

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



**Modelování projektové komunikace**

**Disertační práce**

**Autor: Ing. Jana Křečková**

**Školitel: doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

© 2018 ČZU v Praze

## **Poděkování**

Ráda bych zde poděkovala za vedení disertační práce svému školiteli doc. Ing. Tomáši Šubrtovi, Ph.D., za cenné rady, konzultace, čas a trpělivost doc. RNDr. Heleně Brožové, CSc., za studijní návyky a přístup k vědecké práci doc. Ing. Milanu Houškovi, Ph.D., za tematické diskuze, podporu při studiu a udržování motivace k dokončení studia Ing. Janu Rydvalovi, Ph.D. a Ing. Václavu Švecovi, Ph.D.

Zároveň bych chtěla vyjádřit poděkování svým konzultantům a oponentům za odborné rady a připomínky, stejně tak jako rodině a přátelům, kteří mě při studiu podporovali.

Děkuji vám.

# Modelování projektové komunikace

---

## Modelling of Project Communication

### Souhrn

V rámci disertační práce je řešena problematika projektového řízení, se zaměřením na důležitost komunikace v projektovém řízení, která může významnou měrou ovlivnit úspěšnost projektů a její možné modelování, kvantifikaci a optimální výběr komunikačních tras. V teoretické části práce jsou vymezeny základní pojmy týkající se zvolené problematiky, jako např. komunikace, projekt a projektové řízení, komplexita projektu až k operačnímu výzkumu včetně zaměření na jeho behaviorální modely. Dále je zde vymezena komunikace podle nejvýznamnějších projektových metodik a standardů. V praktické části disertační práce je vytvořen model lineárního programování, resp. model třídimenzionální dopravní úlohy, který optimalizuje výběr komunikačních tras napříč třemi základními projektovými omezeními (čas, náklady a kvalita). Tento model je inspirován matematickým modelem autorů Kennedy a kol. (2017). Práce reflektuje nedostatečné využití kvantitativních přístupů v řízení projektové komunikace a snaží se mezeru vzniklou těmito nedostatky alespoň částečně zúžit a navrhnout, jakým způsobem je možné přispět kvantitativním pojetím ke tvorbě optimálního komunikačního plánu.

### Klíčová slova

Komunikace; Komunikační trasa; Projektové řízení; Optimalizace; Matematický model; Třídimenzionální dopravní úloha; Komunikační plán.

## **Summary**

This dissertation deals with the issue of project management, focusing on the importance of communication in project management, which can significantly influence the success of projects and its possible modelling, quantification and optimal selection of communication routes. The theoretical part of the thesis defines the basic concepts related to selected issues such as communication, project and project management, complexity of the project, as well as to operational research including the focus on its behavioural models. There is also communication defined according to the most important project methodologies and standards. In the practical part of this thesis, a linear programming model, respectively three-dimensional transportation model, is developed to optimize the design of communication routes across three basic project constraints (time, cost and quality). A mathematical model from Kennedy et al. (2017) inspires this model. The thesis reflects the insufficient use of quantitative approaches in project communication management. At the same time, this work tries partially narrow the gap that has arisen from these deficiencies. Moreover, the work tries to suggest how quantitatively contribute to a creation of an optimal communication plan.

## **Keywords**

Communication; Communication Route; Project Management; Optimization; Mathematical model; Three-dimensional transportation model; Communication plan.

## Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíl a metodika práce .....	11
2.1. Cíl disertační práce .....	11
2.2. Metodický postup disertační práce .....	12
3. Teoretická východiska .....	16
3.1. Základní pojmy .....	16
3.1.1. Komunikace a komunikační plán .....	16
3.1.2. Projekt.....	18
3.1.3. Projektové řízení .....	19
3.1.4. Komunikace v projektovém trojimperativu .....	20
3.1.5. Komplexita projektu .....	21
3.1.6. Systémový přístup.....	23
3.1.7. Operační výzkum.....	25
3.2. Komunikace v projektovém řízení.....	27
3.2.1. O úspěšnosti a neúspěšnosti projektů .....	28
3.2.2. Způsoby komunikace v projektovém řízení.....	34
3.2.3. Komunikace dle metodik a standardů.....	36
3.2.3.1. Komunikace v PMBoK® Guide.....	36
3.2.3.2. Komunikace v PRINCE2® .....	37
3.2.3.3. Komunikace v ICB .....	38
3.2.3.4. Komunikace ve Scrum .....	38

