPR tervezési módszer alkalmazási potenciáljának az érdemességére rávilágítani. Ezt követően a vállalat be is vezette a javasolt módszert, csökkentve a teljes átfutási időt és teljes költséget egyaránt, mindemellett pedig a minimálisra is csökkentette az erőforráscsúcsok, azaz túlterhelések kialakulását. A javasolt modellünk teljes mértékben beváltotta az alkalmazásához fűzött reményeket, hiszen a vállalati gyakorlatban a többszintű projektekkel foglalkozó szakemberek munkáját nagyban megkönnyíti a mátrixklaszterezéssel a részprojektek beazonosítása, a közös erőforrásigények modellezése, vagy éppen a logikai kapcsolatos programszintű beállítása tekintetében.

## Köszönetnyilvánítás

A tanulmány megjelenését a TKP2020-NKA-10 sz. projekt keretében a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap 2020-4.1.1-TKP2020 sz. Tématerületi Kiválóság Programja finanszírozta. Sebrek Szabolcs Szilárd hálásan köszöni a kutatási támogatást a Corvinus Institute for Advanced Studies-nak.

## Irodalom

1. Agnetis, A., Briand, C., Billaut, J.-C., SuCha, P., (2015): Nash equilibria for the multiagent project scheduling problem with controllable processing times. *Journal of Scheduling*, 18(1), 15–27.
2. Aouam, T., Vanhoucke, M., (2019): An agency perspective for multi-mode project scheduling with time/cost trade-offs. *Computers & Operations Research*, 105, 167–186.
3. Archibald, R. D., (2003): *Managing high-technology programs and projects*. John Wiley & Sons.
4. Augier, M., Teece, D. J., (2009): Dynamic capabilities and the role of managers in business strategy and economic performance. *Organization Science*, 20(2), 410–421.
5. Beşikci, U., Bilge, Ü., Ulusoy, G., (2015): Multi-mode resource constrained multi-project scheduling and resource portfolio problem. *European Journal of Operational Research*, 240(1), 22–31.
6. Blichfeldt, B. S., Eskerod, P., (2008): Project portfolio management – there’s more to it than what management enacts. *International Journal of Project Management*, 26(4), 357–365.
7. Browning, T. R., Yassine, A. A., (Apr 2010): A random generator of resource-constrained multi-project network problems. *Journal of Scheduling*, 13(2), 143–161. URL 10.1007/s10951-009-0131-y
8. Ciric, D., Lalic, B., Gracanin, D., Palcic, I., Zivlak, N., (2018): Agile project management in new product development and innovation processes: Challenges and benefits beyond software domain. In: *2018 IEEE International Symposium on Innovation and Entrepreneurship*, (TEMS-ISIE). IEEE, 1–9.
9. Cooper, R. G., Edgett, S. J., (2001): *Portfolio management for new products: picking the winners*. Product Development Institute, Ancaster, Ontario, Canada, 3–13.
10. Cooper, R. G., Edgett, S. J., Kleinschmidt, E. J., (1998): Best practices for managing r&d portfolios. *Research-Technology Management*, 41(4), 20–33.
11. Cooper, R. G., Edgett, S. J., Kleinschmidt, E. J., (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.
12. Cooper, R. G., Edgett, S. J., Kleinschmidt, E. J., (2000): New problems, new solutions: making portfolio management more effective. *Research-Technology Management*, 43(2), 18–33. <https://doi.org/10.1080/08956308.2000.11671338>
13. Crawford, L., Pollack, J., England, D., (2006): Uncovering the trends in project management: Journal emphases over the last 10 years. *International Journal of Project Management*, 24(2), 175–184.
14. Creswell, J. H., (1998): *Qualitative inquiry and research design choosing among five traditions*. Sage Publications, London.
15. Csendes, I., (2017): Elméleti felvetések és gyakorlati tapasztalatok a projektportfóliómenedzsment hazai megjelenése kapcsán. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review*, 48(8-9), 59–67.
16. Dawidson, O., (2006): *Project portfolio management – an organising perspective*. Chalmers Tekniska Hogskola (Sweden).
17. Devinney, T. M., Stewart, D. W., (1988): Rethinking the product portfolio: A generalized investment model. *Management Science*, 34(9), 1080–1095.

