

TÉZISFÜZET

**Szoftver Projekt Ütemezési Problémák
Kiterjesztése a Csoportkiválasztási
Mechanizmusok Vizsgálatára**

Szerző:

HARTA PÉTER

Témavezető:

Prof. Dr. habil. KOSZTYÁN Zsolt Tibor



PANNON EGYETEM

Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola
Kvantitatív Módszer Intézeti Tanszék

2025. Augusztus 18.

1. Bevezetés

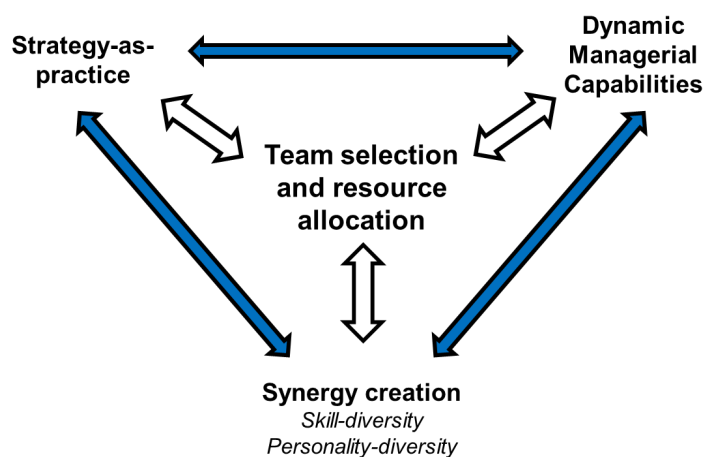
Napjainkban a szoftverfejlesztés kétségtelenül kulcsszerepet játszik, köszönhetően az automatizálás széles körű elterjedésének (negyedik ipari forradalom) (Wankhede and Vinodh 2021). A kollaboratív csapatok által végzett szoftverfejlesztési projektek esetében az agilis projektmenedzsment válaszként jelent meg az élet bizonytalanságára és változékonyságára (Qayyum et al. 2024, Barros et al. 2024). Ennek ellenére az agilis projektek jelentős része még mindig kudarcot vall, vagy komoly kihívásokkal néz szembe (VersionOne 2024, Group 2021), gyakran a nem megfelelő csapatszerkezetek miatt, amelyek együttműködési problémákból (Aryanee et al. 2020) vagy nem komplementer csapatszerepekből (Vishnubhotla et al. 2018) erednek.

Ez rámutat a Dinamikus Menedzseri Képességek (DMC – Dynamic Managerial Capabilities) jelentőségére (Teece 2007, Schulze and Brusoni 2022), amelyek lehetővé teszik a vezetők számára, hogy bizonytalan környezetben is alkalmazkodjanak és átkonfigurálják az erőforrásokat olyan elemek segítségével, mint a döntéshozatal, szabályalkotás és a véleménynyilvánítás (Foss and Mazzelli 2025). A Gyakorlati Stratégiaként (SAP – Strategy-as-Practice) ismert keretrendszer (Nicolini and Korica 2021) pedig támogatja ezen képességek valós idejű alkalmazását gyakorlati rutinokon és döntéshozatali folyamatokon keresztül.

Az SAP keretrendszeren belül a DMC-k hatékony emberi erőforrás-allokáción keresztül nyilvánulnak meg a szoftverfejlesztésben, ahol jellemzően a Szoftver Projektütemezési Problémák (SPSP – Software Project Scheduling Problems) segítségével kezelik. Ezek célja, hogy a csapattagokat optimálisan rendeljék hozzá a feladatokhoz készségeik alapján (Vega-Velázquez et al. 2018). Ugyanakkor a csapat hatékonysága függ a személyiségek sokféleségétől (Zainal et al. 2020) és a vezetési stílustól is (Garousi et al. 2019), a csapatformálódás keretrendszerén keresztül (Tuckman 1965). Az agilis csapatfejlesztés kezdeti („formálódási”) fázisában az autonóm csapatformálódás – amikor nincs kijelölt vezető – előnyösebbnek számít (Kanski et al. 2023). A „normálódási” fázisban viszont a keresztfunkcionalitás (Meier and Kock 2023) és a csapatdiverzitás (Albusays et al. 2021) kerül előtérbe.

A DMC–SAP kontextusban alkalmazott SPSP során a vezetőknek a projekttevékenységekhez olyan módon kell hozzárendelniük a különböző készségekkel és személyiségjegyekkel rendelkező emberi erőforrásokat, hogy azok a közös munka révén szinergiákat hozzanak létre (Pieterse et al. 2018, Larson Jr 2013). A hagyományos ütemezési módszerek gyakran figyelmen kívül hagyják ezeket az interperszonális dinamikákat, míg a Szinergiaalapú SPSP (SSPSP – Synergy-based SPSP) modell (Kosztyán et al. 2022) a szinergiát kulcsfontosságú ütemezési szempontként vezeti be. Bár ez ígéretes megközelítés, a szinergia gyakorlati alkalmazása továbbra is kihívást jelent, és sok szervezet még mindig elavult módszerekre támaszkodik, amelyek figyelmen kívül hagyják a személyiségben, készségekben és csapatdinamikában rejlő eltéréseket. Ez nem megfelelő projektütemezéshez és magas projektkudarc rátaához vezet.

A szinergiateremtés, az SAP és a DMC-k integrálásával (1, ábra), a jelen kutatás elsődleges célja egy új, személyiségalapú szoftverprojekt-ütemezési módszer kidolgozása, amely bemutatja, hogyan lehet modellezni egy szoftverprojektet, ahol (1) a rugalmas függőségek kezelhetőek, (2) a szinergiák a személyiségjegyeken keresztül jönnek létre, és (3) a soft skillek és hard skillek elkülönülnek.



1. ábra. A kutatás elméleti keretrendszere, forrás: saját készítés

A dolgozat további célja, hogy megvizsgálja a javasolt modell megbízhatóságát a Tuckman-modell szerinti csapatfejlődési folyamat következő két fázisában (Tuckman 1965):

1. formálódási fázis: az autonóm módon kiválasztott csapat és az irányított csapat sikerességének összehasonlítása
2. normálódási fázis: a központi csapatszerepek hatása a szoftverprojektek sikerére

2. Kutatási Kérdések

A téma jelentőségét és a korábban megfogalmazott célkitűzéseket figyelembe véve jelen dolgozat a következő kutatási kérdéseket kívánja megválaszolni:

- KK₁** Hogyan fejleszthető tovább a szoftverprojekt-ütemezési módszer úgy, hogy figyelembe vegye a különböző személyiségtípusok egyediségét, valamint azok interakcióit egy heterogén hálózaton belül, amelyet eltérő készségek és szinergiahatások alakítanak, strukturált és rugalmas környezetekben egyaránt?
- KK₂** Hogyan befolyásolják a központi csapatszerepek, mint egy heterogén hálózat központi egysége a a szoftverprojektek sikerét azáltal, hogy beépülnek az ütemezési stratégiákba?
- KK₃** Hogyan hat az autonóm módon kiválasztott csapat, mint heterogén hálózat a szoftverprojektek sikerességére az ütemezésükön keresztül?

3. Szakirodalmi Összefoglaló

A szoftverprojektek menedzsmentjének fejlődése

A projektek fogalmi értelmezése az elmúlt 40 évben jelentős változásokon ment keresztül (Wawak and Woźniak 2020, Shenhar and Dvir 2007, Görög 2003), a hagyományos „vas háromszög” modelltől – amely az időre, költségre és minőségre összpontosított (De Wit 1988, Wysocki 2019) – a dinamikusabb megközelítések felé, mint például a projekt mint ideiglenes szervezet (Lundin and Söderholm 1995) vagy a projekt mint stratégiai építőelem (Cleland 1994). E megközelítés szerint a szoftverprojektek menedzsmentje hagyományosan a projektidő, költségek és erőforrások tervezésére, valamint a projektirányításra összpontosított annak érdekében, hogy új szoftvert hozzon létre (Wysocki 2010). Ezt a keretrendszert a hagyományos projektmenedzsment-módszertanok alapozták meg (Wysocki 2019), amelyek a projekt életciklusát a vízésés modell segítségével írták le.

Az életciklus-modellek ezt követően iteratív és inkrementális megközelítések felé mozdultak el (Wysocki 2010), miközben új sikerkritériumok, például az érintettek és a projektcsapat elégedettsége, is megjelentek (Görög 2003, Wawak and Woźniak 2020). Ez a fejlődés segítette az agilis projektmenedzsment elterjedését, amely eredetileg a szoftverfejlesztésben jelent meg (Beck et al. 2001). Az agilis módszertanok iteratív és inkrementális projektvégrehajtási keretrendszereket, például a SCRUM-ot (Schwaber and Beedle 2001, Meckenstock 2024) vezették be, amelyekben a projekt érintettjei jelentős mértékben részt vesznek a megvalósítás folyamatában. Bár ez a megközelítés már az agilitás, mint fogalom formális bevezetése előtt is alapvető eleme volt a projektmenedzsmentnek, az Agilis Kiáltvány (Beck et al. 2001) mérföldkőként szolgált, amely hivatalosan rögzítette ennek a szemléletnek az alapelveit. Az agilis módszertanok népszerűsége és a PM jelentésekben évről évre bizonyított hatékonysága (VersionOne 2024, Group 2021) miatt az agilis megközelítések számos ágazatban széles körben elterjedtek (Salo and Abrahamsson 2008, Gupta et al. 2022). Ugyanakkor ez a széleskörű adaptáció oda vezetett, hogy olyan szervezetek is megpróbálták agilis átalakulást végrehajtani, amelyek nem voltak felkészültek vagy alkalmasak az agilitásra, ami magas kudarcarányt eredményezett az agilis projektek esetében (Group 2015, 2021). Ennek következtében egyre nagyobb teret nyertek a hibrid megközelítések (Reiff and Schlegel 2022), amelyek a hagyományos és agilis módszertanokat ötvözik, lehetővé téve az agilitás fokozatos és ésszerű bevezetését.

Mind az agilis, mind a hibrid megközelítések a szoftverfejlesztő csapatokat helyezik a projektvégrehajtás középpontjába (Dybå et al. 2014), és hangsúlyozzák a csapatdinamika fontosságát (Meckenstock 2024). Az agilitás egyik alapvető pillére az autonóm csapatok létrejötte, amelyek önszerveződő módon, külső beavatkozás nélkül vállalnak feladatokat (Gupta et al. 2022). Ezek az agilis és hibrid megközelítések azonban csak akkor hatékonyak csapat-szinten, ha olyan szervezetekben alkalmazzák őket, ahol stabil a humánerőforrás-állomány,

vagyis alacsony a fluktuáció. Ezzel szemben a magas fluktuáció és a szoftvercsapatokban zajló folyamatos szerkezeti változások komoly kihívásokat jelentenek, amelyekre a vezetőknek proaktívan kell reagálniuk.

Adaptív csapatkialakítás

Napjainkban az agilis módszertannal menedzselt szoftverprojektek sikere nagymértékben függ a vezetőség által kialakított végrehajtó csapat szerkezetétől. A sikeres működés azonban megköveteli a vezetők és a csapat szoros együttműködését is. A Strategy-as-Practice (SAP) szemlélet mikro-szinten vizsgálja, hogy a stratégia hogyan alakul ki a mindennapi vezetői és szervezeti tevékenységeken keresztül (Golsorkhi et al. 2010, Jarzabkowski et al. 2007, Whittington 1996). A stratégia felülről lefelé irányuló tervként való felfogása helyett a SAP arra összpontosít, hogy az miként formálódik folyamatosan a napi rutinok, koordináció és improvizáció során (Johnson et al. 2007), segítve annak megértését, hogyan jönnek létre a csapatszinergiák és teljesítményeredmények az elosztott cselekvésekből (Jarzabkowski and Wolf 2015, Schatzki et al. 2001).

Míg a SAP azt magyarázza, hogyan valósul meg a stratégia a gyakorlatban, a Dynamic Managerial Capabilities (DMCs) a vezetők azon képességeit írja le, amelyek a megvalósításhoz szükségesek (Adner and Helfat 2003). A DMC-k lehetővé teszik az erőforrások kiépítését, integrálását és újrakonfigurálását a változásokhoz való alkalmazkodás érdekében (Helfat and Martin 2015), különösen olyan gyakorlat-vezérelt kontextusokban, mint a szoftverfejlesztés, ahol támogatják a hatékony csapatkialakítást, a szinergiák létrehozását és a projekt-szintű döntéshozatalt. Mikroalapjaik közé tartozik a szabályalkotás (Teece 2007, Tarakci et al. 2023), a véleménynyilvánítás (Salvato and Vassolo 2018), a problémamegoldás és a „sensegiving” (értelemadás) (Balogun and Johnson 2004), amelyek mind segítik a vezetőket a gyenge jelek felismerésében és a változás előmozdításában (Foss and Mazzelli 2025). A SAP és a DMC együttes alkalmazása erőteljes keretet ad a szoftverprojektek végrehajtásának megértéséhez. Míg a SAP kiemeli, hogyan bontakoznak ki a stratégiai cselekvések a stand-up megbeszéléseken, kódátvizsgálásokon vagy workshopokon, a DMC-k megjelenítik azokat a magasabb szintű vezetői képességeket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy ezek a cselekvések koherens, szinergikus eredményekké álljanak össze. Az állandóan változó környezetben ez az integráció az emberi erőforrások allokációjának társadalmilag beágyazott, adaptív döntéshozatali folyamatának keretét adja.

