

# Analýza problémů v rámci alokace lidských zdrojů v projektovém řízení

**Roman Nedzelský, Martin Potančok**

Fakulta informatiky a statistiky  
Vysoká škola ekonomická v Praze  
nám. W. Churchilla 4, 130 67 Praha 3

[roman.nedzelsky@vse.cz](mailto:roman.nedzelsky@vse.cz), [martin.potancok@vse.cz](mailto:martin.potancok@vse.cz)

**Abstrakt:** Tento článek se zaměřuje na identifikaci hlavních problémů v oblasti alokace lidských zdrojů v rámci projektového řízení a na identifikaci možných zlepšení, které by tento stav mohly pozitivně ovlivnit pomocí klasických technik, ale i pomocí algoritmů, či jiných automatizovaných nástrojů na optimalizaci. Je provedena analýza v podobě dotazníkového průzkumu i rešerše literatury a vědeckých zdrojů, na jejichž základě jsou identifikována případná zlepšení, nebo směry, kterými je možné se ubírat. Mezi tyto směry patří především aplikace technik, metodik a algoritmů, které mají za úkol optimalizovat celý proces alokace a balancování lidských zdrojů na projektech.

**Klíčová slova:** alokace, lidské zdroje, projektové řízení.

**Abstract:** The aim of this paper is to identify the main problems in the allocation of human resources within project management and identify possible improvements. An analysis is carried out in the form of a questionnaire survey as well as a literature review to identify possible improvements or directions that can be taken into account. These include, above all, the application of techniques, methodologies and algorithms to optimize the whole process of allocating and balancing human resources on projects.

**Keywords:** allocation, human resources, project management.

## 1. Lidské zdroje v oblasti projektového řízení

Mnoho společností se v dnešní době potýká s problémy ve spojení s plánováním a řízením projektů, projektového portfolia a jak je popsáno níže i s plánováním lidských zdrojů. Některé z nich plánují projekty v tabulkovém editoru, další pak za použití různých softwarových nástrojů. Problémy se většinou týkají špatné kolaborace, špatného plánování při neustále přibývajících projektech, či špatné alokaci lidských zdrojů. Tyto jednotlivé příčiny je možné vidět i na obrázku 1, kde je zobrazena charakteristika a důvody selhání projektů v oblasti IT s rozpočtem nad 15 milionů dolarů. Problémy s projektovým plánováním a alokací lidských zdrojů jsou nejčastější příčinou. V rámci nutnosti dynamičnosti při řízení projektů a vyšších celků v návaznosti na podnikové strategické cíle je potřeba dynamicky pracovat i s zdroji, které vykonávají jednotlivé úkony. Je potřeba neustále zlepšovat proces alokace, monitorování a správy, řešit vhodně rozvoj zdrojů, ideálně tak, aby dále akceleroval celou smyčku opakujících se úkonů na nových projektech. Právě výkonnostní problémy jsou častým ukazatelem špatné kolaborace a nastavení koncepce řízení zdrojů. Z pohledu nerealistických harmonogramů je často chyba v odhadu náročnosti úkolů, které se mnohdy dopouští pracovníci s nedostatečnou zkušeností, případně

jednající ve spěchu z důvodů přealokace. Společnosti také často evidují poměrně velké množství informací o projektech, zákaznících a zdrojích, nicméně s těmito informacemi často dále nepracují, mají je uložené v různých informačních systémech, nebo i částečně v papírové podobě (Otero et al., 2009), (Bloch, Blumberg and Laartz, 2012), (Patil et al., 2014) a (Gartner, 2016).



**Obr. 1 Příčiny neúspěchu velkých IT projektů,**  
zdroj: (Bloch, Blumberg and Laartz, 2012)

Cílem článku je poukázat na problémy spojené s problematikou lidských zdrojů v projektovém řízení a navrhnout vhodné techniky, které je možné aplikovat v jednotlivých situacích.