18. Elonen, S., Artto, K. A., (2003): Problems in managing internal development projects in multi-project environments. *International Journal of Project Management*, 21(6), 395–402. URL [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00097-2](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00097-2)
19. Engwall, M., Jerbrant, A., (2003): The resource allocation syndrome: the prime challenge of multi-project management? *International Journal of Project Management*, 21(6), 403–409. URL [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00113-8](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00113-8)
20. Fricke, S. E., Shenbar, A. J., (2000): Managing multiple engineering projects in a manufacturing support environment. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 47(2), 258–268. URL 10.1109/17.846792
21. Görög, M., (1999): *Általános projektmenedzsment*. Aula.
22. Hajdu, M., (1996): *Network scheduling techniques for construction project management*. Vol. 16. Springer Science & Business Media.
23. Hajdu, M., Klafszky, E., (1994): *Hálós tervezési technikák az építések tervezésében és irányításában*. Műegyetemi Kiadó.
24. Hans, E. W., Herroelen, W., Leus, R., Wullink, G., (2007): A hierarchical approach to multi-project planning under uncertainty. *Omega*, 35(5), 563–577.
25. Helfat, C. E., Peteraf, M. A., (2015): Managerial cognitive capabilities and the microfoundations of dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*, 36(6), 831–850.
26. Helfat, C. E., Winter, S. G., (2011): Untangling dynamic and operational capabilities: Strategy for the (n) ever-changing world. *Strategic Management Journal*, 32(11), 1243–1250.
27. Henriksen, A. D., Traynor, A. J., (1999): A practical r&d project-selection scoring tool. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 46(2), 158–170.
28. Hitt, M. A., Xu, K., Carnes, C. M., (2016): Resource based theory in operations management research. *Journal of Operations Management*, 41, 77–94.
29. Jantunen, A., Tarkiainen, A., Chari, S., Oghazi, P., (2018): Dynamic capabilities, operational changes, and performance outcomes in the media industry. *Journal of Business Research*, 89, 251–257.
30. Katkalo, V. S., Pitelis, C. N., Teece, D. J., (2010): Introduction: On the nature and scope of dynamic capabilities. *Industrial and Corporate Change*, 19 (4), 1175–1186.
31. Kosztván, Z. T., (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.
32. Kosztván, Z. T., (2015): Exact algorithm for matrix-based project planning problems. *Expert Systems with Applications*, 42(9), 4460–4473. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2015.01.066>
33. Kosztván, Z. T., (2020): An exact algorithm for the flexible multilevel project scheduling problem. *Expert Systems with Applications*, 113.
34. Kosztván, Z. T., (2021): Matrix-based flexible project planning. [https://github.com/kzst/GENALG\\_PDM/releases/tag/1.0.2](https://github.com/kzst/GENALG_PDM/releases/tag/1.0.2).
35. Kosztván, Z. T., Pribojszki-Németh, A., Szalkai, I., (2019): Hybrid multi-mode resource-constrained maintenance project scheduling problem. *Operations Research Perspectives*, 6, 100–129.