E szemléletre építve a csapat kiválasztása és összeállítása a stratégia részét képezi, különösen agilis és hibrid projektvezetés esetén. Azzal, hogy megvizsgáljuk, hogyan alakítják a DMC-k a csapatkonfigurációkat, és ezek hogyan jelennek meg a SAP szintjén, gyakorlati kritériumok vezethetők le a sikeres csapatok összeállításához.

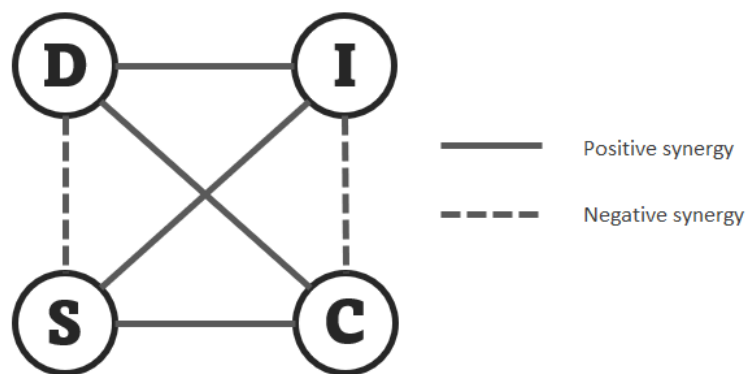
A SAP nézőpontjából a vezetők DMC-kkel támogatott csapatkiválasztása és kialakítása mindennapi stratégiai tevékenység, amelyeken keresztül a szervezetek alkalmazkodnak a nem rutinszerű kihívásokhoz (Golsorkhi et al. 2010, Jarzabkowski et al. 2007). A SAP és a DMC-

k integrációjának célja a szinergiák létrehozása, amelyek révén növelhető az értékteremtő folyamatok aránya, kiküszöbölhető a konfliktusok, és növelhető a sikeres projektek száma. A szinergiák alapvetően sokoldalú csapatokban hajlamosak megjelenni a komplementaritás miatt. Számos kutató rámutat arra, hogy a heterogén csapatok sikerebbek a szinergiák létrehozásában, mint a homogén csapatok (Peslak 2006, Phillips et al. 2009, Bear and Wolley 2011, Galinsky et al. 2015), míg mások ennek ellenkezőjét állapították meg (Towry 2003, Van Knippenberg et al. 2004, Hamilton et al. 2012, Waleed et al. 2021). Feltételezhető tehát, hogy egy heterogén hálózatban pozitív és negatív kapcsolatok egyaránt létezhetnek az egyének között. Ez azt is jelenti, hogy a szinergia lehet pozitív (hatékonyabb együttműködés) vagy negatív (csökkent hatékonyság közös munka során). Ezért a SAP–DMC-k keretrendszerének tartalmaznia kell egy harmadik pillért: a szinergia létrehozását. A vezetők DMC-iken keresztül arra törekednek, hogy a SAP keretrendszerében szinergiát alakítsanak ki, vagyis folyamatosan formálják a csapat jellemzőit, együttműködve magával a csapattal a pozitív szinergiák elérése érdekében.

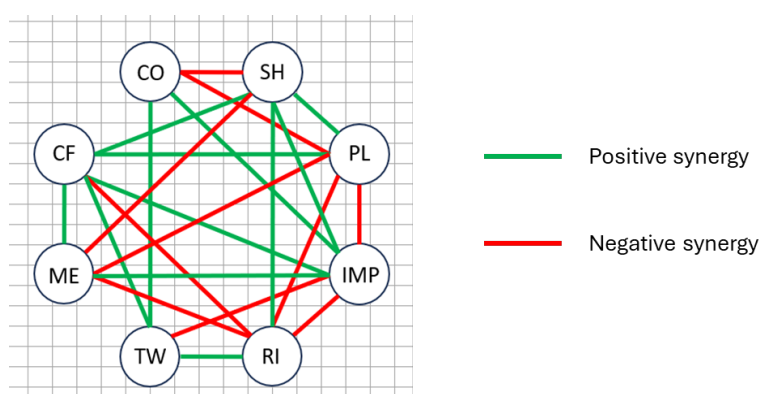
A szinergiák felismerhető mintázatokban nyilvánulnak meg, amelyek gyakran sokszínű csapatokban alakulnak ki, lehetővé téve a csapatdinamika strukturált elemzését. A csapatsokszínűség fokozhatja a kreativitást, a problémamegoldást és a döntéshozatalt, ugyanakkor rossz menedzsment esetén konfliktushoz vagy hatékonyságvesztéshez vezethet. Mivel egy csapat dinamikusán változó struktúra, kialakítási folyamata leírható a Tuckman-modell alapján is: formálódás (forming), viharzás (storming), normálódás (norming) és teljesítés (performing) (Tuckman 1965, Tuckman and Jensen 1977). A csapat összetétele a kialakulás különböző szakaszaiban eltérő nézőpontokból vizsgálható (Guimera et al. 2005, Bell and Outland 2017, Bell et al. 2018). Míg a viharzás fázisában a csapatsokszínűséget elsősorban a tagok viselkedési típusai (Soomro et al. 2016) határozzák meg, a fejlettebb szakaszokban – például a normálódás fázisában – ezt már az elfogadott csapatszerepek (Belbin 1981) szabják meg.

A DISC-elmélet keretet ad a sokszínű viselkedéstípusok által kialakult csapatok leírására azáltal, hogy a viselkedési típusokat négy klaszterbe sorolja a feladatorientált vs. emberorientált és introvertált vs. extrovertált dimenziók mentén: Domináns (D), Ismerkedő (I), Stabil (S) és Szabálykövető (C). Az irodalom áttekintése alapján (Marston 1928, Lykourantzou et al. 2016, Scullard and Baum 2015) felállítható egy lehetséges szinergiahálózat e viselkedési típusok között egy DISC által definiált heterogén csapaton belül (lásd 2 ábra).

Ha a csapatsokszínűséget csapatszerepek szerint kívánjuk leírni, Belbin csapatszerep-elmélete alkalmas keretet kínál. Ebben a modellben Belbin nyolc különböző szerepet azonosít: Koordinátor (CO), Csapatjátékos (TW), Ellenőrző (ME), Szobanövény (PL), Formáló (SH), Megvalósító (IMP), Befejező (CF) és Erőforrás-kereső (RI). A DISC-típusokból felállított szinergiahálózathoz hasonlóan az irodalom (Belbin 1981, Twardochleb 2017, Rajendran 2005, Monsalves et al. 2023) támogatja a lehetséges szinergiahálózat felállítását Belbin csapatszerepei között is (lásd 3 ábra).



2. ábra. Becsült szinergiahálózat a DISC viselkedés típusok között

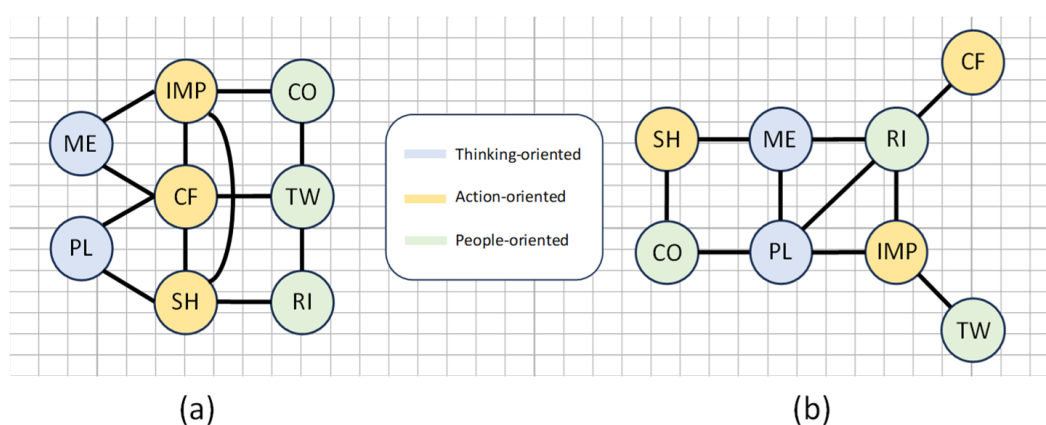


3. ábra. Becsült szinergiahálózat a Belbin féle csapatszerepek között

A szoftverfejlesztő csapat sokoldalúsága nemcsak a viselkedési típusokban vagy csapatszerepekben, hanem a készségekben és képességekben is megnyilvánulhat (Saldaña-Ramos et al. 2014, Hidayati et al. 2020). Ezek általában két csoportra oszthatók: technikai vagy „hard” készségekre, illetve szociális vagy „soft” készségekre (Balcar 2016). A szoftverfejlesztésben mindkét készségtípus kritikus szerepet játszik, kutatások szerint azonban a gyenge soft készségek gyakrabban járulnak hozzá a projektek kudarcához, mint a technikai hiányosságok (Pant and Baroudi 2008). A szükséges hard készségek jellemzően projektfüggők, de gyakran meghatározhatók például a megírt és tesztelt kódsorok, vagy az elkészített angol nyelvű dokumentáció mennyisége alapján (Maturro 2013, Hidayati et al. 2020). A soft készségek mérhetősége nehezebb, de a szakirodalom a legfontosabbakat a kommunikációs készség, vezetői készség, csapatjátékos hozzáállás, problémamegoldó képesség, analitikus készség és interperszonális készségként határozza meg (Hidayati et al. 2020, Maturro 2013, Borges and de Souza 2024).

Ezeknek a sokoldalú csapatstruktúráknak a stratégiai tudatosítása – a szinergiaépítés, a DMC-k és a SAP integrációjának támogatásával – lehetővé teszi az adaptív csapatszervezést és erőforrás-allokációt. Az agilis és hibrid környezet sajátosságaiból adódóan a csapat kiválasztásakor fontos figyelembe venni a keresztfunkcionalitást és az autonómiát (Beck et al.

2001, Hoda et al. 2010, Dingsøy and Dybå 2012, Meslec and Curşeu 2015). A különböző DISC-profilok és Belbin csapatszerepek alkalmazásával a vezetők olyan heterogén, készségekben és személyiségben is szinergikus csapatokat állíthatnak össze, amelyek jól illeszkednek a projekt céljaihoz. A szinergiahálózat és az egyénekre jellemző soft készségek felhasználásával a DISC-keretrendszer segítségével kimutatható, hogy az autonóm csapatok vagy a meghatározott viselkedési típusú személyek által vezetett csapatok eredményesebbek. Ugyanezen logika mentén Belbin csapatszerepeit felhasználva modellezhető a szinergikus keresztfunkcionalitás. Ilyenkor különösen fontos vizsgálni azokat a csapatszerepeket, amelyek a pozitív szinergiahálózat központi pozícióit foglalják el, mivel ezek a tagok nemcsak saját képességeiken keresztül, hanem a csapattagok összekapcsolásával is befolyásolják a teljesítményt. Belbin csapatszerepeinek három csoportba sorolása (feladatorientált, gondolkodásorientált és emberorientált) és a közöttük fennálló szinergiahálózat elemzése azt mutatja, hogy e központi szerepek jellemzően a feladatorientált kategóriába tartoznak (lásd 4 ábra).



4. ábra.

Pozitív (a) és negatív (b) szinergikus kapcsolatok a Belbin féle csapatszerepek között. A gondolkodásorientált csapattagok kékkel, az feladatorientáltak sárgával, míg az emberorientáltak zölddel vannak kiemelve.

Mindazonáltal, egy adott csapatkonfiguráció hatékonyságának bemutatásához – és annak érdekében, hogy a vezetők képességeiket a mikroszintű tevékenységek támogatásával a szinergiák létrehozására használhassák – össze kell hasonlítani azt más konfigurációkkal is. Ehhez olyan modellre van szükség, amely lehetővé teszi az optimális erőforrás-allokációt különböző csapatstruktúrák mellett.

