

Kosztján Zsolt Tibor

OPTIMÁLIS ERŐFORRÁS-TERVEZÉS

PhD TÉZISFÜZET

Témavezető: Dr. Bencsik Andrea



Veszprémi Egyetem

Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola

Veszprém

2005

Bevezetés

Egy (beruházás, innovációs stb.) projekt megvalósításánál három fontos szempontot kell szem előtt tartanunk: a lehető legrövidebb idő alatt, a lehető legkisebb költséggel kell a projektet megvalósítanunk úgy, hogy a rendelkezésre álló erőforrásainkat (munkaerő, anyagok, gépek stb.) ne lépjük túl.

Miért is fontos, hogy a lehető legrövidebb idő alatt és a lehető legkisebb költséggel valósítsuk meg a projektet? Ha egy beruházás megvalósítására több cég vagy szervezet pályázik, akkor általában annak a pályázónak van nagyobb esélye a kiírt tender elnyerésére, aki hamarabb és kevesebb költséggel tudja a beruházást megvalósítani. Ezt a problémát már a hatvanas-hetvenes években hálóztervezés (pl. CPM, MPM, PERT), ütemezés (pl. Gantt-diagramok, LOB) és ezekhez tartozó költség-optimalizációs eljárásokkal (pl. CPM/COST, MPM/COST, PERT/COST) kezelni tudták. A legnagyobb problémát az erőforrások kezelése jelentette. A megvalósítás során az erőforrások kezelésétől nem tekinthetünk el, hiszen egy projekt esetén a rendelkezésre álló erőforrásaink szűkösek. Meghatározott létszámú munkaerővel, géppel stb. dolgozhatunk.

Ha azt szeretnénk, hogy a lehető legrövidebb idő alatt, a lehető legkisebb költséggel valósítsuk meg a projektet vagy a beruházást úgy, hogy a rendelkezésre álló erőforrásainkat (munkaerő, anyagok, gépek stb.) ne lépjük túl, és az erőforrásainkat a lehető legjobban használjuk fel, akkor könnyen (akár már 5000-10000 elvégzendő tevékenység esetén is) olyan nehéz problémához juthatunk, amelyet a mai számítástechnikai programok csak nagyon nehezen tudnak megoldani.

A problémát tovább bonyolítja, hogy pl. egy beruházás megvalósítása során az elvégzendő tevékenységek megvalósítási idejét (lefutási idejét), (változó)költség-igényét, erőforrás szükségletét csak becsülni tudjuk.

Tartalmi kivonat

A hálóztervezési technikák különböző területeken és sokféle formában jelenhetnek meg. A termelés, tervezés, elosztás, telepítés, erőforrás-gazdálkodás pénzügyi tervezés, projekt-menedzsment stb. területén különböző problémák megoldására alkalmazzák.

A számítástechnika fejlődésével lehetőség nyílt olyan problémák megoldására is, amelyek megoldása korábban elképzelhetetlennek tűnt. Ilyen probléma volt az erőforrás-elosztás kérdése is. A legtöbb esetben a beruházó cégek megelégszenek egy ún. megengedett megoldás megtalálásával, vagyis egy olyan ütemtervvel, ahol a megvalósítás során a rendelkezésre álló erőforrásainkat vagy időkeretünket nem lépjük túl. Egy ilyen megengedett megoldás néhány tevékenység esetén kézzel, több tevékenység esetén számítástechnikai szoftverekkel (pl. Microsoft Project, CA-SuperProject, Primavera stb.) viszonylag könnyen megtalálható. Egy ilyen ún. megengedett erőforrás-allokáció esetén azonban sokszor több probléma is felmerülhet. A gyakorlatban különösen építési/beruházási projektek esetén fontos lehet, hogy az erőforrásainkat viszonylag egyenletesen használjuk fel, vagy a tevékenységeket a lehető legkorábban végrehajtsuk stb. Ezeket a kívánalmakat célként (célfüggvényként) fogalmazhatjuk meg. Egy **erőforrás-allokációs probléma (adott célfüggvényre nézve) optimális megoldása** egy olyan megengedett ütemterv lenne, amely az adott célt

legjobban kielégíti (vagy másképpen a célfüggvény értéke ebben az esetben minimális/maximális).