36. Kosztyán, Z. T., Szalkai, I., (2018): Hybrid time-quality-cost trade-off problems. *Operations Research Perspectives*, 5, 306–318.
37. Kosztyán, Z. T., Szalkai, I., (2020): Multimode resource-constrained project scheduling in flexible projects. *Journal of Global Optimization*, 76(1), 211–241.
38. Kosztyán, Z. T., Sebrek, S. S., Novák, Z., (2018): A szoftverfejlesztési folyamat átfogó észszerősítése a vállalati dinamikus képességek lencséjén keresztül. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review*, 49(4), 44–57.
39. Laslo, Z., Goldberg, A. I., (2008): Resource allocation under uncertainty in a multiproject matrix environment: Is organizational conflict inevitable? *International Journal of Project Management*, 26(8), 773–788. URL <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.10.003>
40. Liu, Y., Huang, Q., (2018): University capability as a micro-foundation for the triple helix model: The case of China. *Technovation*, 76, 40–50.
41. Lycett, M., Rassau, A., Danson, J., (2004): Programme management: a critical review. *International Journal of Project Management*, 22(4), 289–299.
42. Markowitz, H., (1952): Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91.
43. McFarlan, F., (1981): Portfolio approach to information systems. *Harvard Business Review*, 59(5), 142–150.
44. Meehan, J., Duffy, A., Whitfield, R., (2007): Supporting design for re-use' with modular design. *Concurrent Engineering*, 15(2), 141–155. URL [10.1177/1063293X07079319](https://doi.org/10.1177/1063293X07079319)
45. Meredith, J. R., Shafer, S. M., Mantel Jr, S. J., (2017): *Project management: a strategic managerial approach*. John Wiley & Sons.
46. Milosevic, D. Z., (2003): *Project management toolbox: tools and techniques for the practicing project manager*. John Wiley & Sons.
47. Morris, P. W., (1994): *The management of projects*. T. Telford.
48. Müller, R., Glückler, J., Aubry, M., (2013): A relational typology of project management offices. *Project Management Journal*, 44(1), 59–76. URL [10.1002/pmj.21321](https://doi.org/10.1002/pmj.21321)
49. Nemeslaki, A., Czobor, Z., (1995): *Projekt menedzsment. (Project management)*. Nemzetközi Menedzser Központ.
50. Papadakis, E., Tsironis, L., (2018): Hybrid methods and practices associated with agile methods, method tailoring and delivery of projects in a non-software context. *Procedia - Computer Science*, 138, 739–746.
51. Papp, O., (1985): *Hálótervezés az ipari gyakorlatban*. Műszaki Könyvkiadó.
52. Patanakul, P., Milosevic, D., (2009): The effectiveness in managing a group of multiple projects: Factors of influence and measurement criteria. *International Journal of Project Management*, 27(3), 216–233. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.03.001>
53. Patton, M. Q., (2002): *Qualitative research and evaluation method*. Sage Publications, Newburk Park: CA.
54. Payne, J. H., (1995): Management of multiple simultaneous projects: a state-of-the-art review. *International Journal of Project Management*, 13(3), 163–168. URL [http://dx.doi.org/10.1016/0263-7863\(94\)00019-9](http://dx.doi.org/10.1016/0263-7863(94)00019-9)
55. Pentland, B. T., Feldman, M. S., (2007): Narrative networks: Patterns of technology and organization. *Organization Science*, 18(5), 781–795.

56. Ponstee, A., Kusters, R. J., (2015): Classification of human-and automated resource allocation approaches in multi-project management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 194, 165–173.
57. Rad, P. F., Levin, G., (2006): Project portfolio management tools and techniques. [www.iil.com/publishing](http://www.iil.com/publishing).
58. Rajegopal, S., McGuin, P., Waller, J., (2007): *Project portfolio management: Leading the corporate vision*. Springer.
59. Rashidi-Pour, A., Shakhshi-Niaei, M., (2021): A twofold constructive genetic algorithm for resource-constrained multi-project scheduling problem (rcmpps). *Journal of Quality Engineering and Production Optimization*, in press.
60. Sebestyén, Z., (2009): Válasz a legújabb kihívásokra: projektportfólió-menedzsment. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review*, 40 (ksz), 74–78.
61. Sebestyén, Z., (2020): A projektportfólió-menedzsment elmúlt évtizede: Hazai körkép. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review*, 51, 49–58.
62. Sebrek, S. S., Váradi, A., (2019): Letettük a névjegyünket! Dinamikus képesség a vállalati növekedés szolgálatában – a wizz air esete. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review*, 50(6), 48–62.
63. Shenhar, A. J., (1996): Project management theory: the road to better practice. In: Project Management Institute 27th Annual Seminar/Symposium.
64. Som de Cerff, W., van de Vegte, J., Boers, R., Brandsma, T., de Haij, M., van Moosel, W., Noteboom, J. W., Pagani, G. A., van der Schrier, G., (2018): Agile development in meteorological r&d: Achieving a minimum viable product in a scrum work setting. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 99(12), 2507–2518.
65. Stadler, C., Helfat, C. E., Verona, G., (2013): The impact of dynamic capabilities on resource access and development. *Organization Science*, 24(6), 1782–1804.
66. Stretton, A., (1994): A short history of project management: part two: the 1970s. *Australian Project Manager*, 14(2), 48 o.
67. Teece, D. J., (2007): Explicating dynamic capabilities: the nature and micro-foundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319–1350.
68. Teece, D. J., (2016): Dynamic capabilities and entrepreneurial management in large organizations: Toward a theory of the (entrepreneurial) firm. *European Economic Review*, 86, 202–216.
69. Teece, D. J., Pisano, G., Shuen, A., (1997): Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533.
70. Thebeau, R. E., (2001): Knowledge management of system interfaces and interactions for product development processes. Master's thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, System Design and Management Program.
71. Vanhoucke, M., (2012): Measuring the efficiency of project control using fictitious and empirical project data. *International Journal of Project Management*, 30(2), 252–263. URL <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2011.05.006>
72. Wawak, S., Wozniak, K., (2020): Evolution of project management studies in the XXI. century. *International Journal of Managing Projects in Business*, 867–888.