A szoftverprojektek ütemezése, mint az emberi erőforrás-allokáció eszköze

A projektütemezés az egyik legfontosabb eszköze a projektmenedzsereknek, amellyel befolyásolhatják a projekt kimenetelét, az erőforrások helyes elosztását, és végső soron a vállalatok sikerét. A projektcsapat tagjainak visszajelzéseit felhasználva a projektmenedzsere-

rek rendszeresen újraírhatják a projektütemezést, kihasználva képességeiket: szabályalkotás, véleménynyilvánítás, problémamegoldás és értelmezési keretek adása (Teece 2007). A szoftverfejlesztési projektek ütemezése lényegében NP-nehéz erőforrás-allokációs probléma (Xiao et al. 2013), amelynek célja, hogy a megfelelő személyt rendeljük a megfelelő feladathoz, miközben figyelembe vesszük a célfüggvényeket és a korlátokat (Alba and Chicano 2007). Kezdetben, amikor a hangsúly kizárólag az egycélú optimalizáláson volt, a korlátozott erőforrású projektütemezési problémák (RCPSP) hatékonyan írták le ezt a folyamatot (Blazewicz et al. 1983, Hartmann and Briskorn 2022). A szoftverfejlesztés kontextusában ez a probléma különösen érdekessé válik, amikor a csapattagok képességeit is erőforrásként kezeljük — akár több készséget igénylő feladatokról van szó (Multi-Skilled Resource-Constrained Project Scheduling Problems, MS-RCPSP) (Hegazy et al. 2000, Myszkowski et al. 2017), akár több különböző erőforrásról (Multimode Resource-Constrained Project Scheduling Problems, MRCPSP) (Coelho and Vanhoucke 2011), vagy ezek kombinációjáról (Multi-Skilled Multimode Resource-Constrained Project Scheduling Problems, MS-MRCPSP) (Maghsoudlou et al. 2016). Ezek mind lényegében erőforrás-allokációs problémák, feltételezve, hogy minden tevékenység előre meghatározott időtartammal rendelkezik (Myszkowski et al. 2017). A szoftverfejlesztésben azonban a feladatok időtartama nem fix, hanem a szükséges készségszinttől és a kijelölt személyek kompetenciájától függ. Ezt a kihívást a szoftverprojekt-ütemezési problémák (SPSP) osztálya kezeli, amely nemcsak a fent említett tényezőket veszi figyelembe, hanem többcélú optimalizációt is alkalmaz. Az SPSP célja a hatékony erőforrás-allokáció elérése, miközben minimalizálja a projekt időtartamát és költségeit (Alba and Chicano 2007, Vega-Velázquez et al. 2018, Rezende et al. 2019). Az SPSP-be számos tényezőt integráltak (Vega-Velázquez et al. 2018, Rezende et al. 2019), mint például a rugalmas feladatokat (Zapotecas-Martínez et al. 2020, Kosztyán et al. 2022), több készséget (Li et al. 2023), készségszinteket (García-Nájera and del Carmen Gómez-Fuentes 2014), a csapattagok közötti szinergikus hatásokat (Kosztyán et al. 2022), valamint a tanulási folyamatot (Cheng et al. 2019). Emellett számos megoldó algoritmus született ennek az NP-nehéz problémának a kezelésére, beleértve a genetikus algoritmusokat (Deb et al. 2002), a hangyatelep (Ant Colony) optimalizációt (Xiao et al. 2013), és a szürke farkas (Grey Wolf) optimalizációt (Alabajee et al. 2021). Közülük e disszertáció szempontjából a legrelevánsabb a (Kosztyán et al. 2022) által bemutatott szinergiaalapú szoftverprojekt-ütemezési probléma (SSPSP), amely figyelembe veszi a több készséget, a készségszinteket, a rugalmas projekttervezést, és számszerűsíti a csapatszintű szinergiát. Bár az SSPSP hatékony keretrendszere lehet a szinergia alapú erőforrás-allokációnak, egyetlen létező módszer sem vizsgálja a heterogén csapatstruktúrákat, a csapaton belüli különböző szerepeket, vagy ezek heterogén szerephálózatának szerepét az ütemezésben. Ezen szempontok megértése kulcsfontosságú olyan tényezők elemzéséhez, mint az autonóm csapatszervezés hatékonysága, vagy a csapat központi egységének hatása a projektek sikerére. Ennek következtében a vezetők jelenleg nem tudják hatékonyan kihasználni képességeiket a folyamatos erőforrás-

allokáció javítására, és nem tudnak hatékonyan együttműködni a projektcsapatokkal annak érdekében, hogy a megfelelő erőforrás-allokáció révén növeljék a szervezeti teljesítményt és a munkavállalói elégedettséget. Az SSPSP, mint erőforrás-allokációs módszer, a SAP-DMC szinergiateremtő keretrendszerbe integrálva segíthet rávilágítani a csapatmunka fontosságára, és támogathatja a vezetőket a hatékony csapatstruktúrák kialakításában a csapatfejlődés megfelelő szakaszában.

3.1. Kutatási Feltételezések

A szakirodalmi elemzésre támaszkodva a kutatási kérdésekhez (KK₁, KK₂, KK₃) igazodva a következő három kutatási feltevést (KF₁, KF₂, KF₃) fogalmaztam meg. Ezek vizsgálják (KF₁) a személyiségelméletek integrálását az SSPSP modellbe az SAP-DMC-k és szinergiateremtés keretrendszerében, (KF₂) a heterogén és központi Belbin szerepekkel rendelkező csapatok hatását, valamint (KF₃) az autonóm csapatkialakítás és a vezetői viselkedés hatását, különös tekintettel a DISC típusokra. Ez a megközelítés lehetővé teszi a csapatdinamika vizsgálatát a csapatfejlődés különböző szakaszaiban.

KF₁ Az SSPSP módszer kiterjeszhető, hogy figyelembe vegye a Belbin féle csapatszerepeket és a DISC viselkedés típusokat a különböző szerepű csapattagok közti szinergikus hatások figyelembevételéhez, valamint a technikai és szociális képességeiken keresztül egy rugalmas szoftverfejlesztési környezetben.

KF₂ A szoftver projekt csapatok központi csapatszerepei pozitívan hatnak a projektek sikerességére, ezáltal fokozzák a teljesítményt a kiterjesztett SSPSP célfüggvényei és korlátai mellett.

KF₃ Az autonóm módon kiválasztott csapat pozitívabban hat a szoftver projektekek sikerességére, szemben a dedikált vezetővel rendelkező csapatokkal a kiterjesztett SSPSP célfüggvényei és korlátai mellett.

4. Eredmények

KK₁ *Hogyan fejleszthető a szoftver projekt ütemezési módszer úgy, hogy egy heterogén hálózatként figyelembe vegye a különböző csapatszerepek és viselkedéstípusok sajátosságait a különböző típusú képességek és szinergikus hatások által kötött és rugalmas környezetben?*

A módszer fejlesztéséhez választott alapszámításnak a Kosztyán et al. (2022) munkájában bemutatott SSPSP keretrendszerét választottam, mivel ez állt a legközelebb a kívánt módszerhez. Az adatok tárolásához szintén Kosztyán et al. (2022) munkájában bemutatott synergy mapping modellt (SMM) használtam.

A 1 fejezetben ismertetett célkitűzések alapján először a puha képességek figyelembe lettek véve. Ebben az esetben az alapmodellben szereplő képességek ($[s]$) vektorát bontottam fel kemény ($[s_h]$) és puha ($[s_s]$) képességvektorokra. Az ($[s_h]$) vektor értékei additívak, míg az ($[s_s]$) vektor értékei nem attitív értékek, így például ezen képességek átlagának nincs értelme. Így a módosított SMM mátrix nagysága $m + n \times m + s_h + s_s + n + 1$, ahol m az emberek számát, n a projekt feladatainak számát, s_h a kemény képességek számát és s_s a puha képességek számát adja meg.

		Synergy Domain (Y)					Skill Domain (S)				Matching Domain (M)								
		e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	s_1	s_2	s_3	s_4	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	C		
	e_1	1.0	1.2	0.8	1.0	0.8	1	1	0.4	0.6	1.0						5.0	e_1	
	e_2	1.2	1.0	1.0	1.2	1.1		2	0.8	0.9	0.8	1.0					6.0	e_2	
	e_3	0.8	1.0	1.0	0.9	0.9			0.9	1.0			0.3				2.0	e_3	
	e_4	1.0	1.2	0.9	1.0	1.1		1	4					1.0	0.4		3.0	e_4	
	e_5	0.8	1.1	0.9	1.1	1.0		2		0.7					0.7	0.3	5.0	e_5	
	a_1	?	?				1	2	3.2	1.3	0.9 (?)	1.0					0.0	a_1	
	a_2		?					1	2.4	1.2		1.0	1.0	1.0			?	a_2	
	a_3			?			1	2	2.1	2.4		1.0	1.0	0.9 (?)			?	a_3	
	a_4				?		1	2	2.2	2.3			0.8 (?)	1.0			?	a_4	
	a_5				?	?	1	1	2.2	1.2				1.0	1.0		?	a_5	
	a_6					?		1	4.2	2.1					1.0		?	a_6	
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	w_1	w_2	w_3	w_4	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	T			
	Output Domain (O)					Skilled Works Domain (W)				Logic Domain (A)									

Diagram annotations:

- Positive synergy: $e_1 \rightarrow e_2$
- No synergy: $e_2 \rightarrow e_3$
- Negative synergy: $e_3 \rightarrow e_4$
- Skill level: $a_1 \rightarrow a_2$
- Binary skills: $a_2 \rightarrow a_3$
- Supplementary task: a_1
- Mandatory task: a_2
- Flexible dependency: a_3
- Strict dependency: a_4

5. ábra. A módosított SMM mátrix

Másodsorban a viselkedéstípusok és személyiségjegyek közti szinergia-potenciál értéket a modell "Synergy Domain (Y)" tartományában tároltam, amely mátrixnak csak a felső háromszögmátrixra releváns a duplikációk miatt (az alsó háromszögmátrix a felső transzponáltja). Itt az érték 1 feletti, ha pozitív és 1 alatti, ha negatív szinergikus kapcsolat feltételezett, és 1-gyel egyenlő, ha nincs a két egyén között szinergikus hatás. A modellben az additív képességek az adott feladatot elvégző emberek közti szinergikus hatások geometriai átlagával súlyozódnak, így j -dik képességek tekintve:

$$S_j^\varepsilon := \bar{Y}_\varepsilon \cdot \sum_{i \in \varepsilon} [S]_{ij} \quad (1)$$

ahol \bar{Y}_ε a geometriai átlaga a ε csoportban résztvevők (akik a projekt adott feladatán közösen

dolgoznak) szinergiáinak:

$$\bar{Y}_\varepsilon := \begin{cases} 1 & \text{ha } |\varepsilon| \leq 1 \\ \eta \sqrt{\prod_{i,j \in \varepsilon, i < j} [\mathbf{Y}]_{i,j}} & \text{ahol } \eta = \frac{|\varepsilon| \cdot (|\varepsilon| - 1)}{2} \\ & \text{ha } |\varepsilon| > 1 \end{cases} \quad (2)$$

Harmadik célkitűzésként a modell "Logic Domain (A)" részében modelleztem a logikai kapcsolatokat a feladatok között. Eszerint meg lehet különböztetni kötelező (ha $[\mathbf{A}]_{ii} = 1$) és kiegészítő (ha $[\mathbf{A}]_{ii} < 1$) feladatokat. Ezen felül be lehet mutatni kötött (ha $[\mathbf{A}]_{ij} = 1$), illetve rugalmas (ha $[\mathbf{A}]_{ij} < 1$) rákövetkezéseket is.

Ezenkívül az SMM modell "Matching Domain (M)" része tárolja az egyes munkavállalók munkaterhelését egy adott feladatra, amely $]0, 1[$ intervallumban vehet fel értékeket. Eszerint a i -dik munkavállaló k -dik feladatot $[\mathbf{M}]_{ik}$ munkaidejével tudja támogatni. A projekt feladatának végrehajtásához szükséges additív és nem additív képesség mennyiséget a "Skilled Work Domain (W)" foglalja össze. Az optimális erőforrás-hozzárendelés kódolása az "Output Domain (O)" mátrixban realizálódik, amely a Matching Domain-hez hasonlóan $]0, 1[$ értéket vehet fel attól függően, hogy a hozzárendelés eredményeként melyik munkavállaló melyik feladatot, szabad kapacitásának mekkora arányában hajta végre.

Az optimális hozzárendelés során mind az átfutási idő (TPT), mind a projekt összköltsége (TPC), mind pedig a projekteredmény (TPS) szerint optimalizáltam, multi-objektív optimalizálást hajtva végre. A TPT és a TPC is függvénye a feladatok elvégzéséhez szükséges maximális munkaerő-ráfordításnak ($([\mathbf{W}]_{jk})$), az összes optimálisan hozzárendelt munkavállaló képességeinek ($([\mathbf{S}]_{ik} * [\mathbf{O}]_{ji})$), valamint a munkavállalók közti szinergikus hatásokkal (\bar{Y}_{ε_j}), ha azokat figyelembe vesszük. Továbbá a TPC még függvénye egy $([C])$ fizetési vektornak is, amelyben kódolni lehet az egyes munkavállalók fizetéseit.