## 2. Problémy s lidskými zdroji v oblasti projektového řízení

Na základě rešerše literatury byly identifikovány následující problémy v oblasti alokace lidských zdrojů v projektovém řízení:

- Management lidských zdrojů
- Alokace lidských zdrojů
- Absence rezerv na operativu a administrativu
- Nepoužití rozšířených metod na plánování projektů

Tvrzení v následujících kapitolách byla ověřena dotazníkovým průzkumem v pěti vybraných společnostech. Ty byly vybírány metodou snow flake (Kamencová a Čech, 2007), kdy se oslovila jedna společnost, ta doporučila další atd. Společnosti byly většinou nadnárodního charakteru, kde hlavními respondenty byly osoby zodpovědné za řízení projektů a portfolia, často členové projektových kanceláří. Oblasti působení společností jsou zdravotnictví, automobilový průmysl, IT a telekomunikace. Počet respondentů je 40. Otázky se týkaly právě možnosti využití dat o zdrojích, použití různých metod na zvýšení efektivity plánování a integrace jednotlivých produktů, a tedy centralizace dat ve společnosti.

### 2.1 Management lidských zdrojů

Management zdrojů, je jednou z nejdůležitějších aktivit v projektovém řízení. Manažeři a vedoucí týmů by měli dostatečně diskutovat s pracovníky plány jejich dalšího rozvoje v rámci společnosti tak, aby co nejvíce pasovaly na jejich osobnostní profil. Často jsou

tyto informace klíčové právě pro plánování projektů, protože zdroje mohou vykonávat aktivity nepřímo spojené s jejich primární rolí a mohou se tak v těchto oblastech vzdělávat a posouvat. Na druhou stranu je velice důležité správně balancovat poměr mezi mikro-managementem a managementem obecně. Měl by zde existovat poměr mezi hlavními a vedlejšími cíli, kterými může být rozvoj týmu, pokrytí všech potřebných vědomostních oblastí atd. (Fabi and Pettersen, 1992) a (Chen and Huang, 2009).

## 2.2 Alokace lidských zdrojů

Alokace lidských zdrojů souvisí do značné míry s velikostí společnosti. V menších společnostech, nebo týmech je alokace nejčastěji založena na faktu, že vedoucí týmu, který projekty často plánuje, zná lidské zdroje a ví, na čem aktuálně pracují, jaká je jejich kapacita, nebo kdy budou dostupné. Zná také jejich role a dovednosti, a tak není velkým problémem zajistit dostatečný odhad na nový projekt. S rostoucím týmem a přibývajícím množstvím projektů se však dostává do problémů spojených s častými úpravami alokace, ztrácí přehled o zdrojích, kterých je více a je potřeba tedy sáhnout po nástroji, který by alokaci podpořil. Zdroje jsou ve společnosti identifikovány především svojí rolí, tedy hlavní specializací, kterou ovládají. Druhým, velice často používaným ukazatelem zdrojů jsou dovednosti, které ovládají (nejčastěji v rámci své role) – tedy například vývojář může být specializovaný na určité programovací jazyky jako .NET, C# a další. Touto specializací může být lépe párován s konkrétními úkoly v rámci projektů (Carbno, 1999) a (Ballesteros-Perez, Gonzalez-Cruz and Fernandez-Diego, 2012). Z pohledu přetíženosti zdrojů ve společnosti je situace následující:

**Tab. 1 Přetíženost zdrojů, zdroj: autor**

| <b>Jsou Vaše zdroje přetížené?</b>   |        |
|--|--------|
| Poměrně často, provádíme vyrovnávání zdrojů, a poohlídáme se po případném zlepšení | 39,3 % |
| Ne, máme všechny projekty z pohledu zdrojů pokryté                                 | 10,7 % |
| Někdy, především z důvodu špatného odhadu délky trvání úkolu                       | 21,4 % |
| Někdy, především z důvodů špatné motivace zdroje / zdrojů                          | 0 %    |
| Někdy, zdroje mají spoustu dalších aktivit neprojektového charakteru               | 17,9 % |
| Ostatní  | 10,7 % |

Většina dotázaných si myslí, že použití více informací může dopomoci ke kratší délce trvání plánování projektu i k více motivovaným zdrojům ve společnosti.