3.2.3.5.	Komunikace v ISO 21500 Management projektu .....	39
3.3.	Existující pohledy na modelování komunikace .....	39
3.3.1.	Vícekriteriální rozhodování .....	40
3.3.2.	Fuzzy metody .....	41
3.3.3.	Systemová dynamika .....	41
3.3.4.	Heuristiky .....	42
3.3.5.	Matematické programování .....	43
3.3.6.	Model komunikace dle Kennedy a kol. ....	44
3.4.	Distribuční úlohy .....	50
3.4.1.	Dvoudimenzionální jednostupňová dopravní úloha .....	50
3.4.2.	Třidimenzionální jednostupňová dopravní úloha .....	51
3.4.2.1.	Planární formulace problému .....	52
3.4.2.2.	Axiální formulace problému .....	53
3.4.2.3.	Podmínky řešitelnosti .....	54
4.	Tvorba komunikačního plánu projektového týmu .....	57
4.1.	Matematický model komunikačního plánu .....	58
4.1.1.	Celulární formulace třidimenzionální dopravní úlohy .....	58
4.1.2.	Komunikační plán jako třidimenzionální dopravní problém .....	60
4.1.3.	Popis omezujících podmínek v matematickém modelu .....	65
4.1.3.1.	Planární omezující podmínky .....	66
4.1.3.2.	Axiální omezující podmínky .....	69
4.1.3.3.	Celulární omezující podmínky .....	73
4.1.3.4.	Ostatní omezující podmínky .....	75

4.1.4.	Popis účelové funkce v matematickém modelu.....	75
4.2.	Case study I – Optimalizace komunikačního plánu v dealerském týmu .....	77
4.2.1.	Omezující podmínky pro řešení problémové situace v dealerském týmu .....	78
4.2.1.1.	Planární omezující podmínky problémové situace.....	79
4.2.1.2.	Axiální omezující podmínky problémové situace .....	80
4.2.1.3.	Celulární omezující podmínky problémové situace .....	82
4.2.2.	Kritéria pro řešení problémové situace v dealerském týmu .....	83
4.2.3.	Výsledné řešení problémové situace v dealerském týmu .....	86
4.3.	Závěr a diskuze k řešení problémové situace v dealerském týmu .....	90
4.4.	Matematický model komunikačního plánu s pasivním příjemcem .....	92
4.5.	Case study II – Optimalizace komunikačního plánu projektového týmu s využitím projektového archivu .....	94
4.5.1.	Omezující podmínky pro řešení modelové situace.....	96
4.5.1.1.	Planární omezující podmínky modelové situace.....	96
4.5.1.2.	Axiální omezující podmínky modelové situace .....	98
4.5.1.3.	Celulární omezující podmínky modelové situace .....	100
4.5.2.	Kritéria pro řešení modelové situace .....	102
4.5.3.	Výsledné řešení modelové situace.....	109
4.6.	Závěr a diskuze k řešení modelové situace.....	114
5.	Závěr .....	118
5.1.	Splnění cílů .....	118
5.2.	Praktický přínos práce .....	121
5.3.	Vědecký přínos práce a další směry výzkumu.....	122

6. Seznam odborné literatury .....	125
7. Seznam webových zdrojů .....	136
Přehled obrázků .....	138
Přehled tabulek .....	140



## 1. Úvod

Rychle se rozvíjející technologie, které usnadňují rozhodovatelům řešení jejich problémů, společně se zlepšující se informovaností, vyšší konkurenceschopností firem, náročnosti zákazníků, nabídkou jedinečných produktů, třeba i šitých na míru zákazníkovi dochází v komerční sféře již od počátku 20. století k velikému rozmachu projektového řízení, které napomáhá zjednodušovat, řídit a částečně i kvantifikovat procesy podporující tento rozvoj. V projektovém řízení se skrývá mnoho výhod pro zlepšení obchodní a provozní výkonnosti společnosti. Nicméně, projektový manažer čelí neustálé nejistotě, omezením v projektu, jejich rostoucí velikosti, komplexitě a jedinečnosti. To vše vytváří potřebu zlepšit jednotlivé projektové postupy tak, aby zohledňovaly různé vícekritériální požadavky, úkoly a cíle, které jsou často vzájemně protichůdné – a to i z pohledu času, projektového rozpočtu a zdrojů, které jsou na projekt přidělené (Bolat a kol., 2014).