Mivel a probléma NP-nehéz, így a megoldására hibrid genetikus algoritmust használtam. Ez egy kétlépéses megoldási módszer, amely első lépésben genetikus algoritlussal kiválasztja a lehetséges megoldások egy halmazát, majd a második lépésben alkalmazott Nelder-Mead módszerrel megtalálja a célfüggvények szerinti legjobb megoldást. Ebben fő különbség Kosztyán et al. (2022) munkájához képest, hogy a genetikus algoritmus multikromoszómájában kódolva lett a lehetősége egy adott kiválasztási módszer kiválasztásának több csapatkiválasztási módszert tartalmazó halmazból. Ahhoz, hogy a genetikus algoritmus megfelelő pontossággal működjön, a "Design of Experiments (DoE)" módszerrel hiperparamétereztem azt. Eszerint a következő hiperparaméter értékekkel használtam a genetikus algoritmust:

Operátorok	Paraméterek
Populáció mérete	250
Kromoszómák csoportjai	4
Körmérkőzéses kiválasztás mérete	9
Elit egyedek száma	0.05
Keresztezési arány	0.82
Kromoszómák aránya a keresztezésben	0.88
Egy gén mutációjának valószínűsége egy kromoszómában	0.05
A migrált kromoszómák maximális aránya	0.09
Tűréshatár	10^{-8}
Maximális iteráció	150

1. táblázat. A genetikus algoritmus hangolt hiperparaméterei

A módszer megbízhatósága Myszkowski et al. (2019) validált adatbázisán is meg lett vizsgálva és összehasonlítva más, hasonló optimalizálási módszerekkel. Ezek a módszerek (1) az egyszerű átfutási-idő orientált heurisztikus algoritmus (Myszkowski et al. 2013) ; (2) az átfutási-idő orientált mohó algoritmus; (3) a metaheurisztikus hangya kolónia algoritmus (ACO); és (4) a módosított, hibrid hangya kolónia algoritmus (HAntCO), ahol a (2-3-4) módszerek leírását Myszkowski et al. (2015) írja le. Az eredményeket a Táblázat foglalja össze. Itt megjegyzendő, hogy az iMopse adatbázisban szereplő projektek nem veszik figyelembe a szinergikus hatásokat, a rugalmas feladat kapcsolatokat, a készségteljesítményeket és a hozzárendelési arányokat.

2. táblázat. MS-RCPSM módszerek összehasonlítása (n feladatok száma, e munkavállalók száma, p rákövetkezési relációk száma, s képességek száma, TPT a projekt összes átfutási ideje, TPC a projekt összes költsége.

n	e	p	s	TPT	Heuristic		Greedy		ACO		HAntCO		original SSPSP		modified SSPSP	
					TPC	TPT	TPC	TPT	TPC	TPT	TPC	TPT	TPC	TPT	TPC	TPT
100	10	26	15	37	126361	38	119336	32	124687	31	126216	35	124168	35	124154	
100	10	27	9	38	44309	38	43438	34	44999	33	42199	37	43756	36	43750	
100	10	47	9	41	142759	40	135161	36	143100	34	140865	38	140483	38	140489	
100	10	48	15	36	135534	44	120664	33	133062	33	133495	37	130698	37	130693	
100	10	64	9	39	113124	43	117993	35	110643	33	113774	38	113898	38	113892	
100	10	65	15	40	152955	43	140782	35	150294	32	149185	38	148305	38	148313	
100	20	22	15	25	117493	24	112135	20	120949	19	123642	22	118568	23	118556	
100	20	23	9	32	53154	32	50279	32	52119	23	53358	30	52235	31	52242	
100	20	46	15	28	138270	29	133739	25	138565	24	138568	27	137286	27	137294	
100	20	47	9	21	129160	28	140626	21	124817	18	134312	22	132235	22	132247	
100	20	65	15	32	110503	34	118569	27	109831	27	108991	30	111987	31	111974	
100	20	65	9	25	127149	24	124291	23	130934	21	126659	24	127267	23	127261	
100	5	20	9	57	40539	55	40958	50	41029	53	40811	55	40841	55	40849	
100	5	22	15	63	119266	77	128354	60	119434	60	119158	65	121570	65	121555	
100	5	46	15	75	202238	80	202607	67	204110	67	204730	72	203422	73	203437	
100	5	48	9	72	193383	78	196893	62	191712	62	191888	69	193471	69	193487	
100	5	64	15	71	141407	66	141882	62	144972	61	143956	65	143068	65	143073	
100	5	64	9	71	102439	67	107014	61	102777	61	101297	65	103385	66	103399	
200	10	128	15	71	180812	78	198378	62	178264	60	178375	68	183960	68	183969	
200	10	135	9	216	105593	216	93426	216	99375	186	103561	209	100508	209	100492	
200	10	50	15	66	189660	75	183673	63	191856	62	190956	67	189042	67	189045	
200	10	50	9	66	251158	70	250732	65	250075	64	250850	67	250721	67	250717	
200	10	84	9	70	224121	66	222976	69	226666	66	222655	69	224121	68	224110	
200	10	85	15	65	304277	68	301357	61	306949	62	302064	65	303677	64	303682	
200	20	145	15	36	275983	46	277097	36	278199	35	272504	39	275947	39	275956	
200	20	150	9	183	92821	183	95667	186	91461	177	92567	183	93146	183	93143	
200	20	54	15	37	295786	41	290656	39	299993	34	298822	38	296334	39	296330	
200	20	55	9	37	230150	37	232766	38	231094	36	223879	38	229484	38	229486	
200	20	97	15	49	290399	69	346527	42	280951	42	277860	51	298948	51	298935	
200	20	97	9	35	273378	43	282379	37	275819	35	278797	38	277608	38	277596	
200	40	130	9	112	101879	112	90907	112	94488	108	104965	112	98066	112	98079	
200	40	133	15	24	276456	23	279170	27	281933	24	279073	25	279167	25	279178	
200	40	45	15	31	260738	32	269623	25	248717	23	256687	29	258946	28	258942	
200	40	45	9	22	270758	23	276416	26	273632	25	270428	25	272819	24	272824	
200	40	90	9	24	290028	20	294909	26	287694	24	298340	24	292752	24	292758	
200	40	91	15	19	249909	35	250843	25	257927	23	241492	26	250059	26	250049	
				Mean:	54.61	176498.58	57.69	178117.31	51.94	176197.97	49.39	176027.19	53.92	176719.25	53.83	176719.44

A kutatás első feltételezése (KF_1) szerint "Az SSPSP módszer kiterjeszhető, hogy figyelembe vegye a Belbin féle csapatszerepeket és a DISC viselkedés típusokat a különböző szerepű csapattagok közti szinergikus hatásokon, valamint a technikai és szociális képességeiken keresztül egy rugalmas szoftverfejlesztési környezetben". A 2. táblázat alapján az új módszer megfelelő pontossággal képes megtalálni a legjobb megoldást szoftver projektek ütemezése során.

Mivel a validált IMopse adatbázis speciális tulajdonságai miatt limitálva tudtam csak igazolni az új módszer pontosságát és alkalmazhatóságát, így szükséges a módszer validálása empirikus adatokon.

KK₂ *Hogyan befolyásolják a központi csapatszerepek, mint egy heterogén hálózat központi egysége a szoftver projektek sikerességét az ütemezésük során?*

KK₃ *Hogyan hat az autonóm módon kiválasztott csapat, mint heterogén hálózat a szoftver projektek sikerességére az ütemezésükön keresztül?*

A fenti két kutatási kérdés megválaszolására több esetet vizsgáló esettanulmányt készítettem (Yin 2009), ezzel nemcsak a kutatási kérdéseket megválaszolva, hanem empirikusan visszaellenőrizve a kifejlesztett modell helyességét. A kutatást a veszprémi telephelyű Continental Automotive Hungary Kft R&D részlegénél készítettem, amely közel 500 munkavállalót foglalkoztat szoftverfejlesztési területen. A kutatás összefoglalását a 3 táblázat foglalja össze.

3. táblázat. Az esettanulmány riportja

Időtartam	Folyamat	Részletes leírás
2022 Október - 2023 Március	Az elmélet megformálódása	Ebben a periódusban alkottam meg az új SSPSP modellt és fogalmaztam meg a kutatási kérdéseket a központi egység hatásának és az autonóm csapatszerveződés hatékonyságának vizsgálatára.
2023 Április - 2023 December	Az eset azonosítása és vizsgálata	A szakirodalom vizsgálatával definiáltam a KF ₂ és KF ₃ feltételezéseket. Ennek megfelelően két esetet vizsgáltam: az első eset során 8, míg a második eset során 4 munkavállalót vontam be, akik megfeleltek a kritériumoknak. Az adatgyűjtés módszerét a 4. táblázat foglalja össze. A megfelelő adatokkal felparamétereztem az új SSPSP módszert, amelyet utána Matlab környezetben futtattam.
2024 Január - 2024 Május	Az eredmények vizsgálata	Ebben a periódusban statisztikai módszerekkel elemeztem a szimulációs eredményeket és levontam a megfelelő következtetéseket.
2024 Június - 2024 Augusztus	Az eredmények visszamérése és validálása	Empirikus adatokon, résztvevői megfigyelés módszerét alkalmazva visszamértem a szimuláció pontosságát. Az első esethez 47, míg a második esethez 20 szoftverfejlesztőt vontam be, akik fél-fél napos csapatmunka során, a Mályvacukor kihíváson keresztül reprezentálták a szimulációs csapatok struktúráját.

A résztvevőknek az alábbi feltételeknek kellett megfelelniük, hogy részt vehessenek a vizsgálatban:

- az elmúlt 6 hónapban részt vettek külső cég által szervezett DISC vagy Belbin tréningen, ahol dokumentálták a típusaikat
- az elmúlt 1 évben dolgoztak közösen projekteken, ahol legalább 10 közös feladatuk volt
- az elmúlt 1 év belső adatait felhasználva visszamérhetőek voltak a kemény képességeik

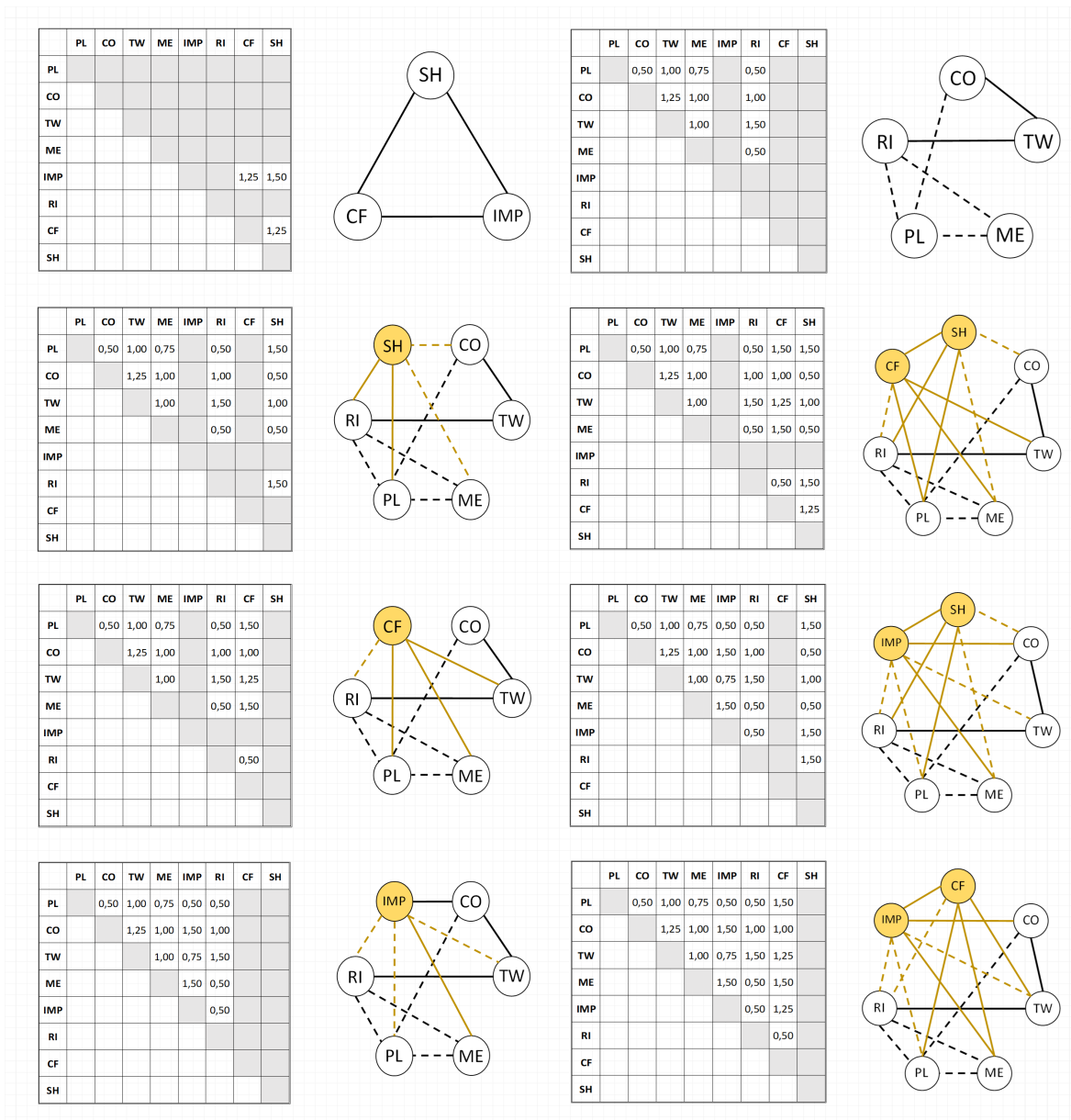
A 4 táblázat foglalja össze az adatgyűjtés során használt forrásokat.