**Obr. 2 Evidované informace o zdrojích, zdroj: autor**

## 2.3 Absence rezerv na operativu a administrativu

Jedním z hlavních problémů společností je fakt, že plánují svým zdrojům často práci v množství osmi hodin na pracovní den. To je bohužel nereálný fakt a je zde potřeba často počítat s paretoevským poměrem 80:20. Zdroje potřebují čas na činnosti spojené s vykonáváním projektů – například odbavování emailové agendy, schůzky v rámci projektů i týmu apod. (Haseeba and Student, 2015)

## 2.4 Nepoužití rozšířených metod na plánování projektů

Absence použití rozšířených metod v projektovém řízení je další, velice často zmiňovaným problémem. Především špatné odhadnutí délky trvání jednotlivých úkolů v rámci projektu. To může být způsobené nezkušeností jednotlivých zdrojů, kteří činnosti vykonávají a často se domnívají, že zvládnou specifický úkol v kratší době, případně nemají dostatek informací a nezeptají se na ně. Zkušeni projektoví manažeři, kteří často pracují na projektech stále s těmi stejnými lidmi, mají většinou stanovený vnitřní koeficient, kterým násobí jednotlivé odhady. Tím si vytvářejí dostatečnou rezervu. Jiní manažeři naopak mají takovou konstantu na celkový projekt. Obě dvě skupiny následně tímto zabezpečují kritickou cestu projektu (viz kapitola 4.2) a nepřímo tak z části aplikují i metodu PERT (Program Evaluation and Review Technique, viz kapitola 4.2), kde pracují s odhadem od zdroje jako s optimistickým odhadem a přidávají k němu rozdíl oproti tomuto odhadu znásobenému o koeficient.

## 2.5 Shrnutí

Oblasti popsané v předchozích kapitolách jsou převážně způsobeny nedostatečným řízením lidských zdrojů, respektive nevyužitím všech dostupných informací a absencí optimalizačních technik. Tyto oblasti tvoří mezeru v praxi, která způsobuje mnohdy vážné problémy s řízením projektů i strategických cílů společností. Na základě těchto informací je možné specifikovat oblasti, které tyto problémy nejvíce způsobují a zaměřit se na jejich možné zlepšení, nebo optimalizaci. Jedná se především o možnosti integrace dat ve společnosti, díky které se informace o lidských zdrojích sjednocují a mají tedy potenciál k plnému využití v rámci řízení projektů. Následně je možné přistoupit k možným návrhům využití těchto dat, a tedy k optimalizaci návrhu projektového plánu projektu i optimalizaci běhu projektu.

# 3. Problémy s využíváním informací v projektovém řízení

## 3.1 Nevyužití dostupných informací ve společnosti

Společnosti často evidují poměrně velké množství informací o projektech, zákaznících a zdrojích, nicméně s těmito informacemi ne vždy dále pracují. Tyto informace jsou na různých místech společnosti, elektronických i fyzických – velice často v papírové podobě. Může se jednat o informace o zaměstnancích z pohledu infrastruktury – tedy informace obsažené v doménovém řadiči kombinovaném se správou identit (například Active Directory). Na takovém serveru se nejčastěji nacházejí informace jako jméno, příjmení, emailová adresa, jméno přímého nadřízeného, pobočka + další informace technického zaměření. Dalším systémem může být systém pro oddělení lidských vztahů, kde může být evidováno mnoho dalších informací o zaměstnancích – jejich dovednosti, uložený životopis, vzdělávací plán, předchozí zkušenosti

a zaměstnavatelé, ale i dovolené, plánované práce z domova, nebo jiné absence atd. Jako další příklad je vhodné uvést případný systém pro správu projektů, kde jsou evidovány alokace a kapacity zdrojů, jejich dovolené, informace o projektech, strategiích společnosti, případně informace finančního charakteru. Jako poslední stojí za zmínku obchodní systém, ve kterém je možné evidovat zakázky ve stádiu přípravy, finanční informace nejčastěji výhledového charakteru, nebo informace o klientele společnosti (Srivastava, Kambhampati and Do, 2001) a (Sveiby, Linard and Dvorsky, 2002).

Všechny tyto informace lze využít pro lepší plánování zdrojů, projektů i portfolia společnosti. Ať již za použití pouhé evidence v rámci projektových manažerů, nebo algoritmů pro dynamickou alokaci zdrojů, či prediktivní analytiku v rámci společnosti.

