



Pannon Egyetem

Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola

Tézisgyűjtemény

**Keretprogramok modellezése, tervezése,
ütemezése, és kockázat meghatározása
projekt portfólió menedzsment alapokon
mátrixos projekttervezési technikával**

Készítette:

Kisgyörgy-Pál Mária

Témavezető:

Prof. Dr. habil. Kosztyán Zsolt Tibor

2024. május 21.

1. Bevezetés

A stratégia, a projekt portfólió menedzsment és a projektmenedzsment közötti kapcsolatok jól megalapozottak, és több mint két évtizede foglalkoznak vele a szakirodalomban. Disszertációmban egyrészt azért elengedhetetlen a stratégia tanulmányozása, mivel anélkül nincs projekt portfólió menedzsment sem, mivel a vállalati környezetben futó projekt portfóliók stratégiai célokat hivatottak elérni, másrészt a keretprogramok projektjeinek projekt portfólióként való szerveződésének vizsgálatához szükséges annak feltárása, hogy mely stratégia kialakítási típushoz hasonlítható az érintett projektek szerveződése.

A projekt portfólió menedzsment (PPM) a projektmenedzsment területén tevékenykedő kutatók és szakemberek körében az egyik leggyorsabban fejlődő koncepciónak számít (Madic, Trujic és Mihajlovic, 2011; Levine, 2005). Míg kezdetben a hozamkockázat kettőzésén alapult (Sebestyén, 2009; Blichfeldt és Eskerod, 2008; Devinney és Stewart, 1988), és pénzügyi célokra használták, napjainkra már kifinomult kritériumrendszerekkel rendelkezik a módszertan, amely már nemcsak pénzügyi szempontokat foglal magában (Csendes, 2017). A PPM középpontjában az áll, hogy világosan meghatározza a projektek értékét a szervezet számára. Fontosnak tartom kiemelni Petrović, Mihić és Obradović, 2006 állítását, miszerint a PPM minden típusú szervezetre, minden típusú projektre, minden gazdasági és nem gazdasági területre alkalmazható.

Napjainkban a projektek megvalósíthatóságának javítása érdekében (Johnson és Mulder, 2020) a hagyományos projektmenedzsment megközelítéseket (TPM) egyre gyakrabban a rugalmas megközelítések váltják fel (Wysocki, 2019; Özkan és Mishra, 2019; Ciric és tsai., 2018), mivel a bizonytalanság egyre inkább velejárója a mindennapi projektkörnyezetnek (Hazır és Ulusoy, 2020). A rugalmasságot is figyelembe vevő módszertani eszközök, algoritmusok azonban főként az egyedi projektek tervezhetőségével foglalkoztak, a többszintű projektekre jóval kevesebb módszer fókuszált (Kosztján, 2020; Kosztján és tsai., 2022b) annak ellenére,

hogy ezek hatékony tervezéséhez és ütemezéséhez is egyre nagyobb az igény a rugalmas eszközökre (Kosztyán és tsai., 2023).

Módszertani eszközök felhasználása tekintetében disszertációmban a mátrixos projekttervezést választottam. Azért esett a választásom erre a technikára, mivel a mátrixos projekttervezés használható mind a hagyományos, mind a rugalmas megközelítésű projektek tervezésére, lehetőség van a tevékenységek közti determinisztikus vagy sztochasztikus kapcsolatok, és azok megvalósítási fontosságának/valószínűségének figyelembevételére, ezáltal a projektterv átstrukturálására. Emellett továbbfejlesztett változataival a párhuzamosan futó projektek, a programok és a projekt portfóliók modellezése, tervezése és ütemezése is megvalósítható.

Disszertációm kidolgozása során fontosnak tartottam azt a megállapítást, miszerint a projekt portfólió szerkezetének elemzése létfontosságú a projektek valamint a szervezet sikeréhez (Kaiser, El Arbi és Ahlemann, 2015). Egy projekt portfólióban ugyanis jobban megtervezhetők a költségvetések, az ütemtervek és a kockázatok, hatékonyabban kezelhetők a párhuzamosan futó projektek között megosztott erőforrások, és kijelölhetők a programok, ha a projektek tartalmilag kölcsönösen függenek egymástól (Too és Weaver, 2014; Lock és Wagner, 2019). Mindezek alapján disszertációmban azt feltételezem, hogy a keretprogramok projektjeinek projekt portfóliót alkotó elemekre bontásával jobban feltárhatjuk és megérthetjük azokat lehetőségeket és kockázatokat, amelyek az európai uniós keretprogramok struktúrájához kapcsolódnak. Ezek figyelembe vétele pedig azért fontos, mert a módszertani eszközök alkalmazásával és az eredmények értékelésével a jövőben egy jobb szerkezetet, struktúrát lehet a keretprogramokra, illetve más olyan K+F+I programokra kialakítani, amelyeket a keretprogramokhoz hasonlóan korábban nem terveztek és kezeltek projekt portfólióként. Ezáltal ezek a programok hatékonyabban meg tudnak felelni a döntéshozók, pályázatküldők célkitűzéseinek.

2. Kutatási célkitűzések és kutatási kérdések

Disszertációmban egyrészt egy olyan módszertant céloztam meg kidolgozni és bemutatni, amellyel a hagyományos projektmenedzsment megközelítést alkalmazó technikáknál hatékonyabban megvalósítható a rugalmas megközelítésű, többszintű projektek tervezése és ütemezése. Ezzel kapcsolatban feltett első kutatási kérdésem a következő:

K.1. Milyen módszerekkel, eszközökkel javítható a rugalmas, többszintű projektek tervezhetősége és ütemezése?

A következő célkitűzésemet harmadik kutatási kérdésem keretében fogalmaztam meg, miszerint megcéloztam az első kérdés keretében kialakított módszer - keretprogram sajátosságokat figyelembe vevő átalakítással - kiterjesztését a keretprogramokra. Egyrészt azért esett a választásom a keretprogramokra, mert azok szerepe és térhódítása vitathatatlan az EU és a világ K+F+I tevékenységében. Másrészt fontos szakirodalmi és módszertani újdonsága a dolgozatnak, hogy egy olyan felosztást és módszertani eszközt alkalmazok a keretprogramokra, amelyeket eddig még nem használtak azok tervezésének, ütemezésének és kockázatelemzésének támogatására.

K.3. Kiterjeszhető-e bemutatott többszintű mátrix-alapú tervező és ütemező algoritmus a keretprogramokra?

Ennek a módszertani kiterjesztésnek előfeltétele volt a projekt portfólió végrehajtási struktúra levetítése a keretprogramok projektjeire, így ezzel összefüggésben tettem fel második kutatási kérdésemet:

K.2. Hogyan modellezhető a keretprogramok projektjeinek végrehajtási struktúrája?

Végül azt vizsgáltam, hogy a különböző projekt struktúrákba szerveződő projekteknél milyen időbeli és költségbeli kockázattal kell számolni, és az ilyen módon való megvalósításból milyen eredmények származnak.