73. Wiley, V. D., Deckro, R. F., Jackson, J. A. Jr., (1998): Optimization analysis for design and planning of multi-project programs. *European Journal of Operational Research*, 107(2), 492–506. URL [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00334-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00334-2)
74. Williams, L., (2012): What agile teams think of agile principles. *Communications of the ACM* 55(4), 71–76.
75. Wysocki, R. K., (2019): *Effective project management: traditional, agile, extreme, hybrid*. John Wiley & Sons.
76. Yin, R., (2009): *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publications, California, USA.
77. Yin, R. K., (2017): *Case study research and applications: Design and methods*. Sage Publications.
78. Zika-Viktorsson, A., Sundström, P., Engwall, M., (2006): Project overload: An exploratory study of work and management in multi-project settings. *International Journal of Project Management*, 24(5), 385–394. URL <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.02.010>

## Melleklet

A tobbosztintu, rugalmas projekttervbol a megvalosıtando projektterv is három lepeseben történik. Eloszor meghatarozzuk, mely tevekenysegeket kell végrehajtanunk az egyes (rész) projektekben, majd döntünk a végrehajtási struktúráról, végül pedig a végrehajtási módok közül választunk.

### 1. Algoritmus. *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.      $B \leftarrow sort(B \cup TPX(\mathbf{M}_{0i,i}^5) \cup TPX(\mathbf{M}_{1i,i}^5))$
6.     **if**  $TPX(\mathbf{M}_{0i,i}^5) = b_1$  **then**
7.         **if**  $TPT_{\min}(\mathbf{M}_{0i,i}^5) \geq C_t$  **and**  $TPT_{k_{\min}}(\mathbf{M}_{0i,i}^5) \geq C_{t_k}$  **and**  
 $TPC_{\min}(\mathbf{M}_{0i,i}^5) \geq C_c$ ,  $TPC_{k_{\min}} \geq C_{c_k}$  **and**  $TPS_{\max}(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}_{0i,i}^5) \leq C_s$   
**and**  $TPS_{k_{\max}}(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}_{0i,i}^5) \leq C_{s_k}$  **then**
8.              $calc.M^5.phase_1(\mathbf{M}_{0i,i}^5, B)$
9.         **else**
10.             delete first element from  $B$
11.              $calc.M^5.phase_1(\mathbf{M}'^5, B)$
12.         **else**
13.         **if**  $TPT_{\min}(\mathbf{M}_{1i,i}^5) \geq C_t$  **and**  $TPT_{k_{\min}}(\mathbf{M}_{1i,i}^5) \geq C_{t_k}$  **and**  
 $TPC_{\min}(\mathbf{M}_{1i,i}^5) \geq C_c$ ,  $TPC_{k_{\min}} \geq C_{c_k}$  **and**  $TPS_{\max}(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}_{1i,i}^5) \leq C_s$   
**and**  $TPS_{k_{\max}}(\mathbf{M}^5, \mathbf{M}_{1i,i}^5) \leq C_{s_k}$  **then**
14.              $calc.M^5.phase_1(\mathbf{M}_{1i,i}^5, B)$
15.         **else**
16.             delete first element from  $B$
17.              $calc.M^5.phase_1(\mathbf{M}'^5, B)$
18.         **else**
19.         **return**  $[\mathbf{M}'^5, B]$