A megoldandó feladat nehézsége, hogy pl. egy (beruházás, innovációs stb.) projekt megvalósításánál három fontos szempontot kell szem előtt tartanunk: a lehető legrövidebb idő alatt, a lehető legkisebb költséggel kell a projektet megvalósítanunk úgy, hogy a rendelkezésre álló erőforrásainkat (munkaerő, anyagok, gépek stb.) ne lépjük túl. Ráadásul ezen értékek is becsléseken alapulnak.

A korábban alkalmazott megoldások két részre bonthatók. Vannak algoritmikus megoldások, ilyen például a kiegyenlítéses módszer, és vannak heurisztikus megoldások, melyekre tipikus példa az allokáció. A heurisztikus megoldások általában gyorsabbak, de nem garantálnak optimális megoldásokat, és ezek a módszerek más eredményhez vezethetnek bizonyos esetekben.

Értekezésemben olyan módszereket mutatok be, melyek kiváló lehetőségként állnak rendelkezése a menedzserek számára. Az eljárással tetszőleges projekt erőforráskorlátos (költség-, erőforrásigény-, idő) optimális erőforrás-allokációját lehet meghatározni, figyelembe véve az egyes paraméterek becslésének bizonytalanságát is. A bemutatandó módszereket a menedzsment területén minden olyan esetben lehet alkalmazni, ahol lehető legrövidebb megoldási idő, a lehető legkisebb költség és optimális erőforrásfelhasználás a cél. Ezen belül is a módszert legingább a projektmenedzsmentben, erőforrás-tervezésben, logisztikában, egyedi termékek gyártásában lehet alkalmazni.

A disszertációm készítése során a fenti problémákra kerestem a válaszokat. Módszerem az erőforrás-korlátos erőforrás-allokációs probléma megoldására alkalmazható megújuló erőforrások optimális erőforráselosztására. Az általam kifejlesztett módszer is algoritmikus jellegű, vagyis garantáltan optimális megoldást kapunk egy adott célfüggvényre. Megengedett megoldásból indul, amit bármely heurisztikus módszer szolgáltathat. Célfüggvény lehet a lehető legkorábbi/legkésőbbi kezdés.

Módszerem a megengedett megoldást minden lépésben javítja azt az adott célfüggvénynek megfelelően (pl. lehető legkorábbi/legkésőbbi kezdés stb.), amíg el nem jutunk egy optimális megoldáshoz úgy, hogy a közbenső lépések is megengedettek legyenek.

Amennyiben a projekt működése közben az erőforráskorlát, vagy a tevékenységek erőforrásigénye, időtartama megváltozik, a javasolt módszer segítségével meghatározható egy új termelési program a még futó, illetve a még el nem kezdett tevékenységekre. Az eljárás segítségével olyan projektre is meghatározható várható átfutási idő, költség- illetve erőforrásigény, ahol a tevékenységek időtartamát, költség- illetve erőforrásigényét csak becsülni tudjuk.

Ezzel a módszerrel több párhuzamosan működő projektet optimalizálhatunk, illetve többféle erőforrás egyidejű kezelését valósíthatjuk meg. Kezelnünk tudjuk továbbá a fel nem használt erőforrásokat is.

Munkám során olyan módszert fejlesztettem ki, mely hatékonyan használható a projektmenedzsment területén. Céлом az volt, hogy a projektmenedzserek számára egy hatékony eszközt biztosítsak a projektek tervezésére. A javasolt módszer mind a kisebb (50-150 tevékenység, néhány erőforrás), mind pedig nagyobb (5000-50000 tevékenység 10-20 erőforrástípus) esetén is alkalmazható. Minél több információval rendelkezünk a

tervezés során, annál pontosabb és megbízhatóbb tervet készíthetünk. A bemutatandó eljárás a szakirodalomban eddig publikált módszerekkel szemben olyan esetekben is használható, ahol költség-, erőforrás- és időoptimalás együttes cél. A módszer alkalmazható olyan esetekben is, amikor a tevékenység időtartama, közvetlen költsége illetve az erőforrás szükségletek adatai determinisztikusak illetve valószínűségi változók.