K.4. Hogy hat a költségekre, az eredményekre és a keretprogram időbeli kockázatára a multi-projekt - és program struktúrában megvalósított projektek arányának növelése a keretprogram végrehajtási struktúrájában?

3. Szakirodalmi áttekintés és kutatási feltételezések

A következőkben azokat a szakirodalmi megállapításokat emelem ki, amelyek alapján megfogalmaztam kutatási feltételezéseimet.

Disszertációmban a többszintű projektmenedzsment környezet definiálásakor Patanakul és Milosevic, [2009a](#) meghatározásait vettem alapul, melynek értelmében a többszintű projektmenedzsment környezet részét a projekt portfóliók, az egyedi projektek, a párhuzamosan futó projektek és a programok képezik. Az egyes kategóriák annak függvényében különíthetők el, hogy a projektek milyen szorosan kapcsolódnak egymáshoz (a célok vagy a megvalósításukhoz használt közös erőforrások révén) (Patanakul és Milosevic, [2009a](#)). A vállalatnál futó összes projektet a projekt portfólió menedzsment fogja össze.

A párhuzamosan futó projektekre jellemző, hogy:

- a projektek időben is átlapolódhatnak (Elonen és Artto, [2003](#)),
- a projektek közös erőforrásokat használnak (Cooper, Edgett és Kleinschmidt, [2000](#)),
- ráadásul az egyes projekteknek eltérő célja, célrendszere lehet (Elonen és Artto, [2003](#)).

A struktúrát tekintve a részben, vagy egészben párhuzamos megvalósítási mód jellemzi ezeket a projekteket, az erőforrásmegosztás miatt pedig jellemzően közös szervezést, közös tulajdonosi szervezetet igényelnek (Cooper, Edgett és Kleinschmidt, [2000](#)). Fontos jellemző az érintett projektekre továbbá a hasonló volumen (Boyette és Fang, [2012](#)).

A struktúrát tekintve programok esetén a projektek időben nem feltétlenül lapolódnak át - szemben a párhuzamosan futó projektekkel-, de mivel közös célrendszerük van (Patanakul és Milosevic, [2009b](#)), ezért a követő projektek építenek a megelőző projektek eredményeire (Hans és tsai., [2007](#)).

Itt tehát a legfontosabb feladat a projektek céljainak és ütemezésének összehangolása.

A rugalmas projektmenedzsment megközelítés egyre nagyobb szerepet kap mind az egyedi, mind a többszintű projektek tervezése és megvalósítása során (Gil és Tether, 2011; Hertogh, 2014; Jalali Sohi, Bosch-Rekvelde és Hertogh, 2020; Kaiser, El Arbi és Ahlemann, 2015; Cooper, Edgett és Kleinschmidt, 2000; Doerner és tsai., 2006; Kavadias és Loch, 2003; Zuluaga, Sefair és Medaglia, 2007; Olson és tsai., 2010; Ghassemi és Amalnick, 2018). A rugalmas projektmenedzsment megközelítéssel kezelt projektek tervezésének és ütemezésének egy hatékony, széles körben használt módszertani eszköze a mátrixos projekttervezési technika (Kosztján és Kiss, 2011). A mátrixos projekttervezéssel számos olyan módszertani akadályt sikerült áthidalni, amelyek megjelenítésére, modellezésére, kezelésére a hagyományos módszerek nem voltak képesek (Kosztján, 2013). Mi több, a többszintű mátrix alapú projekttervezési eljárással már a párhuzamosan futó projektek, a programok és a projekt portfóliók modellezése, tervezése és ütemezése is megvalósítható (Kosztján és tsai., 2022b; Kosztján, 2020). Ezek alapján fogalmaztam meg első feltételezésemet, és használtam a gyakorlati vizsgálatok során a mátrixos projekttervezési technikát a vállalati rugalmas megközelítésű projektmenedzsment környezetben futó projektek tervezésének és ütemezésének javítására.

F.1. A mátrixos projekttervezési technikával javítható a rugalmas, többszintű projektek tervezhetősége és ütemezése.

A mátrixos projekttervezés ez utóbbi lehetőségét, valamint azt a jellemzőt kihasználva, hogy a keretprogramok - akár csak a projekt portfóliók - projektek összességéből állnak céloztam meg a keretprogramok projekt portfólióként való struktúrálását és mátrixos tervezési lehetőségének leírását. A projekt portfólióként modellezett keretprogramok projektjei egyedi projekt -, multi-projekt -, és program struktúrákba szerveződhetnek.

F.3. A többszintű, rugalmas megközelítésű projektekre alkalmazott mátrix-alapú tervező és ütemező algoritmus a végrehajtási struktúrák meghatározása után kiterjeszthető a keretprogramokra.

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

A projekt portfólióként való felosztás során fontos tisztázni, hogy az egyes projekt struktúrákat a Patanakul és Milosevic, 2009a által meghatározott többszintű projektmenedzsment környezet projekt kategóriái szerint határoztuk meg. Mindezek alapján a projekteket és projektpárokat besoroltuk, mint egyedi projekt struktúra, multi-projekt struktúra és program struktúra.

Az európai keretprogramok nem "hagyományos" projekt portfóliók, ezért nincs hivatalos meghatározásuk és strukturálásuk az egyedi projektekből, párhuzamosan futó projektekből és programokból való összetettségük szerint. Éppen ezért "strukturálatlan projekt portfólióknak" tekinthetjük őket. Disszertációmban azt feltételezem, hogy a keretprogramok felépítését a rendelkezésre álló nyilvános adatok felhasználásával lehet rekonstruálni, a definiált projekt struktúrákba való besorolást pedig az egyes projekt struktúrák - fentiekben kiemelt - szakirodalmi jellemzői alapján lehet elvégezni.

F.2. A definiált projekt struktúrák szakirodalmi jellemzői és a keretprogramok projektjeiről rendelkezésre álló információk alapján a lehetséges végrehajtási projekt struktúrák előállíthatók.

A keretprogramok kockázatelemzésével kapcsolatban a negyedik kutatási kérdésemre adott feltételezés és alfeltételezések kidolgozásakor azokat a szakirodalmi jellemzőket vettem figyelembe, amelyek a definiált projekt struktúrák alatt futó projektek kockázatait és a megvalósítási módból származó előnyöket emelik ki. Összességében azt feltételeztem, hogy:

F.4. Komplex végrehajtási struktúrák alkalmazásával a költségek csökkenthetők, a projektek eredménye pedig növelhető, de ebben az esetben a keretprogram időbeli kockázatának növekedése várható.

Wei és tsai., 2020 kimutatták, hogy a projektek közötti kölcsönös függés befolyásolhatja a projekt portfóliók előnyeit. Egy programban kapcsolódó projektek nagyobb/jobb eredménnyel zárulhatnak (jelen esetben tudományos eredménnyel, amelyet a publikációk száma jellemez), mivel a célhoz kapcsolódó projektek csoportjának központiilag koordinált irányításával hatékonyabban meg lehet valósítani a stratégiai célokat (Ferns, 1991).