4. táblázat. Adatforrások

Adatforrás	Részletek
Tréning anyag	A szimulációhoz külsős cég által a HR osztálynak átadott 8 Belbin tréning anyag és 4 DISC tréning anyag lett bekérve. Ezen felül a validációhoz még 20 DISC tréning anyag lett bekérve
Belső adatbázis	A kemény képességek számszerűsítésére belső adatbázist használtam
A szimulációhoz használt kérdőív	A 8 Belbin csapatszerep és a 4 DISC viselkedéstípus puha képességeinek mérésére a HR osztállyal közösen összeállított Likert skála alapú kérdőívet használtam
A csapatszerepekhez szükséges kérdőív	A különböző személyek csapatszerepének meghatározására 120 Belbin féle csapatszerep tesztet tölttettem ki, majd abból 47-t kiválasztva határoztam meg a validációhoz szükséges résztvevőket
Interjúk	A 8 Belbin és az 5 DISC csapat meg lett interjúvolva a validáció során bemutatott csapatmunkájuk értékelése érdekében

A KK_2 megválaszolására a Continental R&D részlegén általánossá vált tradicionális projektmenedzsment szemléletmódot követő projekt keretein belül került sor. A további szimulációs adatokat 8, különböző Belbin csapatszerepű munkavállaló adatain keresztül adtam meg. Ebben az esetben a Belbin féle csapatszerepek segítségével vizsgáltam az akció-orientált csoport hatását a projektek sikerességére. Így 8, különböző csapatstruktúrát hasonlítottam össze szimuláció útján, melyeket az 6. ábra mutat be. A szimulációval így összesen 115,200 esetet vizsgáltam. A nem paraméteres statisztikai elemzések igazolták a különböző csapatstruktúrák különböző teljesítményeit. Így össze lehetett hasonlítani azokat az eseteket, amikor a különböző Belbin akció-orientált csoporttagok csatlakoznak a Belbin csapat gondolkodás-orientált és ember-orientált csoportjaihoz. A KK_2 -ra adott szimulációs eredményeket összefoglalóan a 8. és 9. ábrákon mutatok be. Az eredmények validálásának összefoglalása a 5. táblázatban olvasható.

A KK_3 vizsgálatát a Continental R&D részlegén újonnan bevezetett agilis szemléletmódú projektjein vizsgáltam, ahol a DISC viselkedéstípusokat figyelembevéve vizsgáltam az autonóm csapatkiválasztás hatékonyságát. A szimulációs adatok közül a projektre releváns adatokat egy agilis projekt egy sprintje alapján határoztam meg. A további szimulációs adatokhoz 4, különböző DISC viselkedéstípussal rendelkező személy adatait használtam fel. Ezalapján 1 önszerveződő és 4 dedikált vezetővel rendelkező csapatstruktúrát különítettem el (7. ábra). A szimulációval így összesen 432,000 esetet vizsgáltam. A paraméteres statisztikai elemzések igazolták a különböző csapatstruktúrák különböző teljesítményeit, melyeket összefoglalóan a 11. ábrán mutatok be. Az eredmények validálásának összefoglalása a 6 táblázatban olvasható.



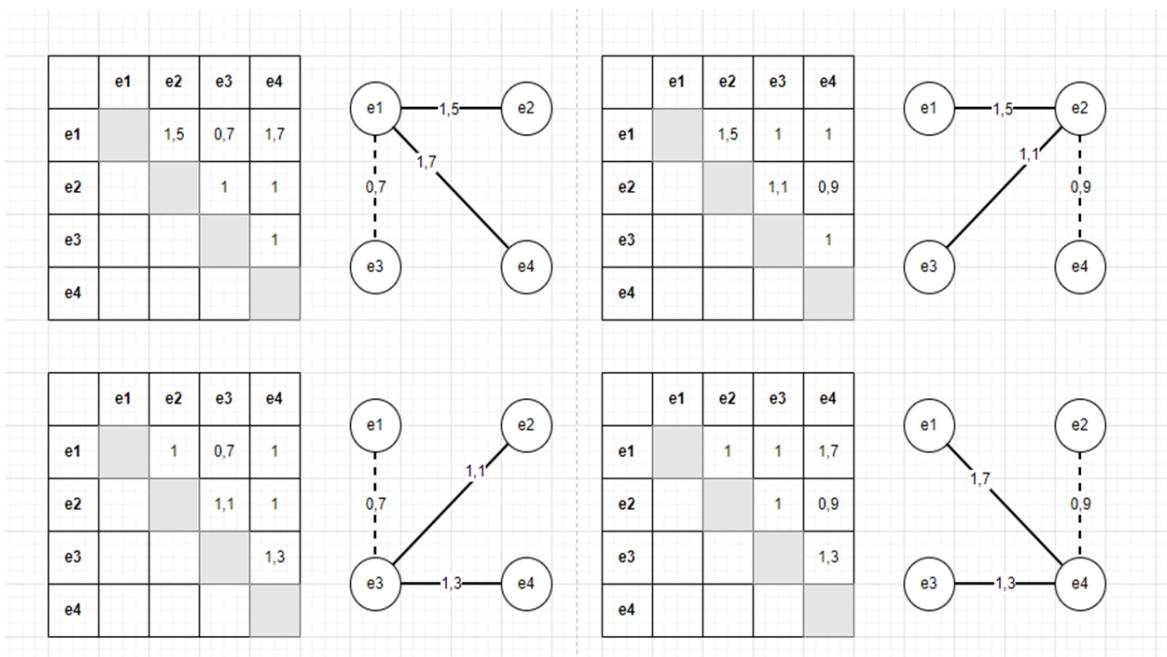
6. ábra.

A lehetséges Belbin csapatstruktúrák

A Belbin féle csapatszerepek rövidítései sorban: SH - "Formáló", CF - "Befejező", IMP - "Megvalósító", CO - "Koordinátor", RI - "Erőforrás-kereső", PL - "Szobanövény", ME - "Ellenőrző"

Az ábrán a negatív szinergikus kapcsolatok szaggatott vonalla, míg a pozitív szinergikus kapcsolatok folytonos vonallal vannak jelölve

Narancssárgával vannak megjelölve az akció-orientált csoport tagjai, akik csatlakoznak a meglévő Belbin csapathoz, valamint az újonnan kialakított szinergikus kapcsolataik is.



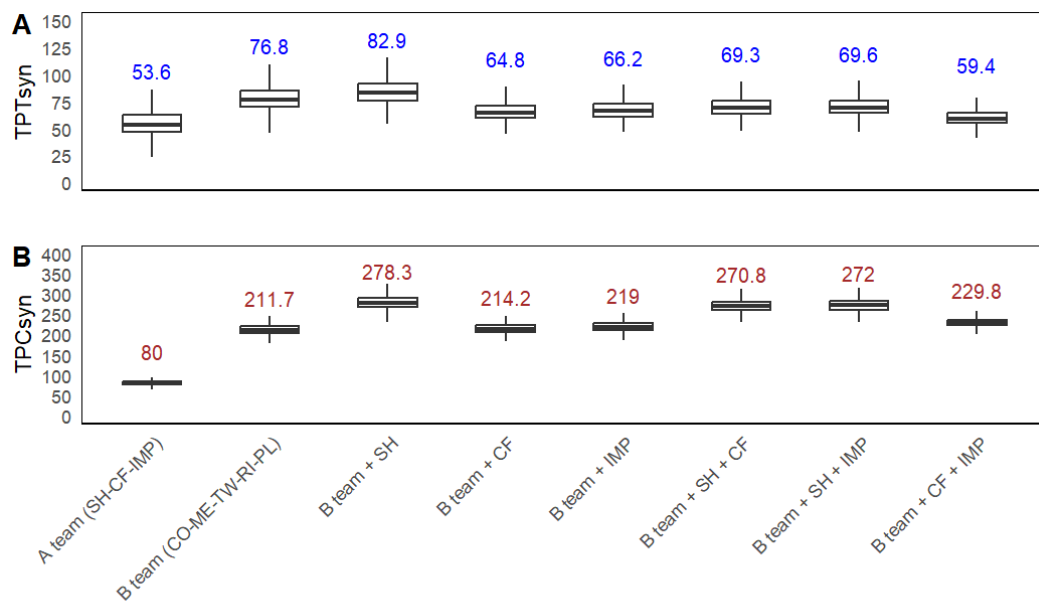
7. ábra.

A lehetséges DISC csapatstruktúrák

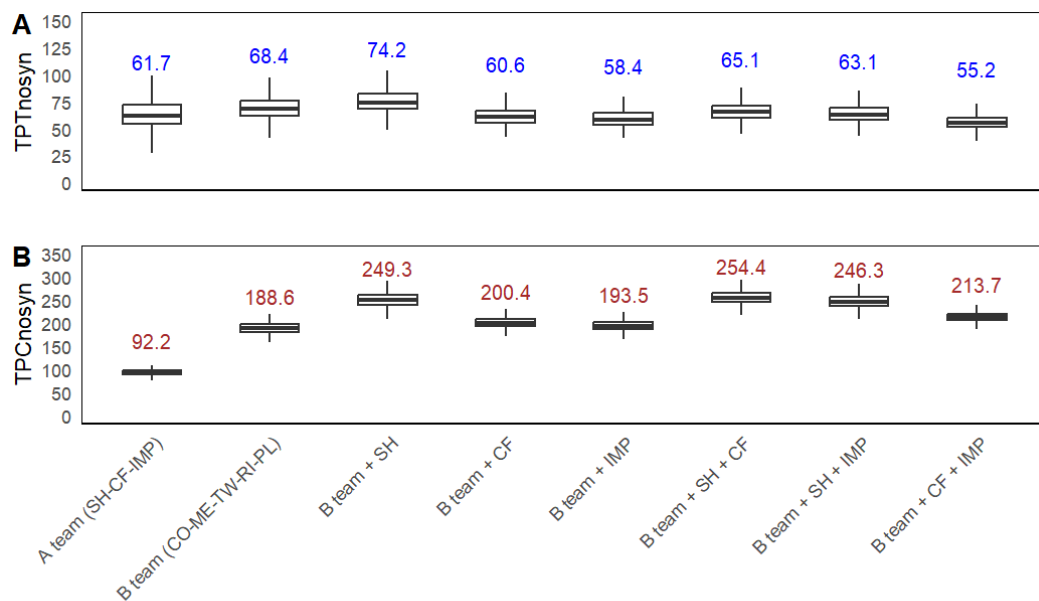
A DISC viselkedéstípusokat figyelembevéve az egyes csapattagok viselkedéstípusai a következők: e1 - domináns, e2 - befolyásoló, e3 - stabil, e4 - lelkiismeretes

Az ábrán a negatív szinergikus kapcsolatok szaggatott, míg a pozitív szinergikus kapcsolatok folytonos vonallal vannak jelölve.

A 8. ábra alapján a Belbin féle csapatstruktúrák közül a legalacsonyabb átfutási időt (TPT_{syn}) (53.6) és a legjobb projekt összköltséget (TPC_{syn}) (80) a tisztán akció-csoport (A team) érte el, ha a szinergikus hatásokat figyelembevettem. A szinergikus hatások figyelembevétele nélkül (9. ábra) viszont a "B team + CF + IMP" nevű csoport érte el a legjobb átfutási időt (TPT_{nosyn}) (55.2), viszont a projekt összköltségét (TPC_{syn}) illetően az akció-csoport itt is jobb eredményt ért el (92.2). Ez lényegében azt jelenti, hogy a szinergikus hatások figyelembevétele nélkül a Belbin féle csapatszerepek a SH csapatszerep kihagyásával sikeresebbek lehetnek, ha csak az átfutási időt tekintjük. Viszont szinergikus hatásokat figyelembevéve az akció-orientált csoport (A team) kellően hatékony egy projekt elvégzéséhez. Legrosszabb értékeket minden esetben azok a csoportok érték el, ahol az SH csapatszerep is jelen volt. Viszont ahol már az akció-orientált csoport egy tagja is csatlakozott a csapathoz, ott az átfutási idő csökkent ahhoz képest, amikor az adott akció-orientált csoporttag nem volt a csapat része.

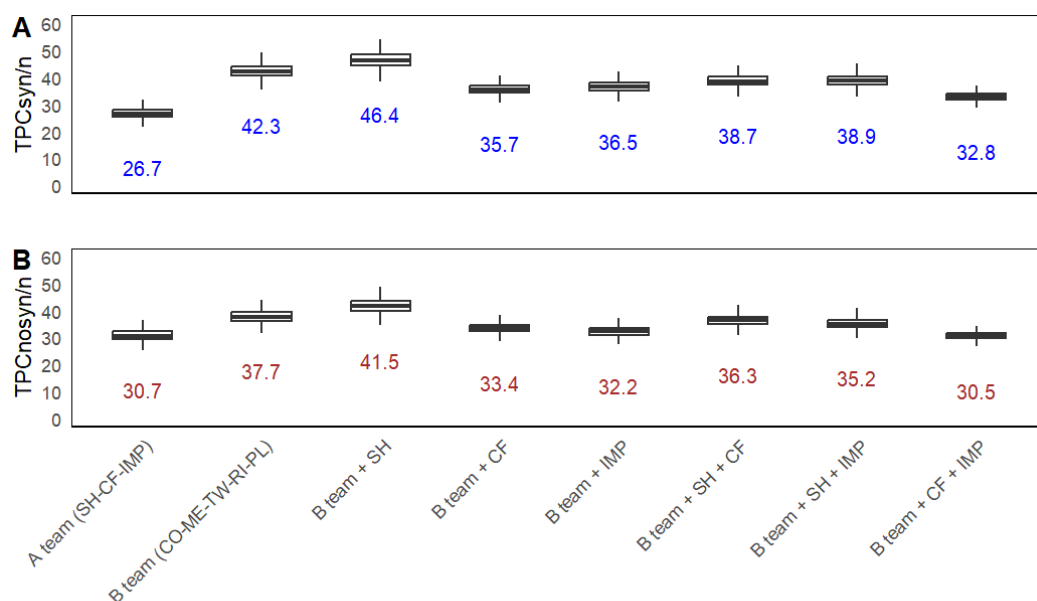


8. ábra. A különböző kiválasztási módszerekkel elért csapatkiválasztások TPT és TPC értéke figyelembe véve a szinergikus hatásokat. **A** a TPT_{syn} és **B** a TPC_{syn} értékét jelöli



9. ábra. A különböző kiválasztási módszerekkel elért csapatkiválasztások TPT és TPC értéke elhagyva a szinergikus hatásokat. **A** a TPT_{nosyn} és **B** a TPC_{nosyn} értékét jelöli

Mivel azonban a csapatok különböző létszámúak (3, 5, 6 vagy 7), így a projekt összköltség tekintetében, ami függ a létszámtól, érdemes annak az emberek számával normált értékével összehasonlítani a csapatokat (10. ábra). Ez azért fontos, hogy az egy egységre jutó projekt összköltség alapján eldönthessük, hogy érdemes-e egy új csapattagok alkalmazni.