Erőforrás-allokáció megengedett megoldásból optimális megoldás keresése

Az általam kifejlesztett módszer tehát az erőforrás-allokációs probléma megengedett megoldásából indul ki. Megengedett megoldást szolgáltat, pl. a Magyarországon kifejlesztett ERALL-módszer, a soros vagy párhuzamos allokáció. Szoftveres úton is kereshetünk megengedett megoldást pl. a Microsoft Project programja segítségével. A módszer egy adott célfüggvényre keres optimális megoldást, melyet előre rögzítenünk kell (pl. lehető legkorábbi kezdés, kiegyenlített erőforrás-felhasználás stb.).

A módszer ismertetéséhez előbb néhány – az ütemezésben használt – alapfogalmat kell áttekintenünk.

Bizonyos tevékenységeket párhuzamosan, bizonyos tevékenységeket pedig csak egymás után végezhetünk (pl. egy ház alapjának kiásása meg kell hogy előzze az alap betonnal való kiöntését). Amikor előírjuk, hogy egy tevékenységet milyen más tevékenység követhet, akkor tulajdonképpen egy **rákövetkezési relációt** határozzunk meg.

Ha meghatároztuk a megvalósításhoz szükséges tevékenységeket, megállapítottuk a rákövetkezési relációkat, akkor felrajzolhatunk egy ún. **logikai hálót**. Ez a háló megmutatja a tevékenységek közti logikai kapcsolatokat (rákövetkezési relációkat).

Ezután meg kell határoznunk, vagy meg kell becsülnünk a tevékenységek (várható) **időtartamát**. Ezt követően egy ütemezési módszerrel (pl. CPM, PERT, MPM stb.) meghatározhatjuk a **teljes projekt átfutási idejét**. A módszerek segítségével kiszámíthatjuk, hogy egy adott tevékenységnek mikor kell kezdődnie, illetve befejeződnie legkorábban, illetve legkésőbb. Azokat a tevékenységeket, melyek nem csúszhatnak (az ún. **teljes tartalékidejük**, ami nem más, mint a **legkésőbbi kezdés** – a **legkorábbi kezdés** = 0), **kritikus tevékenységeknek** nevezzük. A program kezdésétől a befejezéséig tartó kritikus tevékenységekből rákövetkezési relációban álló tevékenységek sorát **kritikus útnak** nevezzük. Ez az út lesz a felrajzolt hálóban a leghosszabb út.

Az ütemezési feladat megoldása után meg kell határozni, vagy meg kell becsülni a tevékenységek végrehajtásához szükséges erőforrásokat, illetve ezek mennyiségét. (pl. egy adott munka végrehajtásához hány fő szükséges, milyen anyagokat kell felhasználnunk, illetve milyen berendezésekre van szükségünk.) Ha adott(ak) az erőforrás-korlát(ok), akkor keresnünk kell egy megengedett megoldást. Ebben az esetben egy olyan ütemtervet kapunk, amely során a teljes projekt átfutási ideje lehetőleg nem növekszik és a rendelkezésre álló erőforráskorlátot a program megvalósítása során egyszer sem lépjük túl.

Ezután meg kell határoznunk, hogy milyen erőforrás-felhasználást szeretnénk megvalósítani, vagyis meg kell határozni a célfüggvényt.

Ha található megengedett megoldás, akkor található véges lépésben (egy Branch and Bound módszerrel) az adott célfüggvényre nézve legjobb megoldás, amit a továbbiakban **az erőforrás-allokációs probléma adott célfüggvényre nézve optimális megoldásának** nevezzük.

Erőforrás-allokáció időben változó korlátozás esetén

A gyakorlati életben sokszor a rendelkezésünkre álló erőforrások időben nem állandóak. (Pl. ünnepnapokon lehet, hogy csak kevesebb munkásra számíthatunk.)

Abban az esetben, amikor az erőforráskorlát időben változik (pl. egy szakaszonként konstans függvény, és az erőforráskorlát függvényének csak véges sok helyen van szakadása) – disszertációmban megmutatom – hogy vissza lehet vezetni a feladatot konstans erőforráskorláttal rendelkező erőforrás-allokációs problémára.

On-line ütemezés, megszakíthatóság kezelése

A megvalósítás során sokszor előfordul, hogy a már működő projektbe menet közben kell beavatkoznunk. Ennek több oka is lehet. Előfordulhat, hogy a projekt végrehajtása közben bizonyos nehézségek lépnek fel. Például egy adott tevékenység a tervezettnél több erőforrást igényel, vagy éppen időtartama hosszabb lesz, mint arra számítottunk. Az is lehetséges, hogy az erőforráskorlát másképpen alakul, mint azt eredetileg elterveztük.