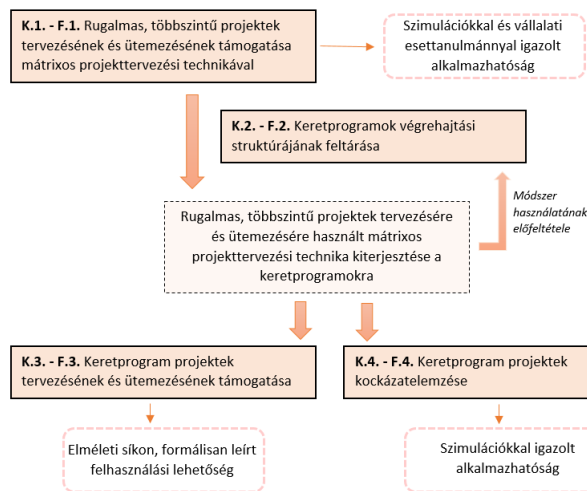
F.4.a. A program struktúrák arányának növelése a keretprogram végrehajtási struktúrájában növeli a projekt portfólió szintű átfutási időt, ezáltal a keretprogram időbeli kockázatát, ugyanakkor nagyobb publikációs teljesítményt eredményez.

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

F.4.b. A multi-projekt struktúrák arányának növelése a keretprogram végrehajtási struktúrájában az erőforrás-túlterhelés kialakulása miatt nagyobb időbeli kockázattal jár, ugyanakkor az erőforrások megosztása a párhuzamosan futó projektek között költséghatékonyabb megvalósítást eredményez.

4. Kutatási eredmények és tézisek

A 1. ábra szemlélteti, hogy a disszertációmban megfogalmazott kutatási kérdések között milyen összefüggések vannak, és ezekre a kutatási célkitűzésekre milyen jellegű eredményeket kaptam.



1. ábra. Disszertáció eredményeinek összefüggései (Saját szerkesztés)

Első kutatási kérdésemre a mátrixos projekttervezési technika, konkrét módszert tekintve pedig a többszintű mátrix alapú tervező és ütemező algoritmus (MPR) ad választ. A hibrid projektmenedzsment megközelítéssel menedzselhető többszintű projektek megjelenítésére is képes többszintű mátrix alapú módszerrel szemléletesen modellezhetőek a többszintű projekt környezetben futó projektek, a többszintű mátrix alapú ütemező algoritmus pedig igazoltan megtalálja a döntéshozói igényeknek megfelelő, optimális megoldást. A módszer alkalmazása rávilágított arra, hogy rugalmas megközelítésű többszintű projektmenedzsment környezetben jelentősen több megengedett megoldást talál. Ez az eredmény azt igazolja, hogy a módszer használatával kevesebb többszintű projekt megvalósítása lesz sikertelen.

A disszertációmban kifejtett szimulációkkal sikerült igazolni az első kutatási kérdésemre adott feltételezést, miszerint a rugalmasság figyelembevételével, mátrixos többszintű projekttervezési módszer alkalmazásával javítható a többszintű projektek tervezhetősége és ütemezhetősége a hagyományos megközelítésű módszerekhez képest. A 1. táblázatban összegeztem az MPR-rel való ütemezés hatékonyságát Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 hagyományos megközelítést követő módszerével szemben. (A 1. táblázatban szereplő értékek az MPR algoritmus eredményeit mutatják a pe-

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

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

remfeltételek vonatkozásában, a százalékos eltérések Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 módszerének eredményeihez képest értendőek.)

A kiemelt esetben a célfüggvény az átfutási idő minimalása volt, mely esetben a javasolt módszer párhuzamosan futó projektek és programok esetén is csökkenti az átfutási időt a hagyományos ütemezési módszereken alapuló Beşikci, Bilge és Ulusoy, 2015 módszeréhez képest. Ezáltal sikerült igazolni, hogy a módszerrel javítható a többszintű projektek ütemezhetősége az átfutási idő csökkentési lehetőségek jobb kihasználása által. Ugyanakkor ennek az az ára, hogy az optimalás következtében a költségek megnövekednek. A pontértékek, melyek a megvalósított tartalmat jellemzik szintén csökkennek párhuzamosan futó projektek és programok esetén is, míg érdekes, hogy az erőforrásigények csak kis mértékben növekedtek. Mindez azzal magyarázható, hogy az eleve sok tevékenységet párhuzamosan végrehajtó informatikai projektek esetén további párhuzamosításra már kevésbé kínálkozik lehetőség, így amennyiben rövidíteni szeretnénk a projektet, akkor az csak további költség növekedéssel és tartalom szűkítéssel valósítható meg. Ez a jelenség azonban nem ritka, és gyakran tárgyalt a projektmenedzsment szakirodalmában, mint idő-költség-minőség átváltási probléma, valamint ez a jelenség a projektháromszög általános meghatározásából is következik. Természetesen egy olyan projekttervben, amelyben jellemzően kisebb a párhuzamosan futó tevékenységek, alprojektek aránya (például egy kutatás-fejlesztési projekt esetében), a módszernek na-

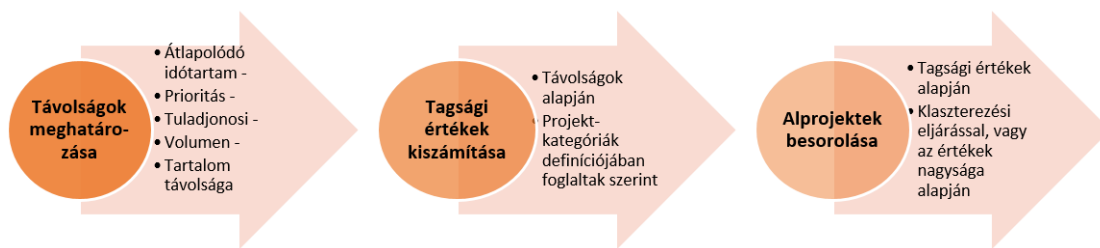
gyobb mozgástere van a tevékenységek párhuzamosítására, így az időigény pótlólagos költségek és/vagy tartalom szűkítése nélkül is csökkenthető lenne. Ezeket a lehetőségeket, opciókat a többszintű mátrix alapú ütemező algoritmus hatékonyan ki tudja használni, és megadja a célfüggvényeknek megfelelő, optimális megoldást, így a javasolt eszköz hatékony megoldást kínál a rugalmas megközelítésű többszintű projektek tervezhetőségének és ütemezhetőségének javítására.

T.1. Igazoltam, hogy a kidolgozott többszintű mátrix-alapú tervező és ütemező algoritmus (MPR) egy olyan módszer, amely képes rugalmas megközelítésű, többszintű projektmenedzsment környezetben több megengedett megoldás megtalálására, közülük a célfüggvénynek megfelelő, optimális megvalósítási mód megadására, valamint a nem megvalósítható projektek számának csökkentésére.