### **3.2 Integrace dat ve společnosti**

Integrace dat je stále velice aktuálním tématem pro téměř každou společnost. Nově vznikající společnosti mají někdy tendence se uchýlovat ke cloudovým službám, které v dnešní době umožňují pokrytí velkého množství požadavků svých klientů, a tedy není nutné řešit integraci v rozsáhlé podobě. Střední a velké společnosti takový přechod nemohou často uskutečnit, i když v některých případech je to možné. Integrace jsou nejčastěji řešeny systémem každý s každým, tedy jednotlivé provázání všech informačních systémů. Zde většinou vzniká problém s udržitelností celého řešení infrastruktury, případně s potenciálním růstem řešení. Druhou možností je umístění prvku, který integraci zajišťuje a přes který integrace probíhá. Tento model je taktéž velice častý, přičemž integrace je realizována pracovními postupy (workflow), které propisují data mezi jednotlivými systémy společnosti. Zde je realizován vztah jeden ku mnoha. Třetí možností je umístění podnikové sběrnice, v rámci které je vytvořen univerzální komunikační jazyk pro všechny systémy, ke kterým je posléze vyvinut překladač, který zajišťuje transformaci všech vysílaných a přijímaných zpráv do této sběrnice. Tato metoda je nejvíce robustní, nicméně nejvíce nákladná pro společnost.

Z pohledu možností alokace lidských zdrojů je integrace jedním ze zásadních a naprosto klíčových pojmů. Je potřeba zohlednit název zdroje, oddělení, zemi, roli – systém pro řízení identit. Je potřeba pracovat s informacemi o alokaci zdroje, jeho kapacit – nástroj na projektové řízení. Dále je možné zohlednit dovolené zdroje, státní svátky v rámci země, ve které se zdroj nachází i časové pásmo, ve kterém zdroj pracuje – HR systém. Za doplňkové informace pak lze považovat dovednosti zdroje, jeho hodnocení z předchozích projektů a další parametry – všechny další informační systémy společnosti. Všechny tyto informace tedy pocházejí z jednotlivých informačních částí organizace a dohromady umožňují více efektivní zohlednění všech faktů potřebných pro korektní alokaci lidských zdrojů.

## **4. Možnosti pro zlepšení stavu**

Problémy s managementem lidských zdrojů je možné částečně řešit použitím nástrojů, které dopomáhají evidovat zdroje v určitých přehledech, a to včetně jejich vlastností a dovedností. Za účelem lepší přehlednosti mapování problémů uvedených v předchozích kapitolách s možnými přístupy a řešeními je možné vidět přibližné mapování v tabulce 2.

**Tab. 2 Mapování problémů na potencionální řešení, zdroj: autor**

---

|  |  |
|--|--|
| Management lidských zdrojů                   | - Integrace dat ve společnosti<br>- Navýšení množství informací evidovaných o lidských zdrojích                                      |
| Alokace lidských zdrojů                      | - Optimalizační algoritmy, které je možné implementovat do nástrojů na projektové řízení, případně je používat samostatně            |
| Absence rezerv na operativu a administrativu | - Softwarové nástroje  |
| Optimalizované plánování projektu a zdrojů   | - Techniky a metodiky na řízení projektů a zdrojů (kritická cesta, PERT a další)<br>- Softwarové nástroje<br>- Prediktivní analytika |

---

## 4.1 Softwarové nástroje

Na základě analýzy softwarových nástrojů společností Gartner je možné identifikovat společnosti, které jsou vedoucími v této oblasti. Jedná se o společnosti Planview, CA Technologies a Changepoint (viz obrázek 3). Přestože společnost Microsoft je identifikována jako "challenger", na základě osobních zkušeností autora je vhodné i tuto společnost a její produkt Project Server zahrnout do tohoto listu v rámci této práce. Jedná se o velice rozšířený produkt nad jednou z nejvíce využívaných platform na portálová řešení – SharePoint Server. Nad touto platformou navíc mnoho společností začíná i ve spojení s řízením projektů. Tento článek se nevěnuje specifickému popisu jednotlivých nástrojů, ty jsou popsány například v reportu společnosti Gartner (Daniel B. Stang, Robert A. Handler and Teresa Jones, 2016) a (Beecham, 2014).



**Obr. 3 Gartner Magic Quadrant for IT Project and Portfolio Management Software Applications,**

*zdroj: (Daniel B. Stang, Robert A. Handler and Teresa Jones, 2016)*

Každá ze zmíněných společností nabízí podobné produkty, které pomáhají zlepšit řízení projektů, portfolio a zdrojů. Je spíše otázkou osobního názoru, který je lepší, nebo horší pro konkrétní kontext.