Vannak olyan tevékenységek, melyeket megszakíthatunk, és vannak olyan tevékenységek, amelyeket nem. A megszakítható tevékenységekre is igaz, hogy egy bizonyos ideig (pl. a technológia miatt) nem szakíthatók meg, és értelmezhető egy olyan idő, amely elteltével az adott tevékenységet mindenképpen folytatni kell. Ha egy tevékenység esetében megengedjük a megszakíthatóságot, akkor a soros illetve párhuzamos allokációk bármelyike használható megengedett megoldás keresésére.

Ha ebből a megengedett megoldásból indulunk ki úgy, hogy a megszakított tevékenységeket külön tevékenységekként kezeljük azzal a megszorítással, hogy a maximális idő, amely e két megszakított tevékenység között van, ne lépje túl az előírtat, akkor egy optimális megoldást kaphatunk.

Költség-, idő-, erőforrás-optimalás egyidejű megvalósítása

Ebben az esetben három kritérium, a költség-, idő- és erőforrás-optimalitás egyaránt fontos szempont. Az eddig tárgyaltakat figyelembe véve a gyakorlati élethez ez a modell áll a legközelebb. Képzeljünk el egy projektet, melynél a tevékenységeket, a tevékenységekhez szükséges időt, költséget, erőforrásigényt már meghatároztuk. Adott minden tevékenységre vonatkozóan, hogy ha az adott tevékenységet hamarabb szeretnénk befejezni, akkor az milyen költség- és erőforrás-növekménnyel jár. Ebben a helyzetben kell egy olyan programot meghatároznunk, mely a minimális költségnövekménnyel, a legrövidebb idő alatt, maximális párhuzamosítás mellett beütemezi a tevékenységeket a legkorábbi időpontra úgy, hogy egy adott erőforráskorlátot ne lépjen túl.

Ez a három kritérium nem mindig elégíthető ki egyszerre kompromisszumok nélkül.

A módszer során először meg kell határozni a normál, illetve a minimális átfutási idővel rendelkező termelési programot. Ezután a minimális összköltséggel rendelkező termelési programra végezzük el a megengedett megoldás keresését. Ha létezik

nemkritikus megengedett megoldás, akkor létezik a feltételeknek megfelelő összköltség-minimális optimális erőforrás-allokáció is. Ha nem található nemkritikus megoldás, akkor az összköltség-minimális termelési programhoz legközelebb eső legkisebb átfutási idővel rendelkező termelési programra végezzük el az optimalizálást. Ha a normál, illetve a minimális átfutási idővel rendelkező termelési programok között egyetlen nemkritikus megoldás sem található, akkor csak a korábban ismertetett módszerek valamelyikét használhatjuk.

Költségcsökkentés alternatív megoldások segítségével

A projektek tervezése és megvalósítása során nagyon sokszor előfordul, hogy az előzetes kalkuláció után a minimális összköltséggel megvalósítandó optimális erőforrás-allokációjú projektet sem lehet azon az áron megvalósítani, amelyen a tendert kiíró megvalósítani szeretné.

Ha az előzetes kalkulációk során kiszámított minimális összköltségre vonatkozó optimális erőforrás-allokációs megoldás esetén a költségek magasabbak, mint a program megvalósítására szánt költségvetés, akkor három lehetőségünk van: vagy lemondunk a projekt megvalósításáról, vagy veszteséggel, de megvalósítjuk a projektet, vagy pedig az egyes megvalósítandó tevékenységeket – költségcsökkentés céljából – más tevékenységekkel váltjuk ki. Az első választási lehetőséggel az elemzés során most a továbbiakban nem foglalkozunk, hiszen ebben az esetben elesünk az üzlettől és itt nincs értelme tovább optimális erőforrás-tervezést készíteni. A második választási lehetőséget néha akkor is „bevállalják”, ha az átmeneti veszteség ellenére arra számítanak, hogy későbbi projektek megvalósításakor ez a veszteség megtérül. Ekkor meg kell határozni egy minimális összköltséggel járó, adott célfüggvényre optimális erőforrás-allokációt. (A módszer menetét lásd az előző fejezetben). Értekezésemben elsősorban a harmadik esettel foglalkoztam, vagyis egyes megvalósítandó tevékenységeket – költségcsökkentés céljából – más tevékenységekkel hogyan lehet kiváltani.