Existuje mnoho metod, jak v projektovém řízení naplánovat průběh všech činností projektu, jak provést časovou analýzu, najít kritickou cestu a kritické činnosti v projektu, jak si spočítat rezervy činností nebo dosaženou hodnotu projektu. Zkoumají se však především problémy vztahované k plánování projektu ve víře, že lepší plánovací techniky pomohou k jeho lepšímu řízení a tedy k jeho úspěšnému dokončení. Nicméně existuje celá řada faktorů, které jsou mimo kontrolu projektového manažera a mohou výsledek projektu ovlivňovat (Belassi a Tukel, 1996). Mnoho modelů a technik z oblasti projektového řízení nevysvětluje ani nezvyšuje chápání lidského chování (Söderlund, 2004). Řízení projektů tak stále pokulhává v rozhodování o nákladech, času a kvalitě vzhledem k nejméně nahraditelnému faktoru projektového řízení – člověku.

Standardní vědecké přístupy pohlížejí na manažera jako na racionálního ekonoma, který shromažďuje relevantní informace a využije všechen potřebný čas a zdroje pro zpracování těchto informací (Katsikopoulos a Gigerenzer, 2013). Naproti tomu ale existuje mnoho výzkumných článků, které dokládají, že se člověk při svém rozhodování odchyluje od „homo economicus“ a vybírá spíše dost dobré možnosti, než optimální (Tversky a Kahneman,

1981; 1974). V dnešní době se musí manažeři rozhodovat rychle a většinou s neodpovídajícím množstvím a kvalitou informací. Možná právě proto je za nejčastější problémy v projektové praxi považováno plánování projektu, projektová implementace, překročení nákladů a času a nedosažení kvality (Alias a kol., 2014). Co když je však společným činitelem těchto problémů komunikace? Podle výzkumu Zulch (2014) musí projektový manažer efektivně komunikovat o základních prvcích projektového trojimperativu (času, nákladech a kvalitě), aby pozitivně působil na projektový úspěch. Komunikace tvoří i více než 90 % času projektového řízení (Kerzner, 2013; Rajkumar, 2010); existují mnohá doporučení na tvorbu komunikačního plánu (PMI, 2013; OGC, 2005, ...), ale teprve až v současné době vznikají první výzkumy, které se zabývají problematikou komunikace, jakožto měřitelného fenoménu v projektu přímo působícího na základní projektová omezení čas, náklady a kvalitu (Kennedy a kol., 2017). Členové projektového týmu tak musí činit kompromisy mezi vybranými komunikačními trasami a časem / náklady / kvalitou pro sdílení projektových informací.

Komunikace se tím stává kritickým projektovým faktorem působícím na úspěch / neúspěch projektu, jelikož má přímý vliv na kvalitu dosaženého výstupu projektu, délku trvání projektu a dokonce i na jeho náklady. Na současném poli vědeckého bádání je mnoho prostoru pro zkoumání lidských faktorů působících na úspěch projektu a jen málo metod a přístupů, které by pomáhaly kvantifikovat lidské jednání v projektu. Projektové řízení tak čeká rozvoj, ve kterém bude brán větší zřetel na komunikaci a další měkké faktory projektového řízení a bude vyvinuta snaha, která vyústí v nové kvantitativní pojetí této oblasti. Pojetí základního projektového trojimperativu nebude vztahováno pouze k projektovému cíli, ale ke každé části projektového řízení. A jestliže komunikace tvoří více než 90 % času, je nezbytné, aby zcela běžně existovaly kvantitativní optimalizační přístupy k jejímu plánování, řízení a samozřejmě i kontrole. Vytváření optimalizovaných komunikačních plánů, které reflektují čas strávený komunikací, vynaložené náklady na komunikaci, její kvalitu, ale také komunikační postupy ve společnosti, se tak stane běžnou projektovou praxí.