## 4.2 Techniky a metodiky

Existuje mnoho technik a metodik, které byly vyvíjeny v průběhu mnoha desítek let za účelem zlepšení možnosti plánování projektů. Tato kapitola má sloužit k vytvoření přehledu těch nejnámějších z nich (Ernst et al., 2004) a (Laslo, 2010).

### TOC

K detailnější identifikaci všech slabín návrhu projektu slouží například teorie omezení (TOC). Tato teorie přirovnává každý systém k řetězu, který může mít jedno slabé oko/článek. Každý systém má takové slabé místo a aby takový systém byl funkční, je nutné takové místo identifikovat a posílit. Identifikaci a podpoření slabého místa projektu se říká CCPM (Critical chain project management). Tento druh projektového řízení je založen i na myšlence, že identifikace a ovlivnění jedné části řetězce má vliv na celý zbytek. Analogicky tedy lze říci, že pokud se například jeden úkol z celého projektového plánu dostane do zpoždění, hrozí opoždění celého projektu (Pawiński and Sapięcha, 2012).

### PERT

Metoda PERT se používá k řízení složitějších akcí, které mají stochastickou povahu. Obecným předpokladem je rozlišení odhadů na tři samostatné časy/odhady:

- ❑ Prvním je minimální neboli optimistický odhad – nejkratší doba plnění úkolu
- ❑ Druhým je maximální neboli pesimistický odhad – nejdelší doba plnění úkolu
- ❑ Třetím údajem je medián, tedy 50 % pravděpodobnost, že úkol dopadne tak, jak je naplánován

Následná analýza PERT se provede na základě vztahu  $(a+4m+b)/6$ , kde „a“ je optimistický odhad, „m“ je medián neboli střední pravděpodobnost (předpokládaná doba trvání) a „b“ je pesimistický odhad doby trvání. Celá metoda se opírá o Ljapunovu centrální limitní větu, která předpokládá nezávislost náhodných proměnných (Zhong and Zhang, 2003).

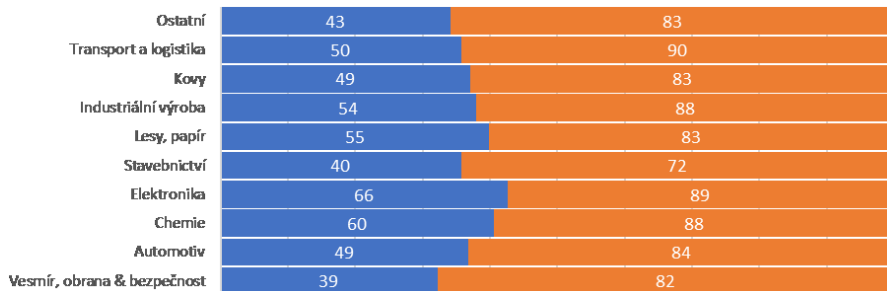
### CPM

Kritická cesta pomáhá určit činnosti, které jsou klíčové pro úspěšné dokončení projektu jako celku v rámci doby jeho trvání. Jinými slovy kritická cesta je nejdelší cestou v síťovém diagramu a určuje nejkratší dobu, za kterou lze projekt dokončit. Její nevýhodou je, že pracuje pouze s pesimistickými odhady, tedy s nejdelšími možnými dobami trvání jednotlivých úkolů (Moselhi and Lorterapong, 1993) a (Eckartz, 2012).

## 4.3 Prediktivní analýza a reporting

Predikce je jednou z nejvíce požadovaných možností plynoucích ze všech možných reportovacích nástrojů a tabulkových editorů. Analýza dat je prováděna nad nejrůznějšími datovými zdroji a touto datovou integrací je často nahrazována integrace systémová. Důležitost využití dat a jejich následnou analýzou vedoucí k predikci a následnému zlepšení rozhodování zobrazuje například i průzkum společnosti PwC (PwC, 2016), viz Obr. 4, kde je nastíněn zájem o tyto metody dnes a s výhledem na pět let.