Többféle erőforrás egyidejű kezelése

Nagyobb projektek esetén nemcsak egy erőforrást kell figyelembe vennünk, hanem általában többet (munkaerő, anyagfelhasználás, berendezések stb.) Ezeket együttesen kell kezelni. Meghatározható valamennyi erőforrás-felhasználásra egy-egy korlát. Ekkor fel kell rajzolnunk valamennyi erőforrásfajtára egy-egy terhelési diagramot. Ezeket csak együttesen optimalizálhatjuk, hiszen az itt megkapott ütemterveknek meg kell egyezniük. A tevékenységeket mindegyik diagramról leolvasva ugyanakkor kell kezdeni, illetve befejezni, megszakítani, illetve továbbfolytatni.

Párhuzamos projektek közötti erőforrás-elosztás

Egy vállalatnál párhuzamosan több beruházási projekt, termelési program is folyhat. Amennyiben azonos erőforrásokat igényelnek, akkor elképzelhető, hogy érdemes bizonyos erőforrásokat átcsoportosítani az egyik projektből a másikba a hatékonyabb erőforrás-kihasználás érdekében. Erőforrásokat a két projekt között csak akkor lehet

átcsoportosítani, ha: Azonos erőforrásokat használnak, az erőforrás-átcsoportosítás lehetséges (nincs térbeli, földrajzi, technológiai, egyéb akadálya) és az erőforrás-átcsoportosítást a vállalat engedélyezi.

Amennyiben a fenti feltételek teljesülnek, akkor a hálók és a terhelési diagramok összevonhatók egy hálóba, illetve egy diagramba. Az összevont hálón, illetve diagramon sem kaphatunk a felhasznált tartalékidőkre jobb megoldást, mint a legkorábbi időre beütemezett, maximálisan párhuzamosított megoldás, hiszen a rákövetkezési relációkat itt is be kell tartani. Mégis általában jobb, hatékonyabb megoldást kapunk, mintha két független, párhuzamosan működő projektet külön-külön optimálnánk.

Amennyiben a fenti feltételek bármelyike nem teljesül, akkor csak külön-külön optimálhatjuk a projekteket.

A fennmaradó erőforrást többféleképpen is eloszthatjuk. Amennyiben például az erőforrás a munkaerő, úgy csak annyi munkást kell foglalkoztatni az adott időben a projekten, amennyit a projekt erőforrásigénye megkíván. Ha az erőforrás nem a munkaerő, hanem pl. valamilyen anyag, berendezés, akkor a ki nem használt erőforrást az alábbiak figyelembevételével oszthatjuk el:

1. Ha a legfontosabb szempont, hogy a termelési program akkor se változzon, ha valamilyen többlet erőforrásigény lép fel, akkor célszerű a fennmaradó erőforrásokat vagy egyenlően, vagy valamilyen súlytényező figyelembevételével ahhoz a termelési programhoz rendelni, ahol az erőforrásokra inkább szükség lehet.

2. Az előző esetben előfordulhat, hogy sokszor kell egyik projektből a másikba szállítani olyan anyagokat, amelyeket lehet, hogy fel sem használunk. Ha az a szempont, hogy a projektek közötti anyagszállítás minimális legyen, akkor a következőképpen járunk el. Kihasználjuk, hogy a projektekhez szükséges összes erőforrás elegendő az összes projekt számára, így azt kell meghatároznunk, hogy hogyan lehet kielégíteni az összes erőforrásigényt minimális anyagmozgással.

Erőforráscsoport – csoportos erőforrás-tervezés

A vállalati vezetés egyfajta újszerű szervezeti törekvése a csoportos munkavégzés. Óriási jelentősége van a komplex problémamegoldásban, a döntéselőkészítésben és a projektek kivitelezésében is. Egy projekt kivitelezésénél bevett gyakorlat például, hogy bizonyos munkákat egy-egy csoport végez. Sokszor előfordul, az is hogy bizonyos tevékenységeket alvállalkozóknak adnak ki. A fővállalkozó sok esetben csak e munkák koordinálásával foglalkozik.