Ha egy nem kötelező tevékenységről úgy döntünk, hogy ebben a többszintű multiprojekttervben nem hajtjuk végre, akkor annak – az egyedi projektekhez hasonlóan – valamennyi függősége és tevékenységigénye is kikerül a projekttervből. Ezért  $\mathbf{M}^{n5}$  ezeket az igényeket, illetve függőségeket már nem tartalmazza. A második fázis az előzőhöz nagyon hasonló. Itt a kapcsolatokról kell döntenünk. Végeredményben egy olyan (többszintű) projektstruktúrát eredményez, ahol már nincsenek rugalmas kapcsolatok.

## 2. Algoritmus. *MPR algoritmus, második fázis*

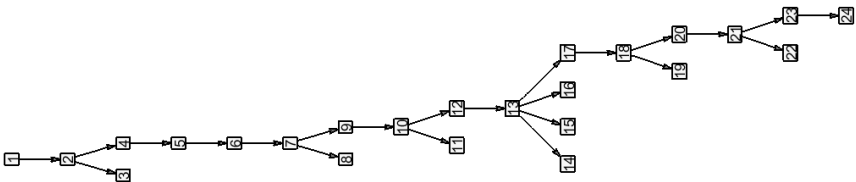
1.  $\mathbf{M}^{n5} \leftarrow \text{deleteUnnecessaryDependencies}(\mathbf{M}^{n5}), b \leftarrow \text{TPX}(\mathbf{M}^{n5})$
2. **function**  $[\mathbf{M}^{n5}, b] = \text{calc.M}^5.\text{phase}_2 \leftarrow \mathbf{M}^{n5}, b$
3. **global:**  $C_t, C_{t_k}, \mathbf{M}^{n5}$
4. **if**  $\exists(i, j)$ , where  $0 < l'_{i,j} < 1$  **then**
5.      $b \leftarrow \text{sort}(b \cup \text{TPX}(\mathbf{M}^5_{0_{i,j}}) \cup \text{TPX}(\mathbf{M}^5_{1_{i,j}}))$
6.     **if**  $\text{TPX}(\mathbf{M}^5_{0_{i,j}}) = b_1$  **then**
7.         **if**  $\text{TPT}_{\min}(\mathbf{M}^5_{0_{i,j}}) \geq C_t$  **and**  $\text{TPT}_{k_{\min}}(\mathbf{M}^5_{0_{i,j}}) \geq C_{t_k}$  **then**
8.              $\text{calc.M}^5.\text{phase}_2(\mathbf{M}^5_{0_{i,j}}, b)$
9.         **else**
10.              $\text{delete first element from } b$
11.              $\text{calc.M}^5.\text{phase}_2(\mathbf{M}^{n5}, b)$
12.         **else**
13.             **if**  $\text{TPT}_{\min}(\mathbf{M}^5_{1_{i,j}}) \geq C_t$  **and**  $\text{TPT}_{k_{\min}}(\mathbf{M}^5_{1_{i,j}}) \geq C_{t_k}$  **then**
14.              $\text{calc.M}^5.\text{phase}_2(\mathbf{M}^5_{1_{i,j}}, b)$
15.             **else**
16.              $\text{delete first element from } b$
17.              $\text{calc.M}^5.\text{phase}_2(\mathbf{M}^{n5}, b)$
18.         **else**
19.             **return**  $[\mathbf{M}^{n5}, b]$

A harmadik fázisban egy hagyományos többszintű, projektütemezési problémát kapunk, melyre már létezik algoritmus. Ezek közül Beşikci és mtsai. [5] algoritmusát választottuk (*calc.M<sup>5</sup>.phase<sub>3</sub>*-mal jelölve), de bármely egzakt, legalább megengedett megoldást adó módszer használható. Ez a módszer megadja, ha egy többszintű ütemterv nem megengedett. Ebben az 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 sorbarendezetten leszámolhatóak.