## **2. Cíl a metodika práce**

V následujících kapitolách je stanoven cíl disertační práce a metodický postup zpracování.

### **2.1. Cíl disertační práce**

Disertační práce je zasazena do tematické oblasti projektového řízení a její pozornost je konkrétně zaměřena na projektovou komunikaci v pojetí základního projektového trojimperativu. V projektové praxi se tento trojimperativ využívá k posuzování a hodnocení úrovně splnění projektového cíle, nicméně se jedná jen o zlomek jeho potenciálu. Tento koncept může být přenášen i na jiné oblasti projektového řízení, jako je například projektová komunikace. Zlepšení projektové komunikace tak nepřímo zvyšuje úspěšnost projektů. Jde o jakési spojení dvou větví projektového řízení – oblasti technik a metod (např. projektový trojimperativ) s behaviorálními aspekty projektového řízení (např. projektová komunikace). Takovéto výzkumné záměry již byly zformulovány a je proto možné na ně navázat.

Hlavním cílem disertační práce je vytvoření matematického modelu projektové komunikace, v rámci něž budou zohledněna všechna kritéria základního projektového trojimperativu. Výstupem navrženého modelu bude návrh optimálního využívání komunikačních kanálů používaných v projektovém prostředí vzhledem k projektovému trojimperativu, jenž může být v praxi použit jako podklad pro rozšíření komunikačního plánu o kvantitativní složku (dále jen komunikační plán).

Vytvořený matematický model tedy umožní optimální výběr a rozsah použití komunikačních tras v projektu podle zadaných omezení, požadavků, potřeb podniku s ohledem na cíl a projektová omezení: čas, náklady a kvalitu. Navrhovaný způsob kvantifikace tak umožní flexibilně reagovat na potřeby a dosavadní projektovou praxi podniků. Tento cíl je rozložen na dílčí subcíle, které zahrnují:

- výběr vhodného teoretického základu pro matematickou formulaci problému projektové komunikace;

- sestavení a ověření matematického modelu v podmínkách vybraného podniku jehož výstupem bude návrh optimálního komunikačního plánu pro vybraný podnik;
- sestavení matematického modelu pro modelovou situaci, která nabídne možná rozšíření řešeného problému.

## 2.2. Metodický postup disertační práce

Teoretická východiska práce byla zpracována kompilací a analýzou shromážděných informací a fakt z řady zahraničních i tuzemských odborných článků, knih a webových odkazů, ale také z rozhovorů s projektovými manažery. Následně byly získané informace a fakta kriticky posouzena v souvislosti s řešenou problematikou disertační práce. Tímto způsobem bylo postupováno při vymezení odborných pojmů ve vazbě ke zvolenému tématu. Kompletní seznam použité odborné literatury a webových zdrojů, stejně tak jako průběžné citace byly zpracovány podle citační normy ČSN ISO 690 (Biernátová a Skůpa, 2011).

Teoretická východiska jsou zaměřena na teoretické pojmy z oblasti komunikace, projektů a projektového řízení, na jejich provázání a vymezení se vůči již existujícímu matematickému aparátu, který by bylo čistě hypoteticky možné využít na řešenou problematiku kvantifikace komunikace v projektovém řízení. Dále je popsán matematický model, který byl inspirací pro zvolené téma disertační práce, v rámci nějž je modelována komunikace mezi dvěma geograficky vzdálenými týmy. Přechod mezi teoretickými východisky a vlastní prací tvoří kapitola, v níž jsou popsány distribuční úlohy, které jsou využity pro řešení matematického modelování projektové komunikace. Zmíněná kapitola je významná především proto, že je zde vysvětlena třídímní dopravní úloha, která je konkrétně ve vlastní práci využita společně s popisem planární a axiální formulace problému a především s podmínkami řešitelnosti. To vše bylo zapotřebí definovat, aby mohla být vytvořena vlastní část práce v potřebné návaznosti a srozumitelnosti.