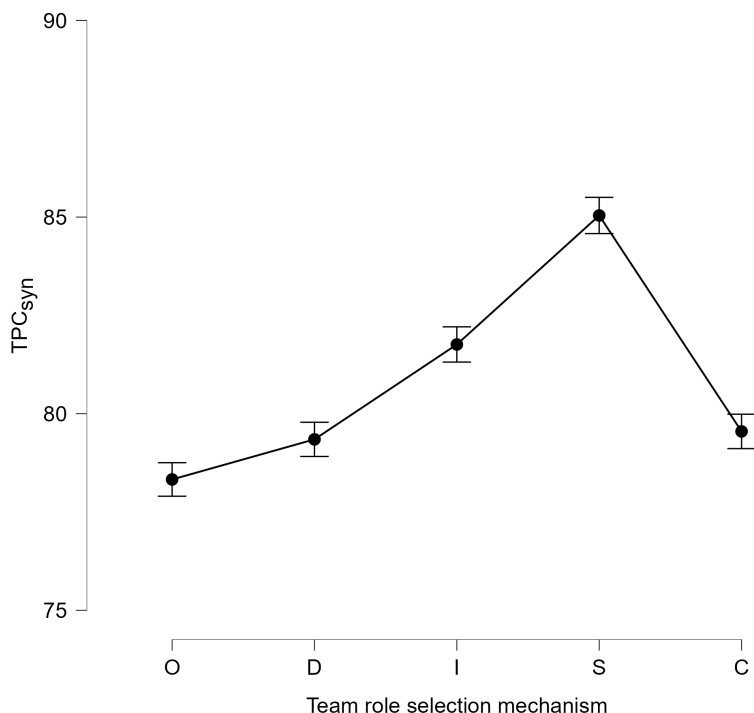


10. ábra. A különböző kiválasztási módszerekkel elért csapatkiválasztások egy főre vonatkoztatott TPC értéke figyelembe véve (A) és elhagyva (B) a szinergikus hatásokat.

Megjegyzés: n a csapatok létszámát jelöli

A 10. ábra alapján megállapítható, hogy az egységnyi projekt összköltség a szinergia figyelembe vételével (TPC_{syn}/n) az akció-orientált csapat (A team) míg a szinergia figyelembe vétele nélkül (TPC_{nosyn}/n) a "B team + CF + IMP" esetében volt a legkisebb. E tekintetben elmondható, hogy ha a szinergikus hatásokat figyelembe vesszük, akkor az akció-orientált csapat önmagában is sikeres tud lenni, viszont a szinergikus hatások nélkül elegendő a SH csapatszerep kihagyása. Ez persze nem azt jelenti, hogy a SH tag kihagyható a szoftverfejlesztési projekt csapatokból. Az eredmények ugyanis egy ideális világot feltételeznek, ahol nincs sem időnyomás sem pedig váratlan hatások. A SH csapatszerep legnagyobb előnye, hogy a váratlan és nehéz helyzeteket képes a csapatot átsegíteni és a feladat-fókusz megtartani.

Az autonóm csapatkiválasztás tekintetében csak a projekt összköltségének függvényében lehetett összehasonlítani a csapatstruktúrákat, mivel az átfutási idő tekintetében nem volt szignifikáns eltérés. A 11. ábra azt mutatja, hogy a legjobb projekt összköltséget (TPC_{syn}) az autonóm csapat tudta elérni a szimuláció során. Emellett pedig felállítható egy sorrend az egyes DISC viselkedéstípusú vezetők között. Eszerint kis létszámú, agilis csapatban érdemes domináns (D) vagy lelkiismeretes (C) vezetőt választani, amennyiben az autonómia (O) nem lehetséges, viszont kerülendő befolyásoló (I), de méginkább a stabil (S) viselkedéstípusú vezető. Ez valószínűleg annak eredménye, hogy az autonóm csapatban nem alakul ki központi szerepkör, aki a vezető szerepét tölti be, így minden csapattag a saját képességei szerint képes egymást kiegészítve a feladatát végezni.



11. ábra. A projekt összköltségének (TPC_{syn}) alakulása a különböző vezetővel rendelkező és az autonóm csapatkiválasztás során, korlátok nélkül

A szimulációs eredmények megerősítése érdekében egy validációs folyamatot terveztem résztvevői megfigyelés módszert alkalmazva. Ennek lényege, hogy külső beavatkozás nélkül megfigyeltem a szimuláció során vizsgált csapatstruktúrák viselkedését egy olyan csapatjátékon, ahol a szimulációban használt emberi tényezők is meghatározó szerepet játszottak. Erre a mályvacukor kihívás játékot választottam, amely során 120 Belbin kérdőívet kitöltő személy közül 47 különböző Belbin csapatszereppel rendelkező egyént, valamint 20 kiválasztott különböző DISC viselkedéstípusú egyént választottam ki és csoportosítottam. Mindkét esetben fél-fél munkanapot vett igénybe a megfigyelés, amely mind a két esetben ugyanazt a sémát követte: (1. lépés) közösségépítés, (2. lépés) csoportos vita egy kiválasztott kérdés körül 4 csoportra bontva a társaságot, (3. lépés) fél órás irányított ismerkedés a csapattársakkal és (4. lépés) mályvacukor kihívás. Végül az esemény a közös élménybeszámolóval és köszönetnyilvánítással zárult. A mályvacukor kihívás során mértem a különböző csapatmunkák időtartamát, valamint a felépített torony magasságát. Az eredményeket a Belbin féle központi akció-csoport hatásának vizsgálata esetében a 5. táblázat, míg a DISC féle viselkedéstípusokkal jellemzett autonóm csapat hatásának vizsgálata esetében a 6. táblázat foglalja össze.

5. táblázat. Az központi csapatszerepek hatása a csapat teljesítményére eset validálásának eredménye

Teszt típus	A	B	C	D	E	F	G	H	Korlát
S: Átlagos TPT	55	76	83	68	67	71	70	60	-
S: Sorrend	1	7	8	4	3	6	5	2	-
M: Idő	8:36	14:25	15:32	12:34	12:53	13:50	13:45	11:42	max 14 perc
M: Sorrend	1	7	8	3	4	6	5	2	-
M: T. magasság	37 cm	28 cm	44 cm	30 cm	26 cm	38 cm	31 cm	31 cm	min 30 cm

Megjegyzés. S: Szimuláció, M: Mályvacukor kihívás,

T: Torony

A szimulációnak megfelelő csapatstruktúrák: **A** = "A team (SH+CF+IMP)", **B** = "B team (CO+ME+TW+RI+PL)", **C** = "B team + SH", **D** = "B team + IMP", **E** = "B team + CF", **F** = "B team + SH + IMP", **G** = "B team + SH + CF", **H** = "B team + CF + IMP"

6. táblázat. Az önszerveződő csapatkiválasztás hatása a csapat teljesítményére eset validálásának eredménye

Teszt típus	O	D	I	S	C	Korlát
Szimuláció: Sorrend	1	2	4	5	3	-
Mályvacukor kihívás: Idő	6:32	8:50	12:54	13:45	13:30	max 14 perc
Mályvacukor kihívás: Sorrend	1	2	4	5	3	-
Mályvacukor kihívás: T. magasság	30 cm	40 cm	32 cm	32 cm	36 cm	min 30 cm

A csapatstruktúrák rövidítései megegyeznek a szimuláció során használt rövidítésekkel, lásd 11. ábra

A validáció során alkalmazott mályvacukor kihívás eredményei igazolták a szimulációs eredményeket. Ezzel arra következtettek, hogy a Belbin féle akció-orientált csoport, mint a Belbin féle csapatszerepekből képzett csapat szinergiahálózatának központi csoportja hatással van a projekt csapat sikerességére. Emellett arra következtettek, hogy az autonóm csapatkiválasztási mechanizmus során - amelyet a DISC viselkedéstípusokkal jellemeztem - az autonóm módon kialakított csapat jobb eredményt képes elérni, mint a dedikált, különböző viselkedéstípusú vezetővel rendelkező csapatok bármelyike is. Ezekon felül a validációs eredmények igazolják a szimuláció eredményeit is és így együtt igazolják a kifejlesztett új projekt ütemezési módszer hatékonyságát. Mind a szimulációs eredmények mind pedig a validálás eredményei alapján elfogadom a kutatási feltételezéseimet, KF_1 -t, KF_2 -t és KF_3 -t.

5. A Kutatás Tézisei

A kutatási kérdéseket, a kutatási feltevéseket, valamint a kutatás során kapott szimulációs és validációs eredményeket figyelembe véve a következő három kutatási tézist (**KT**) fogalmaztam meg:

KT₁ : Az új, kiterjesztett SSPSP módszer képes integrálni a Belbin-féle csapatszerepeket vagy a DISC viselkedési típusokat, figyelembe véve e szerepek közötti szinergiákat,

valamint az ezeket jellemző puha és kemény képességeket egy rugalmas vagy kötött szoftver környezetben. Megfelelő hiperparaméterezés után a módszer megbízható eredményeket adhat tesztprojektek esetén is.

KT₂ : A kiterjesztett SSPSP alkalmazásával bizonyítható a Belbin-féle csapat központi szerepeinek fontossága, az SSPSP által definiált korlátok és célfüggvények figyelembevételével. Bár az IMP (Megvalósító) és CF (Befejező) szerepek jelenléte biztos, a SH (Formáló) szerepével kapcsolatban ellentmondásos eredmények születtek.

KT₃ : A kiterjesztett SSPSP alkalmazásával bizonyítható az autonóm módon kiválasztott csapatok pozitív hatása, az SSPSP által definiált korlátok és célfüggvények figyelembevételével.

6. Összefoglalás és Konklúzió

6.1. Szakirodalmi Hozzájárulás

Ez a disszertáció hozzájárul az irodalomhoz azáltal, hogy egyesíti a Dynamic Managerial Capabilities (DMC) és a Strategy-as-Practice (SAP) elméleteit a szinergiateremtés keretrendszerével, valamint kiterjeszti a Software Project Scheduling Problems (SPSP) fogalmát ezen egységesített elméleti szemléleten keresztül. Ezen szemléletmódot követve, módszertani szempontból egy lényegesen pontosabb, személyiségalapú szoftverprojekt-ütemezési módszert mutattam be. Első lépésként feltártam a projektmenedzsment fejlődésének tendenciáját a szoftverfejlesztési projektek kontextusában, ami segített azonosítani a legfontosabb aktuális problémákat. Ennek fényében szisztematikus irodalomfeldolgozást végeztem a szoftverprojekt-ütemezési problémák területén, különös tekintettel a SAP–DMC-szinergiateremtés összefüggésrendszerére, és feltártam az irodalomban azonosítható hiányosságokat. Ezen túlmenően két gyakorlati problémát azonosítottam: az autonóm csapatkiválasztás figyelembevételét a projektütemezés során, valamint a csapat központi szerepeinek hatását a projektcsoport sikerességére. Mindkét gyakorlati kérdés kezelése kulcsfontosságú a szoftverfejlesztési projektek sikeréhez. Az irodalom alapján megvizsgáltam annak lehetőségét, hogy a két problémát modellezni lehessen. Ennek megfelelően az autonóm csapatkiválasztás során a különböző módon létrehozható csapatstruktúrákat a DISC viselkedési típusok jellemzik, míg a központi csapatszerepek hatásának vizsgálatát a Belbin féle csapatszerepek írják le. Az irodalmi feldolgozás alapján szinergiahálózatokat hoztam létre a DISC viselkedési típusok és Belbin csapatszerepei között.

1. A kutatás eredményeivel hozzájárultam a szoftverprojekt-ütemezés irodalmához egy új módszer kidolgozásával. A módszert hiperparamétereztem, majd összehasonlítottam a meglévő módszerekkel egy validált adatbázis felhasználásával. Az eredmények igazolták az új módszer pontosságát, még a validált adatbázis korlátai mellett is.