### 3. Algoritmus. *MPR algoritmus*

1.  $B \leftarrow TPX(\mathbf{M}^5), \mathbf{M}^{n5} \leftarrow \emptyset$
2. **repeat**
3.  $[\mathbf{M}^{t5}, B] \leftarrow calc.M^5.phase_1(\mathbf{M}^5, B)$
4.  $\mathbf{M}^{n5} \leftarrow deleteUnnecessaryDependencies(\mathbf{M}^{t5}),$
5.  $b \leftarrow TPX(\mathbf{M}^{n5}, B)$
6. **repeat**
7.  $[\mathbf{M}^{n5}, b] \leftarrow calc.M^5.phase_2(\mathbf{M}^{n5}, b)$
8. **if**  $calc.M^5.phase_3(\mathbf{M}^{n5}) \neq \emptyset$  **then exit**
9. *delete first element from b*
10. **until**  $b = \emptyset$
11. *delete first element from B*
12. **until**  $B = \emptyset$

## A függelék



7. ábra. A TelematCo újtermék-fejlesztési projektjének logikai terve

Fázisok	Tevékenységek	Rövidítés	Időigény, egységben	Bekövetkezés 20 projektre
Fázis 0	NPA	A	0,1	1
	Koncepciókészítés	B	4,2	0,8
	Árajánlatkérés beszállítóktól	C	0,3	0,95
	Gyártósor koncepció	D	0,2	0,8
	Árajánlatadás	E	0,2	0,95
			5	
Fázis 1	Valeo specifikációkészítés	F	16	1
	BOM létrehozás	G	2	1
			18	
Fázis 2	Mechanikai tervezés	H	13,5	1
	Hardverfejlesztés	I	6,4	0,8
	Szoftverfejlesztés	J	13	0,8
	Beszállítók nominálása	K	3,2	1
	DV/PV tesztlista	L	0,7	1
	DV tesztek	M	4	0,6
	DV2 tesztek	N	0,2	0,1
	Rajzkészítés	O	1,6	1
	Gyártósor tervezés	P	4,4	0,95
	Szériaszám indítás	Q	1	1
			48	
Fázis 3	Gyártósor telepítés	R	4,8	0,95
	PV tesztek	S	5	1
	PV2 tesztek	T	1	0,3
	PV3 tesztek	U	0,2	0,1
	FDPR	V	8	1
			19	
Fázis 4a	SOP	W	5	1
			5	
Fázis 4b	Optimális ciklusidő elérése	X	5	1
			5	
	ÖSSZESEN		100	

5. táblázat. A projekt tevékenységeinek időigénye

## B függelék – Jelölések és rövidítések jegyzéke

### Rövidítések:

**DK** Dinamikus képesség.

**KANBAN** Agilis projektmenedzsment módszer. A SCRUM alternatívája. A KANBAN alternatívája, ahol a sprinteken áthúzódó tevékenységvégrehajtás is megengedett.

**LD, TD, CD, RD** Logikai (LD), idő- (TD), költség- (CD), erőforrásigényeket (RD) tartalmaz részmátrixok (domains).1

**MPR** Multilevel Project Ranking. Többszintű projekttervezési és rangsorolási módszer.

**SCRUM** agilis projektmenedzsment módszer.

**Sprint** Projektrész. Általában 2-5 hét a SCRUM módszertanban.

**TPC** Total Project Cost. Teljes (többszintű) projekt (közvetlen) költsége

**TPR** Total Project Resource. A (többszintű) projekt erőforrásigényeinek maximális értéke

**TPS** Total Project Score. A (többszintű) projekt pontértéke

**TPT** Total Project Time. A (többszintű) projekt időigénye

**TPX** Total Project Demands. A projekt igényei, ami lehet idő-, költség-, erőforrásigény.

### Jelölések:

$C_x$ : korlátok jelölése, ahol  $x$  idő- ( $t$ ), költség- ( $c$ ), erőforrás- ( $r$ ), vagy pont-érték ( $s$ ) lehet.