Jak již bylo zmíněno výše, model navržený ve vlastní části disertační práce (od kapitoly 4 a dále) je založen na využití metod lineárního programování, a sice třídímní

dopravní úlohy a postupů použitých pro řešení vícekritériálních modelů. Takovýto matematický přístup umožňuje získání kompromisního řešení pro využívání komunikačních kanálů při řízení projektů, jelikož nejsou uvažovány pouze základní dimenze dopravní úlohy, jimiž jsou dimenze dodavatelů a odběratelů, ale je uvažována i třetí dimenze, a sice dopravních tras. K tomu je možné na celou problematiku pohlížet přes vynaložené náklady a strávený čas na komunikaci, stejně tak jako přes její kvalitu, jelikož lze tyto vlastnosti zařadit do modelu pomocí cenových koeficientů vstupujících do výpočtu výsledného řešení. Celý matematický model je možné sestavit na míru vybranému prostředí a zadávat do něj omezující podmínky, definovat si účelové funkce, kritéria, rozměr a další specifika celého řešení. To vše jsou výhody, které zvolená metoda přináší.

V průběhu formulování matematického modelu, především při formulování omezujících podmínek, vyvstala potřeba vytváření specifitějších podmínek, než které nabízí planární a axiální formulace modelu. Proto byla navržena třetí formulace, a sice celulární formulace modelu, která dotvořila obraz a části „komunikační kostky“. Vlastností celulární formulace matematického modelu bylo využito při sestavování matematického modelu pro případové studie. Navržený model řeší problematiku optimálního využívání komunikačních tras napříč projektem a zahrnuje různé komunikační trasy, požadavky na použití vybrané komunikační trasy a optimalizuje výsledné řešení přes různé projektové cíle, jako: minimalizace nákladů, minimalizace času, maximalizace kvality, ale také pomocí součtové agregace jednotlivých cílů, kdy jsou zohledněny všechny tři cíle zároveň. Výsledky matematického modelu je pak možné využít pro tvorbu komunikačního plánu, tj. výběr komunikačních kanálů, komunikujících a určení nutného objemu komunikace.

Pro prvotní ověření matematického modelu byla vybrána problémová situace z prostředí malého, čtyřčlenného projektového týmu. Tento model byl pak rozšířen a ověřen pro komplexnější problém, který mimo jiné zahrnuje využívání projektového archivu.

Při tvorbě takového matematického modelu je zapotřebí realizovat následující kroky:

V prvním kroku je definován zkoumaný, reálný systém, resp. problém, který bude modelován, a je proto nutné záměrné zjednodušení problému pro účely jeho zkoumání. Na řešení

problém bylo nahlíženo přes optiku projektového řízení, konkrétně především základního projektového trojimperativu a vlastností projektové komunikace. V rámci systému byly formulovány problémy a cíle, které měly být v rámci řešení odstraněny a vyřešeny, stejně tak jako předpoklady, za kterých bude problémová situace řešena.

Následně byl systém vyjádřen pomocí matematických zápisů, čímž vznikl matematický model. Za vhodný matematický model byla vybrána třídímní dopravní úloha, která umožňuje optimalizaci objemu a způsobu přenášení zpráv (resp. zboží) přes tři různé dimenze: odesílatele, příjemce a komunikační trasy (resp. dodavatele, odběratele a dopravní trasy) při uvažování tří kritérií dle základního projektového trojimperativu (čas, náklady a kvalita). Tento matematický aparát byl zvolen s ohledem na požadavek kvantifikace projektové komunikace s možností optimalizace výběru komunikačních tras používaných v rámci projektové komunikace s ohledem na různá projektová kritéria.

První řešený problém byl pro základní podobu modelu získán z reálného prostředí českého distributora americké značky zemědělské, zahradní a jiné techniky. Druhý případ využití rozšířeného matematického modelu se přibližuje k agilní projektové praxi, kde byly uvažovány teoretické předpoklady, které byly konfrontovány s projektovou praxí nejmenované české telekomunikační společnosti.