2. Az újonnan kidolgozott SSPSP módszer segítségével megvizsgáltam az autonóm csapatkiválasztás és a központi csapatszerepek hatását a projekt sikerességére. Ehhez empirikus adatokon alapuló esettanulmányt készítettem, amelyben először valós adatok alapján paramétereztem az új SSPSP módszert, majd a szimulációs eredményeket megfigyeléses módszerrel validáltam valós környezetben. Az eredmények nemcsak igazolták a kutatási feltevéseimet, hanem tovább erősítették az új SSPSP módszer hatékonyságát is.

6.2. Alkalmazhatóság és a Kutatás Korlátai

A kutatás egy új, személyiségalapú SSPSP-modellt vezet be, amely gyakorlati eszközként szolgálhat a menedzserek és döntéshozók számára, új alapot kínálva a szinergiavezérelt megközelítések alkalmazásához a projektütemezésben és a csapatstruktúrák kialakításában. A módszer továbbfejleszthető például a tanulási és felejtési görbék, a dinamikus csapatképzés elméletei, illetve a multiprojekt- és portfóliómenedzsment szempontjainak figyelembevételével. A módszer validáláson esett át, amely megerősítette megbízhatóságát és gyakorlati alkalmazhatóságát – különösen azon szervezetek számára, amelyek emberi erőforrás- vagy humánközpontú ütemezési problémákkal szembesülnek.

A validációs folyamat révén az új, személyiségalapú SSPSP-modell jelentős mértékben hozzájárul a SAP szemlélethez, és magában foglalja a menedzserei képességek olyan elemeit, mint a döntéshozatal, a szabályalkotás és a véleménynyilvánítás, amelyek kulcsfontosságúak a bizonytalan környezetben működő szervezetek irányításához. A módszer egyik korlátja azonban, hogy elsősorban rövid távú ütemezéshez ajánlott, mivel nem veszi figyelembe a hosszabb távú kölcsönhatásokat, például a tanulást és a felejtést.

Az új módszer alkalmazásával olyan ütemezést javasoltam, amelyben a csapat központi egysége – és ezzel együtt a csapatstruktúra vagy a csapat képessége – változik. Ez a vizsgálati típus új irányt nyitott az irodalomban, nevezetesen a DMC-k és a szinergiateremtés integrációját a projektütemezésbe. Mivel az ütemezés rövid távon pontosnak bizonyult, az új módszer bármely olyan vállalat számára ajánlott, ahol egy már meglévő csapaton belül központi egység jelenhet meg. Ehhez azonban megbízható képesség- és csapatszerep-értékelések szükségesek bemeneti adatokként. A módszer így alkalmas lehet a mindennapi problémák ütemezésre gyakorolt hatásának meghatározására is – például annak vizsgálatára, hogy mi történik, ha egy központi munkatárs kiesik a csapatmunkából –, ezzel támogatva a SAP szemléletet. Emellett fontos kutatási irányt jelenthet a nem domináns csapatszerepek megjelenése, amely szükségszerűen átrendezheti a csapatstruktúrát.

A módszer további alkalmazási területe, hogy hozzájárulhat az autonóm csapatok működésének megértéséhez, ahogyan azt az agilis szemlélet javasolja, valamint segíthet az autonóm csapatokra kiosztott feladatok ütemezésében, szoftverprojekt-környezetben.

Összességében a kutatás elérte a céljait, ugyanakkor a gyakorlati alkalmazás szempont-

jából több fontos korláttal is rendelkezik. Ezek közül a legjelentősebb, hogy az új módszer elsősorban rövid távú projekttervezésre alkalmas. Továbbá, az SSPSP-irodalomban már modellezett több tényezőt a módszer egyszerűsége és átláthatósága érdekében nem vettem figyelembe, így az eredményeket ennek megfelelő kontextusban szükséges értelmezni.

6.3. A Kutatás Összegzése

A könnyebb áttekinthetőség érdekében a 7. táblázatba összefoglaltam a kutatási kérdéseimet, a szakirodalom alapján feltett kutatási feltételezéseimet, valamint a kutatás eredményeinek tükrében megfogalmazott kutatási téziseimet.

7. táblázat. A kutatási összegzése

Ref.	Állítás
KK1:	<p>Hogyan fejleszthető tovább a szoftverprojekt-ütemezési módszer úgy, hogy figyelembe vegye a különböző személyiségtípusok egyediségét, valamint azok interakcióit egy heterogén hálózaton belül, amelyet eltérő készségek és szinergiahatások alakítanak, strukturált és rugalmas környezetekben egyaránt?</p>
KF1:	<p>Az SSPSP módszer kiterjeszhető, hogy figyelembe vegye a Belbin féle csapatszerepeket és a DISC viselkedés típusokat a különböző szerepű csapattagok közti szinergikus hatások figyelembevételéhez, valamint a technikai és szociális képességeiken keresztül egy rugalmas szoftverfejlesztési környezetben.</p>
KT1:	<p>Az új, kiterjesztett SSPSP módszer képes integrálni a Belbin-féle csapatszerepeket vagy a DISC viselkedési típusokat, figyelembe véve e szerepek közötti szinergiákat, valamint az ezeket jellemző puha és kemény képességeket egy rugalmas vagy kötött szoftver környezetben. Megfelelő hiperparaméterezés után a módszer megbízható eredményeket adhat tesztprojektek esetén is.</p>
KK2:	<p>Hogyan befolyásolják a központi csapatszerepek, mint egy heterogén hálózat központi egysége a a szoftverprojektek sikerét azáltal, hogy beépülnek az ütemezési stratégiákba?</p>
KF2:	<p>A szoftver projekt csapatok központi csapatszerepei pozitívan hatnak a projektek sikerességére, ezáltal fokozzák a teljesítményt a kiterjesztett SSPSP célfüggvényei és korlátai mellett.</p>
KT2:	<p>A kiterjesztett SSPSP alkalmazásával bizonyítható a Belbin-féle csapat központi szerepeinek fontossága, az SSPSP által definiált korlátok és célfüggvények figyelembe vételével. Bár az IMP (Megvalósító) és CF (Befejező) szerepek jelenléte biztos, a SH (Formáló) szerepével kapcsolatban ellentmondásos eredmények születtek.</p>
KK3:	<p>Hogyan hat az autonóm módon kiválasztott csapat, mint heterogén hálózat a szoftver projektek sikerességére az ütemezésükön keresztül?</p>
KF3:	<p>Az autonóm módon kiválasztott csapat pozitívabban hat a szoftver projektek sikerességére, szemben a dedikált vezetővel rendelkező csapatokkal a kiterjesztett SSPSP célfüggvényei és korlátai mellett.</p>
KT3:	<p>A kiterjesztett SSPSP alkalmazásával bizonyítható az autonóm módon kiválasztott csapatok pozitív hatása, az SSPSP által definiált korlátok és célfüggvények figyelembevételével.</p>

7. A szerző kapcsolódó publikációi

Folyóirat Cikkek

1. Kosztyán, Z. T., **Harta, P.**, & Szalkai, I. (2024). The effect of autonomous team role selection in flexible projects. *Computers & Industrial Engineering*, 190, 110079. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110079>
2. Kosztyán, Z. T., **Harta, P.**, Szalkai, I., & Obermayer, N. (2024). Csoportkiválasztási módszerek vizsgálata rugalmas projekttervezési megközelítések esetén. *SZIGMA Matematikai-közgazdasági folyóirat*, 55(1), 53-83. DOI: <https://doi.org/10.15170/SZIGMA.55.1195>

Konferenciaközlemények

1. **Harta, P.**, Sebrek, S. S., Kosztyán, Z. T. (2025). Unveiling the Human Factor: How Personality Types Shape Software Project Scheduling and Synergy through Dynamic Managerial Capabilities – A Longitudinal Action Design Research. *19th Organization Studies Summer Workshop*, Chania, Crete, Greece, May, 22–24, 2025.
2. Kosztyán, Z. T., & **Harta, P.** (2023). Autonomous team role selection on flexible projects. In DS 126: *Proceedings of the 25th International DSM Conference (DSM 2023)*, Gothenburg, Sweden, October, 03-05, 2023 (pp. 019-028). DOI: <https://doi.org/10.35199/dsm2023.03>

Konferencia előadások

1. Harta, P. (2024). Központi szerepek hatása a szoftver projektek sikerességére. Abstract. XVIII. Gazdaságmodellezési Szakértői Konferencia, Pannon Egyetem, Veszprém, Hungary
2. Harta, P. (2024). Központi szerepek hatása a szoftver projektek sikerességére. Abstract. XXVII. Tavasz Szél Konferencia, Óbudai Egyetem, Budapest, Hungary.
3. Harta, P., & Kosztyán Z. T. (2023). The effect of autonomous team role selection in flexible projects. The 25th International DSM Conference (DSM 2023), Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
4. Harta, P. (2023). Examining the motivators of software developers during agile transformation. PMUNI workshop, Vienna, Austria.
5. Harta, P. (2023). Központi szerepek hatása a szoftver projektek sikerességére. Abstract. OGIK 2023, Pécsi Tudományegyetem, Pécs, Hungary.

6. Harta, P. (2023). Önszerveződő csapatok vizsgálata szoftver projekt környezetben. Abstract. XXVI. Tavaszi Szél Konferencia, Miskolci Egyetem, Miskolc, Hungary.
7. Harta, P., & Kosztyán Z. T. (2022). A személyiségtípusok szerepe a szoftver projektek tervezésében. Abstract. OGIK 2022, Salgótarján, Somoskő, Hungary.
8. Harta, P., & Kosztyán Z. T. (2022). The role of personality types in software project planning. PMUNI workshop, Corvinus University, Budapest, Hungary.
9. Harta, P. (2022). Kvantitatív módszerek kidolgozása a projekttervek készítésének támogatására. Abstract. XXV. Tavaszi Szél Konferencia, Pécsi Tudományegyetem, Pécs, Hungary.
10. Harta, P. (2021). Investigation of the optimal team selection in the agile software project environment. PMUNI workshop, Online Conference.
11. Harta, P. (2021). Agilis projektcsapat optimális kiválasztásának vizsgálata szoftver projekt környezetben. Abstract. OGIK 2021, Pannon Egyetem, Veszprém, Hungary.

Felhasznált Irodalom

- Adner, R. and Helfat, C. E. (2003). Corporate effects and dynamic managerial capabilities. *Strategic Management Journal*, 24(10):1011 – 1025.
- Alabajee, M. A.-A., Ahmed, D. R., and Alreiffae, T. R. (2021). Solving software project scheduling problem using grey wolf optimization. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 19(6):1820–1829.
- Alba, E. and Chicano, J. F. (2007). Software project management with {GAs}. *Information Sciences*, 177(11):2380–2401.
- Albusays, K., Bjorn, P., Dabbish, L., Ford, D., Murphy-Hill, E., Serebrenik, A., and Storey, M.-A. (2021). The diversity crisis in software development. *IEEE Software*, 38(2):19–25.
- Aryanee, D., Razali, R., and Mansor, Z. (2020). Team formation for agile software development: a review. *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol*, 10:2088–5334.
- Balcar, J. (2016). Is it better to invest in hard or soft skills? *The Economic and Labour Relations Review*, 27(4):453–470.
- Balogun, J. and Johnson, G. (2004). Organizational restructuring and middle manager sensemaking. *Academy of Management Journal*, 47(4):523 – 549.
- Barros, L., Tam, C., and Varajao, J. (2024). Agile software development projects—unveiling the human-related critical success factors. *Information and Software Technology*, 170:107432.
- Bear, J. B. and Woolley, A. W. (2011). The role of gender in team collaboration and performance. *Interdisciplinary science reviews*, 36(2):146–153.
- Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., et al. (2001). The agile manifesto.
- Belbin, R. M. (1981). *Management Teams: Why They Succeed Or Fail*. Routledge.
- Bell, S. T., Brown, S. G., Colaneri, A., and Outland, N. (2018). Team composition and the abcs of teamwork. *American psychologist*, 73(4):349.
- Bell, S. T. and Outland, N. (2017). Team composition over time. In *Team dynamics over time*, pages 3–27. Emerald publishing limited.
- Blazewicz, J., Lenstra, J. K., and Kan, A. R. (1983). Scheduling subject to resource constraints: classification and complexity. *Discrete applied mathematics*, 5(1):11–24.
- Borges, G. G. and de Souza, R. C. G. (2024). Skills development for software engineers: Systematic literature review. *Information and Software Technology*, 168:107395.
- Cheng, J., Ji, J., Guo, Y.-n., and Ji, J. (2019). Dynamic multiobjective software project scheduling optimization method based on firework algorithm. *Mathematical Problems in Engineering*, 2019(1):8405961.
- Cleland, D. I. (1994). *Project Management – Strategic Design and Implementation (2nd edn.)*. New York, McGraw-Hill.
- Coelho, J. and Vanhoucke, M. (2011). Multi-mode resource-constrained project scheduling using rcpsp and sat solvers. *European Journal of Operational Research*, 213(1):73–82.