A projektmenedzsmentben használt erőforrás-tervezési módszerek legnagyobb hiányossága, hogy ezeket az eseteket nagyon nehezen kezelik. A leírt módszer segítséget nyújt, hogy a fenti – gyakorlatban előforduló – problémákat kezelni tudjuk. Arra a kérdésre keressük a választ, hogy ha egy-egy munkát egy alvállalkozó vagy egy csoport végez, akkor hogyan kell az adott munkát elosztani a csoporton belül ahhoz, hogy azt a lehető legrövidebb idő alatt az erőforráskeretét nem túllépve költség-hatékonyan végezze el.

Ezek az eljárások bármely – a projektmenedzsmentben használt (pl. Microsoft Project, CA-SuperProject, Primavera stb.) – szoftver által szolgáltatott megengedett megoldásból indulhatnak. Figyelembe veszik a tevékenységeket végző kompetenciáját, ezáltal pontosabb becslést kaphatunk a szükséges erőforrásigény és az időtartam

nagyságáról. Ezeket a megoldásokat egy adott cél (vagy célfüggvény) szerint a módszerünk minden lépésben javíthatjuk. Több projektre, több erőforrást kezelve minimális összköltségű, optimális erőforrás-terhelésű programokat határozhatunk meg.

Bizonytalanság kezelése erőforrás-, költség- és időtervezésben

A gyakorlati életben mind a fejlesztési, mind a beruházási, de különösképpen a kutatási projektek esetén nem tudjuk biztosan meghatározni egy adott projekt, vagy termelési program tevékenységeinek időtartamát. Különösen igaz ez a kutatási és a fejlesztési programokra, ahol a tevékenységek időtartamai kevésbé ismertek. A tervezett és a tényleges tartam sokszor különbözik egymástól.

A módszer segítségével tetszőleges projekt (költség, erőforrásigény, idő) optimális erőforrás-allokációját lehet meghatározni, úgy, hogy figyelembe véve a tevékenységek időtartamainak bizonytalanságát is.

A módszer egy megengedett erőforrás-allokáció alternatív úton lévő tevékenységeit adott célfüggvénynek megfelelően ütemezi be (ez a célfüggvény lehet, pl. lehető legkorábbi kezdés, lehető legkésőbbi kezdés, stb. lásd 2. fejezet), figyelembe véve, hogy az adott tevékenységek várható időtartamai egy-egy valószínűségi változó, melyeknek van várható értéke, illetve szórása. A szakirodalom szerint általában 10-12% költséget takaríthatunk meg azért, hogy a tevékenységek időtartamait nem determinisztikus változókként, hanem valószínűségi változókként kezeljük, hiszen így az időtartamok bizonytalanságát már előre figyelembe tudjuk venni. Hozzávetőlegesen meg tudjuk határozni, hogy egy adott biztonsági szint mellett mennyi lesz a program átfutási ideje. Mégis nagyon sokszor nem várt események is befolyásolhatják a projekt, vagy a termelési program átfutását. Amennyiben a projekt működése közben az erőforráskorlát, vagy a tevékenységek erőforrásigénye, időtartama megváltozik, a módszer segítségével meghatározható egy új termelési program a még futó, illetve a még el nem kezdett tevékenységekre.

Az algoritmus segítségével olyan projekteket tervezhetünk, ahol a lehető legrövidebb idő alatt a legkisebb (változó) költségnövekménnyel, optimális erőforráskihasználással, maximális párhuzamosítás mellett hajthatjuk végre a projektünket, a lehető legkisebb bizonytalanság mellett.

Ezzel a módszerrel több párhuzamosan működő projektet optimalizálhatunk, illetve többféle erőforrás egyidejű kezelését valósíthatjuk meg. Kezelnünk tudjuk továbbá a fel nem használt erőforrásokat is.

Hipotézisek:

- H1. A menedzserek számára a különböző tevékenységek szervezését biztosító gyakorlati módszerek, eljárások, szoftverek nem alkalmasak valamennyi erőforrás-tervezési/költségtervezési probléma megoldására.**
- H2. A gyakorlatban használt algoritmikus módszerek nagyméretű projekteknél (több mint 10 000 tevékenység) nem képesek „belátható” időn belül legalább megengedett megoldást találni.**

H3. A gyakorlatban használt módszerek, eljárások, szoftverek nem kezelik a költségek és erőforrásigények bizonytalanságát.