Po vytvoření matematického modelu byl model otestován, zkontrolováno jeho logické uspořádání a soulad se stanoveným cílem řešeného problému. Byla zkontrolována správnost formulovaných omezujících podmínek, ale také podmínek řešitelnosti. Pokud by testování modelu neproběhlo správně, musely by být předchozí kroky opakovány a nedostatky odstraněny.

Po úspěšném testování matematického modelu byl model kvantifikován pro definovaný problém a prostředí a následně vyřešen. K těmto účelům byl využit jeden z produktů Microsoft Excel 2016 s jeho vestavěným doplňkem SOLVER, v jehož rámci byla maximalizována (kritérium kvality) nebo minimalizována (nákladové a časové kritérium) každá účelová funkce dle zadaných proměnných a omezujících podmínek za pomoci simplexové metody.

S ohledem na zvolený výpočetní aparát je v případě dalšího rozšiřování matematického modelu zapotřebí brát ohled na zvyšující se počet proměnných ve zkoumaném systému a případně zvolit jiný software.

Ze získaných výsledků matematického modelování byly vyvozeny a interpretovány závěry, jejichž logická správnost byla ověřena vůči prostředí zkoumaného systému a jejich platnost je uvažována *ceteris paribus*. Jelikož byla z řešení matematického modelu získána tři dílčí optimální řešení (podle kritérií základního projektového trojimperativu: čas, náklady a kvalita), byla provedena i jejich syntéza formou lineární agregace hodnot proměnných jednotlivých kritérií v jednom případě, v druhém případě bylo nalezeno kompromisní řešení pomocí konvexní lineární kombinace účelových funkcí s definovanými vahami jednotlivých kritérií.

Na základě získaných poznatků o možnostech využití matematického modelu je možné učinit rozhodnutí, jakým způsobem model aplikovat a jeho výsledky implementovat do současné, nebo budoucí projektové praxe, resp. projektového řízení. Byla zformulována doporučení používat získané znalosti *ex-post* na vyhodnocení projektové úspěšnosti podle tří základních projektových kritérií, nebo *ex-ante* při plánování nového projektu, kde se však předpokládá předchozí znalost průměrného množství komunikace na projektu, příp. je možné využít i expertní odhady a postupně tyto expertní odhady v čase zlepšovat.

### **3. Teoretická východiska**

Teoretická východiska zahrnují několik kapitol: Kapitulu „Základní pojmy“, která se skládá z kapitol vymezující základní pojmy týkající se řešené problematiky. Kapitulu „Komunikace v projektovém řízení“, která popisuje význam komunikace v projektovém řízení obecně a následně z pohledu nejvýznamnějších projektových metodik, standardů a projektových přístupů. Kapitulu „O úspěšnosti a neúspěšnosti projektů“, která pojednává o tom, jak se na úspěšný projekt pohlíželo dříve, a jak se na něj pohlíží nyní, včetně významných faktorů způsobující úspěch / neúspěch projektu a několika číselných údajů pro získání přehledu o úspěšnosti / neúspěšnosti projektů z pohledu velikosti projektu či použité metody. Poslední kapitola „Existující pohledy na modelování komunikace“ slouží jako základ k vlastnímu výzkumu – zahrnuje obecné informace o kvantifikaci komunikace a zároveň konkrétní matematický aparát, který autorka používá ve vlastní práci.

#### **3.1. Základní pojmy**

Tato kapitola zahrnuje vysvětlení základních pojmů v kontextu řešené problematiky, které jsou potřebné pro tuto práci. Jedná se o pojmy: „Komunikace a komunikační plán“; „Projekt“; „Projektové řízení“; „Komunikace v projektovém trojimperativu“; „Komplexita projektu“; „Systémový přístup“ a „Operační výzkum“.