**Jaký význam představuje shromažďování, analýza a využití dat pro schopnost rozhodování ve Vaší společnosti?**



**Obr. 4** Výhled v oblasti analýzy a predikce, zdroj: (PwC, 2016)

Ve vztahu k našemu tématu je vhodné zmínit se o nástrojích určených ke strojovému učení, které pomáhají nejen k prediktivní analytice. Pomocí těchto nástrojů je možné vytvářet učící se algoritmy, které zpracovávají množství dat na vstupu a opakovanými průchody. V rámci projektového řízení je možné těmito nástroji například predikovat úspěšnost projektů za stávající situace ve společnosti, možnost alokace zdrojů v rámci



projektů, či modelovat lepší analýzy portfolia na základě předem definovaných proměnných a metrik.

#### 4.4 Algoritmizace

Vždy záleží na konkrétních požadavcích i zaměření společnosti, na jejích procesy, kterými provádí určité úkony, zda plánuje zdroje ve vícesměnném provozu, či řídí projekty agilními technikami, nebo klasickým vodopádovým přístupem. Algoritmy jsou většinou reprezentovány vývojem v programovacím jazyce. Pracují se vstupními proměnnými, většinou číselného charakteru a zpracovávají výsledky, které mají dopomoci ve specifické oblasti. V rámci tématu článku lze zmínit několik z nich, které se vztahují k problematice alokace lidských zdrojů, a tedy i plánování a řízení projektů ve společnosti. Jako příklady algoritmů lze uvést několik prací věnujících se problémům dynamické alokace zdrojů.

Přehled možných algoritmů pro řešení dynamické alokace lidských zdrojů je na základě rešerše prací od autorů Kima, Jaylakshmi, El-Mihouba a kol a ldy a kol. (Jayalakshmi, Sathiamoorthy and Rajaram, 2001), (El-Mihoub et al., 2006), (Ida et al., 2011), (Kim J., 2012), Alba a Chicano (Alba and Chicano, 2007), Karditsa, Griva et al. (Karageorgos and Rapti, 2015), Srinivasana (G.Srinivasan 2009) a Mills-Tatley a kol. (G.Srinivasan 2009), (Mills-Tetty et al. 2007), Cummingse a Bruni (Cummings, M.L. and Bruni, S., 2010), Azimi a kol. (Azimi et al., 2013), Mortezi Rashmani Nikoei a Zinata Jamshidi (Morteza Rahmani Nikoei and Zinat Jamshidi, 2013), Ozcan (Yanfeng Wang, Perkins and Khurana, 2002), (Ozcan, 2009), (Azimi et al., 2013), (Morteza Rahmani Nikoei and Zinat Jamshidi, 2013) a Yanfeng Wang a kol. (Yanfeng Wang, Perkins and Khurana, 2002) možné definovat v následujícím seznamu:

- Multikriteriální lineární algoritmus
- Multi-objektový genetický algoritmus
- Multi-objektový hybridní genetický algoritmus
- Algoritmus s využitím heuristického vyhledávání
- Vícenásobná optimalizace "mravenčí kolonie"
- Bio-inspired model
- Maďarský algoritmus

#### 5. Závěr

Tento článek měl za cíl shrnout hlavní problémy a nastínit možné řešení v oblasti řízení projektů a portfolia ve společnostech. Je nezbytné začlenit propojení na nejmodernější technické inovace, rozvoj průmyslu 4.0 i využití starších, ale osvědčených postupů a metod. I přes velké množství průzkumů v této oblasti v posledních letech je stále zřejmé, že problémy v této oblasti existují. Projekty i portfolia jsou často řízené bez adekvátních nástrojů, jsou opomíjené principy projektových nárazníků i absence dostatečného řízení rizik a změn v projektech. Na základě výstupů článku je vhodné provést případné inovace. Je zde i prostor pro další výzkum a rozvoj, a to především v oblastech algoritmizace, dynamické alokace, která by počítala s integrovanými informačními systémy a využívala veškeré informace v nich obsažené. Dále je zde prostor i v oblasti prediktivní analytiky a strojového učení, které představuje dnes již důležitou část téměř ve všech zaměřeních, oblastech a odděleních.

## 6. Poděkování

Tento článek byl zpracován za podpory prostředků dlouhodobého koncepčního rozvoje vědy a výzkumu Fakulty informatiky a statistiky Vysoké školy ekonomické v Praze.