Az algoritmus modellezésére választott szoftverfejlesztési projektek esetén a tervezhetőség javítását a rugalmasság számbavételével sikerült elérni, az ütemezhetőség javítását pedig az átfutási idők csökkentése által. A szimulációk eredményeként megállapítható, hogy néhány peremfeltétel - korlátokon belüli - romlása ellenére a módszerrel sikerült elérni a kitűzött célt, azaz az adott korlátokat megtartó, hagyományos megközelítésű többszintű projekttervénél alacsonyabb átfutási idejű megoldást sikerült az MPR algoritmus futtatásával találni, elősegítve ezzel az ütemezhetőség javítását.

Az mindennapi valós rugalmas megközelítésű többszintű projektmenedzsment környezetben való eredményes alkalmazás alátámasztására disszertációmban bemutatok egy esettanulmányt.

Disszertációm második kutatási kérdésének keretében azzal foglalkoztam, hogy hogyan modellezhető egy keretprogram projektjeinek végrehajtási struktúrája. Erre a lépésre a harmadik és negyedik kutatási kérdésem megválaszolása érdekében volt szükség, ugyanis mindkét célkitűzés megvalósításához szükség volt annak feltárására, hogy projekt portfólió szempontból milyen végrehajtási struktúrában valósultak meg a hetedik keret-



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

programban nyertes projektek (lásd. 1. ábra).

A második kutatási kérdés kidolgozása során a (Kosztyán és tsai., 2022a) tanulmányunkban is megjelent projekt kategorizálást mutatom be. A CORDIS-ról kinyert, hetedik keretprogram adatait tartalmazó adatbázis felhasználásával az egyes projektek tagsági értékét a portfólióelemek besorolásának sajátos jellemzői alapján becsültük meg. Azt az eredményt kaptuk, hogy a keretprogramban lévő projektek a disszertációmban definiált távolságok szerint osztályozhatók az időbeni átfedés időtartama, az alprojektek elsőbbsége, tulajdonlása, volumene és tartalma (leírása) szempontjából. Az egyes projektek tagsági értékei - azaz hogy egy keretprogram projekt mennyiben bír program vagy párhuzamosan futó projekt jellemzőkkel - pedig megbecsülhetők a dolgozatban bemutatott távolságmátrixok segítségével (2. ábra).

Ezek az eredmények empirikus bizonyítékot nyújtanak a hetedik keretprogram projekt portfóliót alkotó projektek szerint elvégezhető osztályozására, struktúrálva így a keretprogram projektjeit, mint egyedi projekt struktúra, multi-projekt struktúra illetve program struktúra.

T.2. A kidolgozott módszerrel azonosíthatók a projekt portfólióként modellezett keretprogramok végrehajtási struktúrájában lévő egyedi projekt-, multi-projekt-, és program struktúrák.

Az eredmények azt mutatják, hogy a projektek több mint fele (13 555 db) egyedi projekt a hetedik keretprogram végrehajtási struktúrájában. Érdekes

és fontos kiemelni, hogy a hetedik keretprogram logikai struktúrájában nagyon alacsony a programok aránya, beleértve egyrészt a 106 programot és azt a 742 további projektet is, amelyek mind program alprojektjének, mind párhuzamosan futó projektnek tekinthetők.

Ezek a megállapítások rávilágítanak az Európai Unió hetedik keretprogramjából alkotott projekt portfólió valós szerkezetére és a különböző projektek azon belüli megoszlására. Ez az eredmény emellett új betekintést nyújt a szakpolitikai vonatkozásokba, ugyanis annak ellenére, hogy az EU-nak a keretprogramok projektjeinek finanszírozásával az egyik fő célja a szervezetek közötti együttműködés fokozása (N° 1982/2006/EK határozat; European Parliament (2006)), a bemutatott eredmények szerint a hetedik keretprogram projekt portfóliója továbbra is túlnyomórészt különálló, egyedi projektekből áll (Kosztyán és tsai., 2022a).

Összességében megállapítható, és a számítások során egy mintán való ellenőrzéssel is igazoltam, hogy a bemutatott módszerrel egy természetesen, manuális beavatkozás nélkül kialakult, strukturálatlan projekt portfólió végrehajtási szerkezete nagyon pontosan feltérképezhető kevés, gyakran nyilvánosan elérhető adattal.

Disszertációm harmadik kutatási kérdésével azt a célt tűztem ki, hogy az első kutatási kérdés keretében, vállalati, rugalmas többszintű projektmenedzsment környezetben hatékonyan használt módszert kiterjesszem a keretprogramokra. A keretprogramokhoz kapcsolódó, általam kidolgozott FPM (Framework Precedence Matrix) algoritmusnak kétféle felhasználhatósági lehetőségét mutattam be.

- Kitértem arra, hogy a szükséges adatok rendelkezésre állása esetén a modellt már a keretprogram projektjeinek kiválasztási szakaszában is lehetne használni. Ezzel nemcsak a keretprogramok projektjeinek kockázatelemzése, hanem tervezésének és ütemezésének támogatása is megvalósítható lenne.
- Bemutattam a modell keretprogram projektek kockázatelemzésében való felhasználhatóságát projekt portfólió szinten. A modellt a

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

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

szimulációk során a keretprogramok projektjeinek mátrixos megjelenítésére, a tagsági értékek mátrixban való számbavételére, valamint az átfutási idők kiszámításához használtuk fel. A hetedik keretprogram kockázatelemzésére szimulációkat végeztünk, amelyek disszertációm negyedik kutatási kérdését hivatottak megválaszolni.

Az FPM algoritmus kidolgozására végzett kutatómunka során feltártam a mindennapi projekt portfólió környezetben futó projektek és a keretprogramok projektjeinek különbözőségeit, bemutattam, hogy mik a különbségek és mik a hasonlóságok egy hagyományos projekt portfólió és egy keretprogram mátrixos megjelenítésében, mit tekintünk vizsgálati egységnek, és hogy értelmezhetőek keretprogramok esetén a projektek, projekt portfólióknál pedig a tevékenységek között lévő kapcsolatok (lásd. 2. táblázat). Disszertációmban kitértem továbbá arra, hogy milyen módon jeleníthetőek meg a különböző, definiált végrehajtási struktúrák mátrixokban, hogy számítható ki a bennük foglalt projektek teljes átfutási ideje, azok várható értéke és kockázata.

T.3. A többszintű mátrix-alapú tervező és ütemező algoritmus kiterjesztésével kidolgoztam egy módszert, amely a keretprogramok sajátosságainak figyelembevételével alkalmas keretprogramok tervezésére, ütemezésére és kockázatelemzésére.