##### **3.1.1. Komunikace a komunikační plán**

Slovo komunikace pochází z latinského slova *communicare*, které znamená sdělit, spojit, svěřit, ale také dělat společnou věc (University of Notre Dame, 2007). Z tohoto důvodu český jazyk přisuzuje slovu komunikace tři odlišné významy: výměna informací; veřejné spojení/doprava; prostor, který je označován dopravní cestou (Vymětal, 2008). V disertační práci bude komunikace chápána pouze jako přenos, výměna a sdílení informací; způsob dorozumívání; prostředek ke koordinování dosažení výsledků, řízení změn, motivování zaměstnanců a pochopení jejich potřeb; prostředek k získávání informací (Dainty a kol., 2006

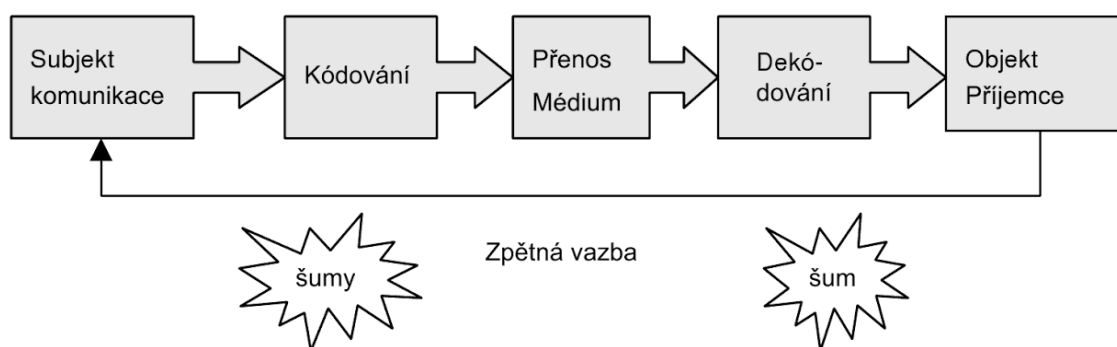


nebo Kerzner, 2013). Když komunikujeme, vytváří se společné porozumění (Zulch, 2014). Podle Kennedy a kol. (2011) a Katz a Allen (1982) je komunikace důležitá pro pracovní výkon, na druhou stranu už Fussell a kol. (1998) věděli, že příliš mnoho komunikace a tedy příliš mnoho předaných informací může vést k přetížení, které zabraňuje plnění týmového úkolu.

Předávání nějakého sdělení (informace) od odesílatele k příjemci se nazývá komunikačním procesem. Komunikační proces tvoří podle Přikrylové a Jahodové (2010) odesílatel informace, kódování, přenos a dekódování informace a její příjemce, přičemž komunikaci narušují různé komunikační šумы a měla by obsahovat i zpětnou vazbu (Obrázek 1).

Nejzákladnější úroveň komunikace má tři komponenty: odesílatele, komunikační kanál a příjemce. Odesílatele, příjemce i způsob přenosu informací určuje v projektovém řízení komunikační plán. Z pohledu projektového řízení je komunikační plán „... dokument, ve kterém jsou stanovena pravidla pro komunikaci na projektu a také, kdo, kdy, jak a o čem koho informuje“ (PM Consulting, 2017). „Kdo“, „koho“, „o čem“, resp. „co“ a „kdy“ představují určení vzájemně komunikujících členů týmu s časovým určením, kdy tato aktivita bude probíhat, a co bude jejím předmětem. Je však zapotřebí určit také „jak“ bude tým komunikovat a zaměřit se na výběr a používání komunikačních tras efektivně s ohledem na tři základní omezení projektu (čas, náklady a rozsah/kvalita).

**Obrázek 1: Model komunikačního procesu (Přikrylová a Jahodová, 2010, s. 22)**



Komunikace může být realizována řečí (verbálně) – individuálně/skupinově, formálně/neformálně; neverbálně – ať už úmyslně, nebo neúmyslně; písemně – obvykle oficiální nebo

formální charakter; audiovizuálně – grafické nebo zvukové médium; elektronicky – e-mail (Dainty a kol., 2006). Jiným vyjádřením by bylo rozdělení komunikace na přímé a nepřímé komunikační trasy s využíváním asynchronních nebo synchronních médií – viz Tabulka 1. (Kennedy a kol., 2017).