- De Wit, A. (1988). Measurement of project success. *International journal of project management*, 6(3):164–170.
- Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., and Meyarivan, T. (2002). A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: Nsga-ii. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 6(2):182–197.
- Dingsøy, T. and Dybå, T. (2012). Team effectiveness in software development: Human and co-operative aspects in team effectiveness models and priorities for future studies. In *2012 5th international workshop on co-operative and human aspects of software engineering (chase)*, pages 27–29. IEEE.
- Dybå, T., Dingsøy, T., and Moe, N. B. (2014). Agile project management. *Software project management in a changing world*, pages 277–300.
- Foss, N. J. and Mazzelli, A. (2025). Bringing managers and management back into strategy: Interfaces and dynamic managerial capabilities. *Journal of Business Research*, 186:114947.
- Galinsky, A. D., Todd, A. R., Homan, A. C., Phillips, K. W., Apfelbaum, E. P., Sasaki, S. J., Richeson, J. A., Olayon, J. B., and Maddux, W. W. (2015). Maximizing the gains and minimizing the pains of diversity: A policy perspective. *Perspectives on Psychological Science*, 10(6):742–748.
- García-Nájera, A. and del Carmen Gómez-Fuentes, M. (2014). A multi-objective genetic algorithm for the software project scheduling problem. In Gelbukh, A., Espinoza, F. C., and Galicia-Haro, S. N., editors, *Nature-Inspired Computation and Machine Learning*, pages 13–24, Cham. Springer International Publishing.
- Garousi, V., Tarhan, A., Pfahl, D., Coşkunçay, A., and Demirörs, O. (2019). Correlation of critical success factors with success of software projects: an empirical investigation. *Software Quality Journal*, 27:429–493.
- Golsorkhi, D., Rouleau, L., Seidl, D., and (eds.), E. V. (2010). *Cambridge handbook of strategy as practice*. Cambridge University Press.
- Görög, M. (2003). *A projektvezetés mestersége*. Aula, Budapest.
- Group, T. S. (2015). Chaos report. Technical report, Massachusetts.
- Group, T. S. (2021). Chaos report: Beyond infinity. Technical report, Massachusetts.
- Guimera, R., Uzzi, B., Spiro, J., and Amaral, L. A. N. (2005). Team assembly mechanisms determine collaboration network structure and team performance. *Science*, 308(5722):697–702.
- Gupta, A., Poels, G., and Bera, P. (2022). Using conceptual models in agile software development: a possible solution to requirements engineering challenges in agile projects. *IEEE Access*, 10:119745–119766.
- Hamilton, B. H., Nickerson, J. A., and Owan, H. (2012). Diversity and productivity in production teams. In *Advances in the Economic Analysis of participatory and Labor-managed Firms*, pages 99–138. Emerald Group Publishing Limited.
- Hartmann, S. and Briskorn, D. (2022). An updated survey of variants and extensions of the resource-constrained project scheduling problem. *European Journal of operational research*, 297(1):1–14.
- Hegazy, T., Shabeeb, A. K., Elbeltagi, E., and Cheema, T. (2000). Algorithm for scheduling with multiskilled constrained resources. *Journal of construction engineering and management*, 126(6):414–421.

- Helfat, C. E. and Martin, J. A. (2015). Dynamic managerial capabilities: Review and assessment of managerial impact on strategic change. *Journal of Management*, 41(5):1281 – 1312.
- Hidayati, A., Budiardjo, E. K., and Purwandari, B. (2020). Hard and soft skills for scrum global software development teams. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Software Engineering and Information Management*, pages 110–114.
- Hoda, R., Noble, J., and Marshall, S. (2010). Organizing self-organizing teams. In *Proceedings of the 32nd ACM/IEEE International Conference on Software Engineering-Volume 1*, pages 285–294.
- Jarzabkowski, P., Balogun, J., and Seidl, D. (2007). Strategizing: The challenges of a practice perspective. *Human Relations*, 60(1):5 – 27.
- Jarzabkowski, P. and Wolf, C. (2015). *Cambridge Handbook of Strategy as Practice*, chapter An activity theory approach to strategy as practice, pages 165–183. Cambridge University Press.
- Johnson, G., Langley, A., Melin, L., and Whittington, R. (2007). *Strategy as practice: research directions and resources*. Cambridge University Press, London.
- Kanski, L., Budzynska, K., and Chadam, J. (2023). The impact of identified agility components on project success—ict industry perspective. *Plos one*, 18(3):e0281936.
- Kosztján, Z. T., Bogdány, E., Szalkai, I., and Kurucz, M. T. (2022). Impacts of synergies on software project scheduling. *Annals of Operations Research*, 312:883–908.
- Larson Jr, J. R. (2013). *In search of synergy in small group performance*. Psychology Press.
- Li, H., Zhu, H., Zheng, L., and Liu, Y. (2023). Software project scheduling with multitasking. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 57(1).
- Lundin, R. A. and Söderholm, A. (1995). A theory of the temporary organization. *Scandinavian Journal of management*, 11(4):437–455.
- Lykourantzou, I., Antoniou, A., Naudet, Y., and Dow, S. P. (2016). Personality matters: Balancing for personality types leads to better outcomes for crowd teams. In *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing*, pages 260–273.
- Maghsoudlou, H., Afshar-Nadjafi, B., and Niaki, S. T. A. (2016). A multi-objective invasive weeds optimization algorithm for solving multi-skill multi-mode resource constrained project scheduling problem. *Computers & chemical engineering*, 88:157–169.
- Marston, W. M. (1928). Review of a short outline of comparative psychology. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 23(2):256–257.
- Matturro, G. (2013). Soft skills in software engineering: A study of its demand by software companies in uruguay. In *2013 6th international workshop on cooperative and human aspects of software engineering (CHASE)*, pages 133–136. IEEE.
- Meckenstock, J.-N. (2024). Shedding light on the dark side—a systematic literature review of the issues in agile software development methodology use. *Journal of Systems and Software*, page 111966.
- Meier, A. and Kock, A. (2023). The human factor in agility: Exploring employee dedication in agile project organizations. *International Journal of Project Management*, 41(7):102527.
- Meslec, N. and Curşeu, P. L. (2015). Are balanced groups better? belbin roles in collaborative learning groups. *Learning and Individual Differences*, 39:81–88.

- Monsalves, D., Cornide-Reyes, H., and Riquelme, F. (2023). Relationships between social interactions and belbin role types in collaborative agile teams. *IEEE Access*, 11:17002–17020.
- Myszkowski, P. B., Laszczyk, M., and Lichodij, J. (2017). Efficient selection operators in nsga-ii for solving bi-objective multi-skill resource-constrained project scheduling problem. In *2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*, pages 83–86. IEEE.
- Myszkowski, P. B., Laszczyk, M., Nikulin, I., and Skowroński, M. (2019). imopse: a library for bicriteria optimization in multi-skill resource-constrained project scheduling problem. *Soft Computing*, 23:3397–3410.
- Myszkowski, P. B., Skowroński, M. E., Olech, Ł. P., and Oślizło, K. (2015). Hybrid ant colony optimization in solving multi-skill resource-constrained project scheduling problem. *Soft Computing*, 19:3599–3619.
- Myszkowski, P. B., Skowroński, M. E., and Podlowski, Ł. (2013). Novel heuristic solutions for multi-skill resource-constrained project scheduling problem. In *2013 federated conference on computer science and information systems*, pages 159–166. IEEE.
- Nicolini, D. and Korica, M. (2021). Attentional engagement as practice: A study of the attentional infrastructure of healthcare chief executive officers. *Organization Science*, 32(5):1273 – 1299.
- Pant, I. and Baroudi, B. (2008). Project management education: The human skills imperative. *International journal of project management*, 26(2):124–128.
- Peslak, A. R. (2006). The impact of personality on information technology team projects. In *Proceedings of the 2006 ACM SIGMIS CPR conference on computer personnel research: Forty four years of computer personnel research: achievements, challenges & the future*, pages 273–279.
- Phillips, K. W., Liljenquist, K. A., and Neale, M. A. (2009). Is the pain worth the gain? the advantages and liabilities of agreeing with socially distinct newcomers. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 35(3):336–350.
- Pieterse, V., Leeu, M., and van Eekelen, M. (2018). How personality diversity influences team performance in student software engineering teams. In *2018 Conference on Information Communications Technology and Society (ICTAS)*, pages 1–6. IEEE.
- Qayyum, S., Imtiaz, S., Hayat Khan, H., Almadhor, A., and Karovic, V. (2024). Working with agile and crowd: human factors identified from the industry. *Frontiers in Computer Science*, 6:1400750.
- Rajendran, M. (2005). Analysis of team effectiveness in software development teams working on hardware and software environments using belbin self-perception inventory. *Journal of Management Development*, 24(8):738–753.
- Reiff, J. and Schlegel, D. (2022). Hybrid project management—a systematic literature review. *International journal of information systems and project management*, 10(2):45–63.
- Rezende, A. V., Silva, L., Britto, A., and Amaral, R. (2019). Software project scheduling problem in the context of search-based software engineering: A systematic review. *Journal of Systems and Software*, 155:43–56.

- Saldaña-Ramos, J., Sanz-Esteban, A., García, J., and Amescua, A. (2014). Skills and abilities for working in a global software development team: a competence model. *Journal of software: evolution and process*, 26(3):329–338.
- Salo, O. and Abrahamsson, P. (2008). Agile methods in european embedded software development organisations: a survey on the actual use and usefulness of extreme programming and scrum. *IET software*, 2(1):58–64.
- Salvato, C. and Vassolo, R. (2018). The sources of dynamism in dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*, 39(6):1728 – 1752.
- Schatzki, T. R., Knorr-Cetina, K., and (eds.), E. V. S. (2001). *The practice turn in contemporary theory*. London: Routledge.
- Schulze, A. and Brusoni, S. (2022). How dynamic capabilities change ordinary capabilities: Reconnecting attention control and problem-solving. *Strategic Management Journal*, 43(12):2447–2477.
- Schwaber, K. and Beedle, M. (2001). *Agile software development with Scrum*. Prentice Hall PTR.
- Scullard, M. and Baum, D. (2015). *Everything DiSC Manual*. John Wiley & Sons.
- Shenhar, A. J. and Dvir, D. (2007). Project management research—the challenge and opportunity. *Project management journal*, 38(2):93–99.
- Soomro, A. B., Salleh, N., Mendes, E., Grundy, J., Burch, G., and Nordin, A. (2016). The effect of software engineers' personality traits on team climate and performance: A systematic literature review. *Information and software technology*, 73:52–65.
- Tarakci, M., ad L. Rouleau, M. L. H., Raes, A., and Floyd, S. W. (2023). Heroes or villains? recasting middle management roles, processes, and behaviours. *Journal of Management Studies*, 60(7):1663 – 1683.
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13):1319 – 1350.
- Towry, K. L. (2003). Control in a teamwork environment—the impact of social ties on the effectiveness of mutual monitoring contracts. *The Accounting Review*, 78(4):1069–1095.
- Tuckman, B. W. (1965). Developmental sequence in small groups. *Psychological bulletin*, 63(6):384.
- Tuckman, B. W. and Jensen, M. A. C. (1977). Stages of small-group development revisited. *Group & organization studies*, 2(4):419–427.
- Twardochleb, M. (2017). Optimal selection of team members according to belbin's theory. *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie*, 51(123):109–115.
- Van Knippenberg, D., De Dreu, C. K., and Homan, A. C. (2004). Work group diversity and group performance: an integrative model and research agenda. *Journal of applied psychology*, 89(6):1008.
- Vega-Velázquez, M. Á., García-Nájera, A., and Cervantes, H. (2018). A survey on the software project scheduling problem. *International Journal of Production Economics*, 202:145–161.
- VersionOne (2024). 17th-annual-state-of-agile-report. Technical report, VersionOne Inc.
- Vishnubhotla, S. D., Mendes, E., and Lundberg, L. (2018). Designing a capability-centric web tool to support agile team composition and task allocation: a work in progress. In *Proceedings of*

the 11th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering, pages 41–44.

- Waleed, A., Ahmad, W., Jan, M., Ali, S., Khattak, A., and Nadeem, A. (2021). The effect of team value diversity on team performance: The mediating role of relationship conflict and the moderating effects of organization citizenship behavior and leader-member exchange quality. *Management Science Letters*, 11(8):2185–2194.
- Wankhede, V. A. and Vinodh, S. (2021). Analysis of industry 4.0 challenges using best worst method: A case study. *Computers & Industrial Engineering*, 159:107487.
- Wawak, S. and Woźniak, K. (2020). Evolution of project management studies in the xxi century. *International Journal of Managing Projects in Business*, 13(4):867–888.
- Whittington, R. (1996). Strategy as practice. *Long range planning*, 29(5):731 – 735.
- Wysocki, R. K. (2010). *Effective software project management*. Wiley+ ORM.
- Wysocki, R. K. (2019). *Effective project management: traditional, agile, extreme*. John Wiley & Sons.
- Xiao, J., Ao, X.-T., and Tang, Y. (2013). Solving software project scheduling problems with ant colony optimization. *Computers & Operations Research*, 40(1):33–46.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods*, volume 5. sage.
- Zainal, P., Razali, D., and Mansor, Z. (2020). Team formation for agile software development: a review. *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol*, 10(2):555–561.
- Zapotecas-Martínez, S., García-Nájera, A., and Cervantes, H. (2020). Multi-objective optimization in the agile software project scheduling using decomposition. In *Proceedings of the 2020 Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion*, pages 1495–1502.