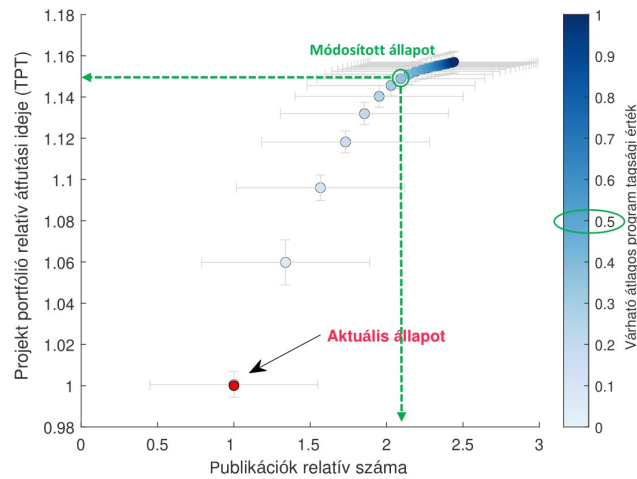
A negyedik kutatási kérdésem megválaszolása érdekében szimulációkat végeztünk, amelyek során a költségek (a késések kockázata és a projektek relatív költségei) és a publikációk érzékenységet vizsgáltuk a párhuzamosan

futó projektek és programok megoszlásában bekövetkezett változásokra egy adott, hetedik keretprogram projektjeiből alkotott projekt portfólión belül.

Az eredmények azt mutatják, hogy a programok érzékenyebbek az outputokra (azaz a publikációk számára), mint a projekt portfóliók időtartamára. Ez számszerűen például azt jelenti, hogy ha a várható átlagos program tagsági értéket közel nulláról 0,5-re növeljük, akkor a publikációk száma körülbelül 2-szeresére, míg a teljes átfutási idő csak 1,15-szeresére nő (lásd 3. ábra). Fontos kiemelni, hogy a keretprogramok 7 éves korlátozása és egy keretprogramon belüli projekt átlagos 1,5 éves időtartama miatt csak 3-5 projekt indítható egy keretprogramon belül; ezért a késések hatása jóval kisebb, mint a publikációk számának növekedése. Ez az eredmény fontos szakpolitikai vonzatra utal, mivel a programok egyedi projektek rovására történő támogatása a publikációk (teljesítmény) jelentős növekedését eredményezi, míg ezáltal az átfutási idő csak kis mértékben növekszik, azaz kisebb időbeli kockázatnövekedéssel kell számolni a keretprogram szintjén.

T.4.a. Igazoltam, hogy – figyelembe véve a keretprogram finanszírozási időszakát miatt korlátozottan összekapcsolható projektek számát - a keretprogram projektek program struktúrában való megvalósításának ösztönzéséből jóval nagyobb publikációs teljesítmény növekedés származik, mint amennyivel nő a keretprogram időbeli kockázata.

A párhuzamosan futó projektek vonatkozásában megállapítható, hogy egy multi-projekt struktúrában lévő projektek érzékenyebbek a relatív napi költségre, mint az átfutási időre, körülbelül 0,3-as várható átlagos multi-projekt tagsági értékig. A 0,3-as érték felett pedig a multi-projekt struktúrában lévő projektek érzékenyebbek az átfutási időre, mint a relatív napi költségre. Mindez azt jelenti, hogy a keretprogram projektek multi-projekt struktúrában való megvalósításának ösztönzése 0,3-as átlagos multi-projekt tagsági értékig kisebb mértékben növeli a keretprogram időbeli kockázatát, mint amekkora költségcsökkentést eredményez, 0,3-as átlagos multi-projekt tagsági érték felett azonban magasabb a keretprogram időbeli

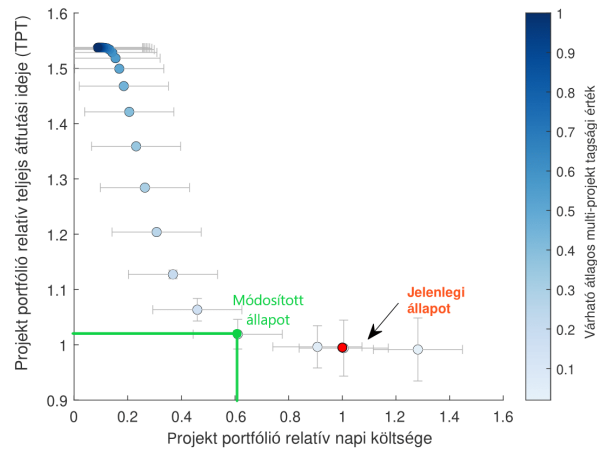


3. ábra. A program tagsági érték növelésének hatása a publikációk számára és a projekt portfólió átfutási idejére (Saját szerkesztés)

kockázata, mint a költségcsökkentés lehetősége. Kiemelve egy példát, ha a várható átlagos multi-projekt tagsági értéket közel nulláról 0,2-re növeljük, a relatív napi költség körülbelül 40 %-kal csökken, míg a projekt portfólió teljes átfutási ideje kevesebb, mint 5 %-kal nő (lásd 4. ábra). Mindez azt jelenti, hogy a multi-projekt struktúrában való végrehajtást csak addig érdemes ösztönözni, amíg az abból származó előnyök jelentős átfutási idő növekedés nélkül kiaknázhatók.

T.4.b. Rávilágítottam, hogy a keretprogram projektek multi-projekt struktúrában való megvalósításának ösztönzése 0,3-as átlagos multi-projekt tagsági értékig kisebb mértékben növeli a keretprogram időbeli kockázatát, mint amekkora költségcsökkentést eredményez, 0,3-as átlagos multi-projekt tagsági érték felett azonban magasabb a keretprogram időbeli kockázata, mint a költségcsökkentés lehetősége.

A programok és párhuzamosan futó projektek arányának növelésével kapcsolatban összességében megállapíthatjuk, hogy a hetedik keretprogramban rendkívül magas az egyedi projektek aránya. A feltárt végrehajtási struktúrában a multi-projekt - illetve program struktúrában futó projektek



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

az összes projekt körülbelül 10 %-át tették ki. Az eredményeim azonban rávilágítanak arra, hogy a nagyszámú egyedi projektet tartalmazó keretprogram projektekből álló projekt portfólió relatív költsége és eredménye (publikációk száma) javítható lenne a párhuzamosan, illetve program részeként futó projektek arányának mérsékelt növelésével, mely eredmény elérhető jelentős időbeli kockázat növekedés nélkül.

T.4. Igazoltam, hogy egy keretprogram projektekből álló projekt portfólióban a multi-projekt - és program struktúrák arányának növelése – figyelembe véve a keretprogram sajátosságait - alacsonyabb időbeli kockázattal jár, mint az átstrukturálásból származó költségcsökkenés és publikációs teljesítmény növekedés.

Ezek az eredmények új perspektívát nyújtanak a hetedik keretprogram projektjeinek megvalósítási módjára, melyeket a jövőbeni keretprogramok tervezésénél és megvalósításánál a politikai döntéshozóknak is érdemes figyelembe venniük (Kosztyán és tsai., 2022a).