$k$ : projektek száma

$M^5$ : Matrix-based Multimode Multilevel (project) Mangement Model. Mát-rix-alapú többszintű tervezési módszer.

$\rho$ : erőforrásigények száma

## FLEXIBLE MULTILEVEL PROJECT PLANNING AND SCHEDULING METHODS

Although the quarry of project-design tools seems endless, the management of multiprojects has garnered relatively scant attention, albeit in practice one can hardly encounter a company in which just only one project gets accomplished that renders no need to share resources among the various projects or treat somehow their logical succession. The context of multiple project management embraces projects of different nature and objectives, and hence consists of projects with varying project management activities, such that single projects, multiprojects and programs. These projects can be found in different phases in terms of size, relevance, resource needs and urgency, on top that, they can resort to the same resource stock. Despite popularity of the flexible project-design approaches (like agile, extreme, hybrid), one can hardly obtain exact design methods even for the management of single projects. Some papers showed how to transform a flexible project plan back into a traditional project plan, however, this is only used for single projects. In addition, while multilevel project scheduling algorithms already exist for deterministic multilevel project structures, they are not able to handle flexible structures. This article aims to find remedy to these challenges with a comprehensive study. On the one hand, after a concise literature review, the authors attempt suggesting a novel method for the management of multiple projects, on the other this new method will be subject to validation on test data through simulations, then the applicability and effectivity of the methodology will be demonstrated through case study using a real-life company as a testbed.

The proposed method (multilevel project ranking, MPR) finds an optimal multilevel project plan. MPR uses the flexibility of the project to reorganize the multilevel projects to reduce project demands. Finding the feasibility and optimality

of the proposed method has been proved, and the applicability has been tested in a standard project database. The results of schedules have been compared by the schedule results of a traditional multilevel project planning method. The results showed that the advantage of the proposed method is increased if the environment becomes more flexible. To demonstrate the newly developed method, we conducted a case study on an automotive multinational with Hungarian operations that is globally pioneering the design of innovative technologies and systems. TelematCo (disguised name) provided the authors detailed data for the purpose of the study based on the software projects it cultivates with flexible relations among the activities. Semi-structured interviews with durations ranging between 35-55 minutes, aided the data gathering with functional leaders, project managers and multiproject managers. For the sake of deeper triangulation, this was accompanied with the analyses of internal documents that shed light to project templates (logic plans), company-wide resource planning data and annual project reports. As an additional theoretical aid, the case study relied on the dynamic capabilities view of firms which addresses corporate renewal, more rational resource use and more effective operations through new refurbished organizational processes. The dynamic capability consists of three major pillars of activities, sensing of new opportunities or threats, seizing them through new process, activity systems, and reconfiguring that re-create existent resource, asset and organizational structures through implementation.

Associated to software, TelematCo accomplished 12 new product development projects between January 2014 and April 2015, and 13 similar projects between May 2015 and October 2016. The company applied a fixed project template for each project, consisting of phases and tasks. The major problem with the template-based method had to do with the fact that template was initially designed to single projects, and not to a multiproject-level which caused significant overload and bursts in case of delays due to resource-constraints. The newly designed MPR method seemed appropriate to resolve extant problems that proved grave issues in TelematCo's everyday practice. The authors resorted to simulations to validate expert estimations of the activities in terms of lead time, costs and resource use, and then for the first period to compare the template-based plan and simulated multiprojects parameters with those of the novel matrix-based methodology. Results showed that MPR method could deliver more favorable lead time and total costs values and reduced to negligible the amount of resource bursts. Based on this positive experience, the 13 new development projects of the second period were created with the help of the MPR method. According to the expectations, the new matrix-based methodology offered excellent results in diminishing total costs, lead time values and occurrences of bursts.