Tézisek:

T1. Bizonyítottam, hogy egy erőforrás-korlátos erőforrás-allokációs probléma tetszőleges megengedett megoldásából véges lépésben el lehet érni egy adott célfüggvény(ek)re (lehető legkorábbi kezdés, lehető legkésőbbi kezdés) nézve az adott erőforráskorlátokat figyelembe vevő legjobb megoldást (amennyiben ezek az erőforrások megújuló erőforrások), melyet alkalmazni lehet akkor, ha: [P1-P4, P7, P9, P10, K1, K2]

- az erőforráskorlát időben állandó/nem állandó (szakaszonként konstans),
- az idő-, költség- és erőforrásigény együttes optimalizálása a cél,
- többfajta erőforrás egyidejű, illetve párhuzamosan működő projektek közötti erőforrás-megosztás kezelése a cél, vagy
- a fenti eseteket egyidejűleg kívánjuk kezelni.

T2. Bizonyítottam, hogy egy megváltozott erőforrás-korlátos erőforrás-allokációs probléma tetszőleges megengedett megoldásából véges lépésben el lehet érni adott célfüggvény(ek)re nézve az adott korlátokat figyelembe vevő legjobb megoldást (amennyiben ezek az erőforrások megújuló erőforrások). Az eljárást alkalmazni lehet, ha változik: [P1-P4, P7, P9, P10, K1, K2]

- az erőforráskorlát,
- a tevékenységek időtartama vagy
- az erőforrásigénye, illetve
- ezen változások közül egyszerre több is bekövetkezik.

T3. Igazoltam, hogy minden olyan esetben, ahol meghatározható vagy megbecsülhető egy tevékenység időtartamának, erőforrás-szükségleteinek várható értéke illetve szórása, valamint létezik az erőforrás-allokációs probléma egy adott biztonsági szintre vonatkozó, adott korlátokat figyelembe vevő megengedett megoldása, akkor véges lépésben található - egy adott, a menedzsment által meghatározott, célfüggvényre nézve - az adott korlátokat figyelembe vevő, adott biztonsági szintre nézve optimális megoldás. [P5, P6, P8, P11, P13, K3-K8]

T4. Igazoltam, hogy a kidolgozott módszerrel egy megváltozott erőforrás-allokációs problémából véges lépésben található adott biztonsági szintre nézve, adott korlátokat figyelembe vevő, adott célfüggvényre nézve optimális megoldás. A módszert alkalmazni lehet, ha változik: [P5, K3-K8]

- az erőforráskorlát,
- a tevékenységek időtartama vagy
- az erőforrásigénye, illetve

- ezen változások közül egyszerre több (akár mindegyik) is bekövetkezik.
- T5. Igazoltam, hogy minden olyan esetben, amikor meghatározható a tevékenységek időtartamai és változó költségei között egy determinisztikus vagy sztochasztikus függvénykapcsolat, akkor megengedett megoldás létezése esetén meghatározható (feltéve, hogy a becsült valószínűségi változók (erősen) stationer ergodikus valószínűségi változók):**
- az összköltségminimális optimális erőforrás-allokáció,
 - minimális átfutási idővel rendelkező optimális erőforrás-allokáció.

Publikációk:

- [P1] **Kosztván Zsolt Tibor**, Bencsik Andrea: Erőforrás-optimalizálás, egy új módszer alkalmazása a projektmenedzsmentben (A cikk az MLBKT évente meghirdetett logisztikai diákpályázatának nyertes dolgozata alapján készült). Logisztikai Híradó 2001/6 5-7 oldal.
- [P2] **Kosztván Zsolt Tibor**, Bencsik Andrea, Hogyor András: Egy új módszer alkalmazása idő-, erőforrás-, költségoptimalásra projekt-menedzsmentben, illetve logisztikában, 2002 Logisztikai Évkönyv 99-109 oldal.
- [P3] **Kosztván Zsolt Tibor**, Bencsik Andrea, Hogyor András: Működő projektek optimális erőforrás elosztása, Műszaki Vezető, Verlag Dashöfer 2002.
- [P4] **Kosztván Zsolt Tibor**, Bencsik Andrea, Hogyor András: Működő projektek optimális erőforrás elosztása, Gyakorlati Logisztikai Füzetek, Verlag Dashöfer 2002.
- [P5] **Kosztván Zsolt Tibor**, Bencsik Andrea: Bizonytalan átfutási idejű projektek optimális erőforrás elosztása, Műszaki Vezető, Verlag Dashöfer 2003.
- [P6] **Kosztván Zsolt Tibor**, Bencsik Andrea: Bizonytalanság kezelése különböző logisztikai feladatok esetén, Műszaki Vezető, Dashöfer 2003.
- [P7] **Kosztván Zsolt Tibor**, Bencsik Andrea, Mátrai Rita: Költségcsökkentés alternatív megoldások segítségével, Műszaki Vezető, Verlag Dashöfer 2004.
- [P8] **Kosztván Zsolt Tibor**, Bencsik Andrea, Mátrai Rita: Bizonytalanság kezelése kissorozatgyártás termelésirányításában, Műszaki Vezető, Verlag Dashöfer 2004.
- [P9] Mátrai Rita, **Kosztván Zsolt Tibor**, Póta Szabolcs, Bencsik Andrea: Erőforrás-tervezés egy létesítményprojekt megvalósítása esetén. Esettanulmány. Műszaki Vezető, Verlag Dashöfer 2004.
- [P10] **Kosztván Zsolt Tibor**, Bencsik Andrea: Erőforráscsoport, - csoportos erőforrás-tervezés, Műszaki Vezető, Verlag Dashöfer 2005.
- [P11] **Zs. Kosztván**, Sz. Póta, A. Bencsik, R. Mátrai: Distributed Deterministic and Stochastic Optimal Resource Allocation, Logistics Networks - models, methods and applications, University of Miskolc, 2004, ISBN 963 661 641 8., Eds. T. Bányai, J. Cselényi. (pp. 75-94)

Megjelenés alatt

- [P12] **Zs. Kosztván**, Z. Perjés, A. Bencsik: Cost Reduction By Means Of Alternative Solutions, *Aston Times Office*, Aston University, Birmingham
- [P13] **Zs. Kosztván**, Z. Perjés, Sz. Póta, A. Bencsik, R. Mátrai: Deterministic and Stochastic Optimal Resource Allocation And Its Distributed Implementation, U.T.PRES, Universitea Technică din-cluj- napoca, 2005.

Konferencia előadások:

Hazai konferenciák:

- [K1] **Kosztján Zsolt Tibor**, Bencsik Andrea: Erőforrás-optimalizálás, és alkalmazása projektmenedzsmentben és logisztikában egyedi és kissorozatgyártás termelésirányításában, előadás: 2001 Logisztikai Konferencia, Budapest 2001 május 14
- [K2] **Kosztján Zsolt Tibor**, Bencsik Andrea: Bizonytalanság kezelése erőforrás-, költség és időtervezésben, előadás: Veszprémi Egyetem, Gazdaságtudományi Önellő Intézet Doktorandusz Konferencia, 2003. március 20-21.
- [K3] **Kosztján Zsolt Tibor**, Póta Szabolcs: Determinisztikus és sztochasztikus optimális erőforrás-allokáció elosztott rendszerekben. II. Gazdaságinformatikai konferencia, Győr, 2004. november 11-12, pp. 49-50. (Gyakorlati megvalósítások kategória: I. díj)

Nemzetközi konferenciák:

- [K4] **Zs. Kosztján**, A. Bencsik, R. Mátrai: Uncertainty in Optimal Resource Allocation: The 4th International Conference of PhD Students, University of Miskolc, 11-17 August 2003, pp. 115-120.
- [K5] Sz. Póta, **Zs. Kosztján**: Implementation of Deterministic and Stochastic Optimal Resource Allocation in a Distributed System, microCAD 2004, Miskolc, 2004. March. 17-19., pp. 365-370.
- [K6] **Zs. Kosztján**, A. Bencsik, R. Mátrai: Handling the Deterministic and Stochastic Time, Resources and Costs in Project Management and Logistics, microCAD 2004, Miskolc, 2004. March. 17-19., pp. 59-64.
- [K7] **Zs. Kosztján**, A. Bencsik: Handling the Uncertainty in Resource Management, CSCS (The Fourth Conference of PhD Students in Computer Science) 2004, Szeged, 2004.July. 1-4.
- [K8] **Zs. Kosztján**, Sz. Póta: Optimal Deterministic and Stochastic Resource Allocation in a Distributed System, CSCS (The Fourth Conference of PhD Students in Computer Science) 2004, Szeged, 2004.July. 1-4.