5. Összegzés

Disszertációmban vállalati környezetben futó, rugalmas megközelítésű projekt portfóliókat, valamint a projekt portfólióként strukturált hetedik keretprogramot vizsgáltam. Ezek tervezésére, ütemezésére és kockázatelemzésének támogatására mátrixos projekttervezési technikát alkalmaztam. A keretprogramokra kiterjesztett mátrixos projekttervezési módszer alapjául vett MPR algoritmus validálására bemutattam egy esettanulmányt, emellett a hatékony alkalmazhatóság igazolására mind vállalati szoftverfejlesztési többszintű projektkörnyezetben, mind a hetedik keretprogram projektjeinél szimulációkat végeztünk. Az általam kidolgozott FPM algoritmust a hetedik keretprogram kockázatelemzésénél használtuk fel, elméleti síkon pedig bemutattam az algoritmus felhasználhatóságát a keretprogramok tervezésének és ütemezésének támogatására. Ennek gyakorlati vizsgálataira azért nem került sor, mert nem álltak rendelkezésemre adatok valamennyi támogatásra benyújtott projektről, az algoritmus ilyen irányú kiterjesztése ugyanis a támogatási döntés meghozatala előtti, odaítélési fázisban lenne használható. A hetedik keretprogram kockázatelemzésére szimulációkat végeztünk, amelynek eredményeként feltártam azokat az előnyöket, amelyek a keretprogram projekt portfóliókénti végrehajtási struktúrájának feltárásából és számbavételéből származnak, úgy mint az átstrukturálásból fakadó publikáció növelési - és költségcsökkentési lehetőség, figyelembe véve a keretprogram időbeli kockázatának alakulását.

5.1. Hozzájárulás a szakirodalomhoz

A rugalmas megközelítésű, vállalati környezetben futó többszintű projektekre bemutattam egy olyan projekttervezési, ütemezési módszertant, amely hatékonyan alkalmazható a többszintű, rugalmas és hagyományos megközelítésű projektek tervezésére, ütemezésére és modellezésére. A módszer szakirodalmi és módszertani értelemben is fontos újdonság a többszintű projekttervezés területén.

A projekt portfólió szemlélet és eszközrendszer keretprogramokra való alkalmazásával rávilágítottam, hogy milyen sokszínű lehetőségeket rejt magában a projekt portfólió menedzsment koncepciója. Felhívtam a figyelmet arra, hogy számos olyan terület van a mindennapi, üzleti, tudományos, K+F+I környezetben, ahol ez a fajta projekt felosztás - bár eleve nem használták - hatékonyan alkalmazható, és számos előny forrása lehet. Szakirodalmi újdonság továbbá abban mutatkozik meg, hogy - legjobb tudásom szerint - korábban nem vizsgálták és tárták fel projekt portfólió menedzsmenttel foglalkozó szakirodalmi alapokra helyezve a keretprogramok, vagy más K+F+I programok végrehajtási struktúráját.

A keretprogramok kockázatelemzésének projekt portfólió struktúrára való elvégzése ugyancsak újdonságnak számít a szakirodalomban, mivel a multi-projekt és program struktúrák szerint elvégzett szimulációk új megvilágításba helyezik a keretprogram időbeli kockázata, költség és eredmény vonzata, valamint a projektek megvalósítási módja közti összefüggéseket.

5.2. Gyakorlati alkalmazhatóság

Disszertációm elsődleges célkitűzése egy vállalati környezetben hatékonyan alkalmazható, hagyományos és rugalmas projektmenedzsment megközelítést is támogató, többszintű, mátrix-alapú modell kiterjesztése volt a keretprogramokra. Az alapul vett többszintű, mátrix-alapú tervező és ütemező algoritmus emelett lehetőséget ad a projektek közötti közös erőforrások elosztására, és figyelembe veszi a projektek között jelenlévő determinisztikus/sztochasztikus kapcsolatokat is. A bemutatott eredmények igazolták, hogy az MPR képes többszintű projektek esetén az optimális megoldás megadására, rugalmas projektmenedzsment környezetben pedig több megengedett megoldás megtalálására, és a sikertelen többszintű projekt megvalósítás csökkentésére. A módszer hatékonyságát emellett egy több éven át tartó esettanulmány keretében a gyakorlatban is igazoltuk. Miután rávilágítottunk a vállalat által alkalmazott sablon-alapú tervezés hiányosságaira, a vállalat bevezette a javasolt módszert. Ezáltal sikeresen lecsökkentette a több-

szintű projektmenedzsment környezetben futó projektek teljes átfutási idejét, költségét, és megvalósított egy fontos célkitűzést, miszerint minimálisra csökkentette az erőforrástúlerhelés kialakulását. A vállalati környezetben való gyakorlati alkalmazás előnyei között szerepel továbbá, hogy a modell képes mátrixklaszterezéssel a részprojektek beazonosítására, valamint a közös erőforrás-igények modellezésére.

Mivel a modell keretprogramokra való kiterjesztésének egy fontos előfeltétele volt a keretprogram projektekből alkotott projekt portfólió struktúra feltárása, a modell formális leírásának és alkalmazási lehetőségeinek bemutatása előtt a többszintű projektmenedzsment környezet elemeinek szakirodalmi jellemzői alapján definiáltuk a lehetségesen előforduló logikai struktúrákat és besoroltuk ezekbe a pályázatban nyertes projekteket. A hetedik keretprogram projekt portfólió szemszögből való struktúrálásával rávilágítottam, hogy egy emberi beavatkozás nélkül kialakult, "strukturálatlan" projekt portfólió szerkezete nagyon pontosan feltérképezhető kevés, gyakran nyilvánosan elérhető adattal, például a projektek közötti ráépülésekkel, a tulajdonosi körrel, a volumennel és a tartalommal. Ez az eredmény más keretprogramok, vagy egyéb olyan programok esetén is érdekes lehet, amelyeket korábban nem kezeltek és terveztek projekt portfólióként.

Bár disszertációmban az alkalmazott és kiterjesztett módszereket, valamint a futtatott szimulációkat a hetedik keretprogram adatain keresztül mutattam be, a kidolgozott módszer nem korlátozódik a bemutatott keretprogramra. Csupán annyi elvárásnak kell a projektek esetén teljesülnie, hogy valamennyi projektnek legalább az alábbi 5 tulajdonságát ismerjük: költségvetés, időtartam (beleértve a projekt kezdési és befejezési időpontját), a projekt outputja (jelen esetben a publikációk száma), projekt tulajdonlása, projekt leírása (tartalma). Ezáltal nemcsak a keretprogram együttműködési hálózata, hanem a projektek szerkezete és kapcsolatai is feltárhatók.

A bemutatott eredmények rávilágítottak arra, hogy a szakirodalmi megállapítások az egyedi projektek, párhuzamosan futó projektek és programok elosztásának idő-, költség- és kimeneti hatásaival kapcsolatban egy

eredetileg strukturálatlan projekt portfólió esetén (mint a hetedik keretprogram) is érvényesek.