## 7. Použité zdroje

Alba, E. and Chicano, J. F. (2007) 'Software project management with GAs', *Information Sciences*, 177(11), pp. 2380–2401. Available at: <http://www.science-direct.com/science/article/pii/S0020025507000175> (Accessed: 27 February 2016).

Azimi, M. et al. (2013) 'Optimal Allocation of Human Resources by Using Linear Programming in the Beverage Company'. Available at: [http://cprenet.com/uploads/archive/UJMSS\\_12-1239.pdf](http://cprenet.com/uploads/archive/UJMSS_12-1239.pdf) (Accessed: 27 February 2016).

Ballesteros-Perez, P., Gonzalez-Cruz, M. C. and Fernandez-Diego, M. (2012) 'Human resource allocation management in multiple projects using sociometric techniques', *International Journal of Project Management*, 30(8), pp. 901–913. doi: 10.1016/j.ijproman.2012.02.005.

Beecham, S. (2014) *Software Project Management in a Changing World*, *Software Project Management in a Changing World*. doi: 10.1007/978-3-642-55035-5.

Bloch, M., Blumberg, S. and Laartz, J. (2012) *Delivering large-scale IT projects on time, on budget, and on value* | McKinsey & Company. Available at: [http://www.mckinsey.com/insights/business\\_technology/delivering\\_large-scale\\_it\\_projects\\_on\\_time\\_on\\_budget\\_and\\_on\\_value](http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/delivering_large-scale_it_projects_on_time_on_budget_and_on_value) (Accessed: 17 May 2014).

Carbno, C. (1999) 'Optimal Resource Allocation for Projects', *Project Management Journal*, 30(2), p. 22. Available at: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=1992223&lang=cs&site=eds-live> (Accessed: 27 April 2014).

Chen, C.-J. and Huang, J.-W. (2009) 'Strategic human resource practices and innovation performance — The mediating role of knowledge management capacity', *Journal of Business Research*, 62(1), pp. 104–114. doi: 10.1016/j.jbusres.2007.11.016.

Cummings, M.L. and Bruni, S. (2010) 'Human-Automation Collaboration in Complex Multivariate Resource Allocation Decision Support Systems', *International Journal of Intelligent Decision Technologies*, 4(2), pp. 101–114.

Daniel B. Stang, Robert A. Handler and Teresa Jones (2016) *Magic Quadrant for IT Project and Portfolio Management Software Applications, 2016*. Available at: <https://www.gartner.com/doc/3329017/magic-quadrant-it-project-portfolio>.

Eckartz, S. M. (2012) 'Managing the business case development in inter-organizational IT projects: a methodology and its application', p. 288. Available at: <http://dx.doi.org/10.3990/1.9789036534024>.

El-Mihoub, T. A. et al. (2006) 'Hybrid Genetic Algorithms: A Review.', *Engineering Letters*, 13(2), pp. 124–137. Available at: [http://www.engineeringletters.com/issues\\_v13/issue\\_2/EL\\_13\\_2\\_11.pdf](http://www.engineeringletters.com/issues_v13/issue_2/EL_13_2_11.pdf) (Accessed: 27 February 2016).

Ernst, A. T. et al. (2004) 'Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models', *European Journal of Operational Research*, 153(1), pp. 3–27. doi: 10.1016/S0377-2217(03)00095-X.