A bemutatott eredmények új rálátást nyújtanak a hetedik keretprogramra, és valamennyi keretprogramban rejlő kompromisszumra, amelyeket érdemes figyelembe venni a jövőbeni keretprogramok tervezése és végrehajtása során. Az uniós keretprogramok célja ugyanis a szervezetek közötti együttműködés fokozása, az eredmények azonban azt mutatják, hogy ezt a célkitűzést hatékonyabban is meg lehetne valósítani, mint ahogy történt ez a vizsgált hetedik keretprogram során. Ezen túlmenően fontos előny, és ugyancsak az EU célkitűzéseit támogatja, hogy a publikációk és egyéb kutatási eredmények száma nagy mértékben növelhető - a költségekre és az időtartamra gyakorolt csekély hatás mellett - a keretprogram végrehajtási szerkezetének átalakításával, amelynek előfeltétele a projekt portfólió megközelítés és eszközrendszer gyakorlati bevezetése és alkalmazása.

A disszertációmban elvégzett vizsgálatok alátámasztják, hogy az EU keretprogramokért felelős döntéshozóinak érdemes a keretprogramokat, mint projekt portfóliót tekinteni, és alkalmazni rájuk a projekt portfólió kezelés legalább kezdetleges eszközeit. A keretprogramokra olyan irányítási struktúrát lenne érdemes kialakítaniuk, amely nemcsak pontosabban határozza meg a célokat és a hatókört, hanem lényegesen nagyobb hangsúlyt fektet a projekt struktúrák megszervezésére már a projektek elindulása előtt. Itt azonban ki kell emelni azt, hogy a közfinanszírozott K+F+I programokat gyakran nem lehet előrelátóan megtervezni, mivel azokat alulról felfelé építkező hálózatok hajtják végre.

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

6. Publikációk

Hazai és nemzetközi referált folyóiratokban megjelent publikációk:

A keretprogramok végrehajtási struktúrájának feltárásával, és a benne foglalt projektek kockázatelemzésével kapcsolatban megjelent publikáció:

- Kosztyán, Zs. T., Katona, A. I., Kuppens, K., Kisgyörgy-Pál, M., Nachbagauer, A., & Csizmadia, T. (2022). Exploring the structures and design effects of EU-funded R&D&I project portfolios. *Technological Forecasting and Social Change*, 180, 121687. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162522002141>

A rugalmas megközelítésű többszintű projektmendzsment környezetben futó projektek tervezését és ütemezését támogató mátrixos projekttervezési technikát és az MPR algoritmust bemutató, az eredményeket szimulációval és esettanulmánnyal alátámasztó publikáció:

- Kosztyán, Zs. T., Sebrek, Sz. S., Csizmadia, T., & Kisgyörgy-Pál, M. (2022). Rugalmas, többszintű projekttervezési és ütemezési technikák. *Sigma*, 53(1), 33-71. URL: <https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/7700/1/document-3.pdf>

A kidolgozott, keretprogram projektek mátrix-alapú tervezését, ütemezését és kockázatelemzését támogató FPM algoritmus publikálása a jövőben fog megvalósulni.

Konferenciák:

A keretprogramok végrehajtási struktúrájának feltárásával, és a benne foglalt projektek kockázatelemzésével kapcsolatban tartott előadások:

- Kisgyörgy-Pál, M. (2023). Európai Unió keretprogramok strukturális jellemzőinek feltárása projekt portfóliók vizsgálatával. *New Trends and Challenges in Management Conference*, 2023. Debrecen, University of Debrecen

- Kisgyörgy-Pál, M. (2023). Európai Unió Keretprogramok strukturális elemzése a résztvevők adatai alapján projekt portfólió környezetben. 9th Winter Conference of Economics PhD students and Researchers, 2023. Óbuda,
- Kosztyán, Zs. T., Katona, A. I., Kisgyörgy-Pál, M., Csizmadia, T., Kuppens, K. & Nachbagauer, A. (2022). Az Európai Unió által finanszírozott K+F+I projekt megvalósítások szerkezeti vizsgálata. 1. Innovációs konferencia - „A Tűztorony lépcsőin – Tovább lépési lehetőségek az innovációban” Veszprém, Pannon Egyetem Gazdaságtudományi Kar
- Kosztyán, Zs. T., Katona, A. I., Kisgyörgy-Pál, M., Csizmadia, T., Kuppens, K. & Nachbagauer, A. (2022). Comparing risks of EU-funded project portfolios. PMUni International Conference on Project Management - PMUni 2022 Workshop, Budapest Corvinus University of Budapest
- Kosztyán, Zs. T., Katona, A. I., Kisgyörgy-Pál, M., Csizmadia, T., Kuppens, K. & Nachbagauer, A. (2020). Exploring risks of EU-funded project portfolios. PMUni WORKSHOP 2020, Budapest Corvinus University of Budapest
- Kerekes, K., Kosztyán, Zs. T., Kisgyörgy-Pál, M., Csizmadia, T. & Fehérvölgyi B. (2019). Complementarity and synergy of the EU research and mobility cooperation programs. PMUni WORKSHOP 2019, Budapest Corvinus University of Budapest

A rugalmas megközelítésű többszintű projektmenedzsment környezetben futó projektek tervezését és ütemezését támogató mátrixos projekttervezési technikával kapcsolatban tartott előadások:

- Kisgyörgy-Pál, M., & Novák, G. (2019). Többszintű projekttervezés és szimuláció mátrixalapú modell alkalmazásával a késedelmi költség

hatásainak bemutatására. Abstract. Ipar napjai konferencia 2019, Conference Proceedings, pp. 53-54., University of Debrecen, Debrecen, Hungary.

- Kisgyörgy-Pál, M. (2019). "Az idő pénz" - A késedelem - illetve az erőforráskorlát túllépésének költsége többszintű projektkörnyezetben. 5th Winter Conference of Economics PhD students and Researchers 2019, Szent István University, Gödöllő

Az egyetemek - mint a keretprogramok egyik legjelentősebb résztvevőinek - kutatási hálózatokban betöltött szerepével kapcsolatos kutatást bemutató előadás:

- Fehérvölgyi B., Kosztyán, Zs. T., Kisgyörgy-Pál, M., Csizmadia, T. & Kerekes, K. (2019). Measuring third mission activities of the universities by multi-layer networks. ICEBM 2019 – 4th International Conference on Economics and Business Management, Cluj-Napoca, Romania

Hivatkozások

- Beşikci, Umut, Ümit Bilge és Gündüz Ulusoy (2015). „Multi-mode resource constrained multi-project scheduling and resource portfolio problem”. *European Journal of Operational Research* 240.1, 22–31. old.
- Blichfeldt, Bodil Stilling és Pernille Eskerod (2008). „Project portfolio management—There’s more to it than what management enacts”. *International Journal of Project Management* 26.4, 357–365. old.
- Boyette, Neil és Haijing Fang (2012). „Budget allocation optimization in a complex multi-project environment”. *Proceedings of 2012 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*. IEEE, 456–461. old. DOI: <https://doi.org/10.1109/SOLI.2012.6273580>.
- Ciric, Danijela és tsai. (2018). „Agile project management in new product development and innovation processes: challenges and benefits beyond software domain”. *2018 IEEE International Symposium on Innovation and Entrepreneurship (TEMS-ISIE)*. IEEE, 1–9. old.
- Cooper, Robert G, Scott J Edgett és Elko J Kleinschmidt (2000). „New problems, new solutions: making portfolio management more effective”. *Research-Technology Management* 43.2, 18–33. old. DOI: <https://doi.org/10.1080/08956308.2000.11671338>.
- Csendes, István (2017). „Elméleti felvetések és gyakorlati tapasztalatok a projektportfólió-menedzsment hazai megjelenése kapcsán”. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review* 48.8-9, 59–67. old.
- Devinney, Timothy M és David W Stewart (1988). „Rethinking the product portfolio: A generalized investment model”. *Management Science* 34.9, 1080–1095. old.
- Doerner, Karl F és tsai. (2006). „Pareto ant colony optimization with ILP preprocessing in multiobjective project portfolio selection”. *European Journal of Operational Research* 171.3, 830–841. old.
- Elonen, Suvi és Karlos A Artto (2003). „Problems in managing internal development projects in multi-project environments”. *International journal*

- of project management* 21.6, 395–402. old. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00097-2](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00097-2).
- European Parliament (2006). „Decision No 1982/2006/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Seventh Framework Programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities (2007-2013)”. *Official Journal of the European Union* L 412.1.
- Ferns, Duncan C (1991). „Developments in programme management”. *International Journal of Project Management* 9.3, 148–156. old.
- Fricke, Scott E és AJ Shenbar (2000). „Managing multiple engineering projects in a manufacturing support environment”. *IEEE Transactions on engineering management* 47.2, 258–268. old.
- Ghassemi, Alireza és M Amalnick (2018). „NPD project portfolio selection using reinvestment strategy in competitive environment”. *International Journal of Industrial Engineering Computations* 9.1, 47–62. old.
- Gil, Nuno és Bruce S Tether (2011). „Project risk management and design flexibility: Analysing a case and conditions of complementarity”. *Research policy* 40.3, 415–428. old.
- Hans, Erwin W és tsai. (2007). „A hierarchical approach to multi-project planning under uncertainty”. *Omega* 35.5, 563–577. old.
- Hazır, Öncü és Gündüz Ulusoy (2020). „A classification and review of approaches and methods for modeling uncertainty in projects”. *International Journal of Production Economics* 223, 107522. old.
- Hertogh, M (2014). „Opportunity framing Management of engineering projects: people are the key”. *Nijkerk, The Netherland NAP (The process industry competence network)*. Hertogh M.
- Jalali Sohi, Afshin, Marian Bosch-Rekvelde és Marcel Hertogh (2020). „Does flexibility in project management in early project phases contribute positively to end-project performance?”: *International Journal of Managing Projects in Business* 13.4.

- Johnson, Jim és Hans Mulder (2020). *Endless modernization*. Techn. jel. Technical report, The Standish Group International, Incorporated.
- Kaiser, Michael G, Fedi El Arbi és Frederik Ahlemann (2015). „Successful project portfolio management beyond project selection techniques: Understanding the role of structural alignment”. *International Journal of Project Management* 33.1, 126–139. old.
- Kavadias, Stylianos és Christoph H Loch (2003). „Optimal project sequencing with recourse at a scarce resource”. *Production and Operations Management* 12.4, 433–444. old.
- Koszttyán, Zsolt T (2020). „An Exact Algorithm for the Flexible Multi-level Project Scheduling Problem”. *Expert Systems with Applications*, 113485. old.
- Koszttyán, Zsolt T és tsai. (2022a). „Exploring the structures and design effects of EU-funded R&D&I project portfolios”. *Technological Forecasting and Social Change* 180, 121687. old.
- Koszttyán, Zsolt T és tsai. (2023). „A matrix-based flexible project-planning library and indicators”. *Expert Systems with Applications* 216, 119472. old.
- Koszttyán, Zsolt Tibor (2013). „Projekttervezési módszerek kihívásai a XXI. században (Challenges of the project planning methods in the 21st century)”. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review* 44.9, 62–80. old.
- Koszttyán, Zsolt Tibor és Judit Kiss (2011). „Matrix-based project planning methods”. *Problems of Management in the 21st Century* 1, 67. old.
- Koszttyán, Zsolt Tibor és tsai. (2022b). „Rugalmas, többszintű projekttervezési és ütemezési technikák”. *Sigma* 53.1, 33–71. old.
- Levine, Harvey A (2005). *Project portfolio management: a practical guide to selecting projects, managing portfolios, and maximizing benefits*. John Wiley & Sons.
- Lock, Dennis és Reinhard Wagner, szerk. (2019). *The handbook of project portfolio management*. London és New York: Routledge. ISBN: 9781138635012.

- Madic, Biljana, Vlastimir Trujic és Ivan Mihajlovic (2011). „Project portfolio management implementation review”. *African Journal of Business Management* 5.2, 240. old.
- Mikkola, Juliana Hsuan (2001). „Portfolio management of R&D projects: implications for innovation management”. *Technovation* 21.7, 423–435. old.
- Olson, David L és tsai. (2010). „Portfolio Selection Under Fuzzy and Stochastic Uncertainty”. *Enterprise Risk Management Models*, 171–183. old.
- Özkan, Deniz és Alok Mishra (2019). „Agile Project Management Tools: A Brief Comparative View”. *Cybernetics and Information Technologies* 19.4, 17–25. old.
- Patanakul, Peerasit és Dragan Milosevic (2009a). „The effectiveness in managing a group of multiple projects: Factors of influence and measurement criteria”. *International journal of project management* 27.3, 216–233. old.
- (2009b). „The effectiveness in managing a group of multiple projects: Factors of influence and measurement criteria”. *International Journal of Project Management* 27.3, 216 –233. old. ISSN: 0263-7863. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.03.001>. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786308000392>.
- Petrović, Dejan, Marko Mihić és Vladimir Obradović (2006). „Strategic Management By Project Portfolio Management”. *International Scientific Days 2006*, 949–954. old.
- Sebestyén, Zoltán (2009). „Válasz a legújabb kihívásokra: projektportfóliómenedzsment”. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review* 40.kisz, 74–78. old.
- Too, Eric G. és Patrick Weaver (2014). „The management of project management: A conceptual framework for project governance”. *International Journal of Project Management* 32.8, 1382–1394. old. ISSN: 02637863. DOI: [10.1016/j.ijproman.2013.07.006](https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.07.006).

- Wei, Hechuan és tsai. (2020). „A refined selection method for project portfolio optimization considering project interactions”. *Expert Systems with Applications* 142, 112952. old.
- Wysocki, Robert K (2019). *Effective project management: traditional, agile, extreme, hybrid*. John Wiley & Sons.
- Zuluaga, Andrea, Jorge A Sefair és Andrés L Medaglia (2007). „Model for the selection and scheduling of interdependent projects”. *2007 IEEE Systems and Information Engineering Design Symposium*. IEEE, 1–7. old.