- Fabi, B. and Pettersen, N. (1992) 'Human resource management practices in project management', *International Journal of Project Management*, 10(2), pp. 81–88. doi: 10.1016/0263-7863(92)90060-M.
- Gartner (2016) *Magic Quadrant for IT Project and Portfolio Management Software Applications*, Worldwide. doi: G00278792.
- Haseeba, N. and Student, M. (2015) 'A Survey on Software Project Scheduling Methods', 2(1), pp. 12–14.
- Ida, K. et al. (2011) 'Multistage Resource Allocation Problem by Multiple-choice Constraints with Hybrid Genetic Algorithm'. Available at: [http://www.usc.edu/dept-00/dept/ise/caie/Checked Papers %5Bruhi 12th sept%5D/word format papers/REGISTRATION PAID PAPERS FOR PROCEEDINGS/pdf/127 4 Multi Stage Resource.pdf](http://www.usc.edu/dept-00/dept/ise/caie/Checked%20Papers%20Bruhi%2012th%20sept%20word%20format%20papers/REGISTRATION%20PAID%20PAPERS%20FOR%20PROCEEDINGS/pdf/127%204%20Multi%20Stage%20Resource.pdf) (Accessed: 25 February 2016).
- Jayalakshmi, G. A., Sathiamoorthy, S. and Rajaram, R. (2001) 'A hybrid genetic algorithm—a new approach to solve traveling salesman problem', *International Journal of Computational Engineering Science*, 2(2), pp. 339–355. Available at: <http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S1465876301000350> (Accessed: 27 February 2016).
- Kamencová, M. and Čech, T. (2007) 'Řešení konfliktu pomocí sociálních her'. Available at: [https://is.muni.cz/th/79700/pdf\\_m/DIPL.PRACE\\_zaver.verze.pdf](https://is.muni.cz/th/79700/pdf_m/DIPL.PRACE_zaver.verze.pdf) (Accessed: 29 July 2017).
- Karageorgos, A. and Rapti, E. (2015) 'Resource Allocation in Software Projects Using a Bio-inspired Model', *Journal of Software*, 10(12), pp. 1351–1358. doi: 10.17706/jsw.10.12.1351-1358.
- Kim J. (2012) 'Hybrid Genetic Algorithm Parameter Effects for Optimization of Construction Resource Allocation Problem', in: *American Society of Civil Engineers*, pp. 1560–1569. Available at: <http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784412329.157> (Accessed: 28 February 2016).
- Laslo, Z. (2010) 'Project portfolio management: An integrated method for resource planning and scheduling to minimize planning/scheduling-dependent expenses', *International Journal of Project Management*, 28(6), pp. 609–618. doi: 10.1016/j.ijproman.2009.10.001.
- Morteza Rahmani Nikoei and Zinat Jamshidi (2013) 'Presentation of Mathematical Model of Human Resource Allocation in Organizations with Organizational Costs Reduction Orientation', *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 6(2), pp. 136–143.
- Moselhi, O. and Lorterapong, P. (1993) 'Least impact algorithm for resource allocation', *Canadian Journal of Civil Engineering*, 20(2), pp. 180–188. doi: 10.1139/I93-023.
- Otero, L. D. et al. (2009) 'A systematic approach for resource allocation in software projects', *Computers & Industrial Engineering*, 56(4), pp. 1333–1339. doi: 10.1016/j.cie.2008.08.002.
- Ozcan, Y. A. (2009) *Quantitative methods in health care management: techniques and applications*. 2nd ed. San Francisco: Jossey-Bass.
- Patil, N. et al. (2014) 'Survey paper for Software Project Scheduling And Staffing Problem', 3(3), pp. 5675–5677.

Pawiński, G. and Sapiecha, K. (2012) 'Resource allocation optimization in Critical Chain Method', *Annales Universitatis Mariae Curie–Sklodowska sectio Informaticales*, 12(1), pp. 17–29. doi: 10.2478/v10065-012-0006-2.

PwC (2016) 2016 Global Industry 4.0 Survey What we mean by Industry 4.0 / Survey key findings / Blueprint for digital success. Available at: [www.pwc.com/industry40](http://www.pwc.com/industry40) (Accessed: 11 March 2017).

Srivastava, B., Kambhampati, S. and Do, M. B. (2001) 'Planning the project management way: Efficient planning by effective integration of causal and resource reasoning in RealPlan', *Artificial Intelligence*, 131(1–2), pp. 73–134. doi: 10.1016/S0004-3702(01)00122-9.

Sveiby, K.-E., Linard, K. and Dvorsky, L. (2002) 'Building a Knowledge-Based Strategy A System Dynamics Model for Allocating Value Adding', *Knowledge Creation Diffusion Utilization. The System Dynamics Society*, pp. 1–23. Available at: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Building+a+Knowledge-Based+Strategy+A+System+Dynamics+Model+for+Allocating+Value+Adding#0>.

Yanfeng Wang, Perkins, J. R. and Khurana, A. (2002) 'Optimal resource allocation in new product development projects: a control-theoretic approach', *IEEE Transactions on Automatic Control*, 47(8), pp. 1267–1276. doi: 10.1109/TAC.2002.800740.

**JEL Classifications: O15, D83**