*Tabulka 1: Popis typů komunikačních tras (vlastní tvorba dle Kennedy a kol., 2017)*

<b>Typ</b>	<b>Příklad</b>	<b>Pozitiva</b>	<b>Negativa</b>
<b>Přímá asynchronní trasa</b>	e-mail, virtuální tabule, sdílení souborů	zabírá méně času, stojí méně peněz	snižuje kvalitu informací
<b>Přímá synchronní trasa</b>	zvukové a vizuální interakce (webové konference, telefonování, osobní setkání)	zvyšuje kvalitu informací	zabírá více času, zvyšování nákladů
<b>Nepřímá trasa</b>	kommunikace přes prostředníka (vedoucího/team leadera)	vedoucí ušetří členům čas potřebný na přímou komunikaci	zvyšování nákladů

### 3.1.2. Projekt

Slovo projekt pochází z etymologického hlediska z latinských slov *proiectum*, které znamená hodit vpřed, nebo ze slova *proicere*, které znamená natáhnout se, roztáhnout se. Vzniklo tak kombinací latinského *pro-*, které indikuje posun dopředu, vpřed a *iacere*, hodit (Douglas Harper, 2017). Projekt, stejně tak jako slovo komunikace, má v českém jazyce nejen jeden význam. Jak uvádí Doležal a kol. (2012, s. 421) projektem může být chápána práce architekta, nebo činnost ve stavebnictví, kterou vykonává projektant. Toto pojetí přisuzuje projektu význam spíše jako návrhu, specifickým funkčním nebo technickým řešením, či technické dokumentaci.

Projekt lze považovat za řadu činností a úkolů, které mají specifický cíl; jsou dosaženy za určitých specifík; jsou určeny začátkem a koncem; mají limitované možnosti financování; spotřebovávají obnovitelné (lidi, zařízení, ...) a neobnovitelné (materiálové) zdroje (Kerzner, 2013; Doležal a kol., 2012). „Projekt je systémem, který má své prvky a vnitřní vazby, interakci s okolím a v němž dochází k procesům“ (Doležal a kol., 2012, s. 422).

Vymezení začátku a konce plnění úkolu pro Söderlunda (2004) stačí jako definice projektu, jelikož projekt chápe zcela jednoduše jako dočasnou akci. Případně Packendorff (1995) označuje projekt za nástroj k řešení složitých projektů. Projekt je tak jakýsi „obecný sled činností vedoucí ke splnění určitého cíle“ (Svozilová, 2011, s. 45). Toto pojetí se blíží Gaddisovi (1959), který projekt chápe jako organizační jednotku, která je určená k dosažení stanoveného cíle.

Pro účely disertační práce bude projekt chápán jako dočasné úsilí (vymezené začátkem a koncem) směřující k vytvoření jedinečného produktu, služby nebo výsledku (PMI, 2013). Mnohdy se spekuluje o tom, co znamená v tomto pojetí „jedinečný“. Je důležité si uvědomit, že jedinečnost nemusí spočívat pouze v produktu, službě nebo výsledku, který podnik dodává, ale například v podmínkách, za kterých produkt dodává; stejně tak stačí, aby byly projektové činnosti pro projektový tým nové, a již se může hovořit o jedinečnosti (Svozilová 2011; PMI, 2013). Podle Söderlunda (2004) však neexistují dva stejné projekty a tudíž je každý projekt jedinečný, existuje totiž pouze „stejná“ obecná forma projektů, která je dána jejich organizací (Winch, 2000).

### **3.1.3. Projektové řízení**

Projektové řízení je aplikací znalostí, dovedností, nástrojů a technik na projektové aktivity za účelem splnění požadavků projektu; stejně tak jako balancování projektových omezení, jako jsou například: rozsah, kvalita, plán, rozpočet, zdroje a rizika (PMI, 2013).

Projektové řízení zahrnuje pět skupin procesů, a sice: iniciaci, plánování, realizaci, monitorování a řízení a uzavření projektu (PMI, 2013; Kerzner, 2013).

Tradičně je projektové řízení považováno za exkluzivní proces řízení s vědeckou podstatou, se specializovaným plánováním, monitorováním, kontrolováním, s aplikací do činností projektově orientovaných odvětvích, jako je stavebnictví, strojírenství a obrana (Cicmil, 1997).

Packendorff (1995) považuje projektové řízení za řadu modelů a technik pro plánování a kontrolu složitých projektů. Stejný pohled má Söderlund (2004), který navíc přidává, že se

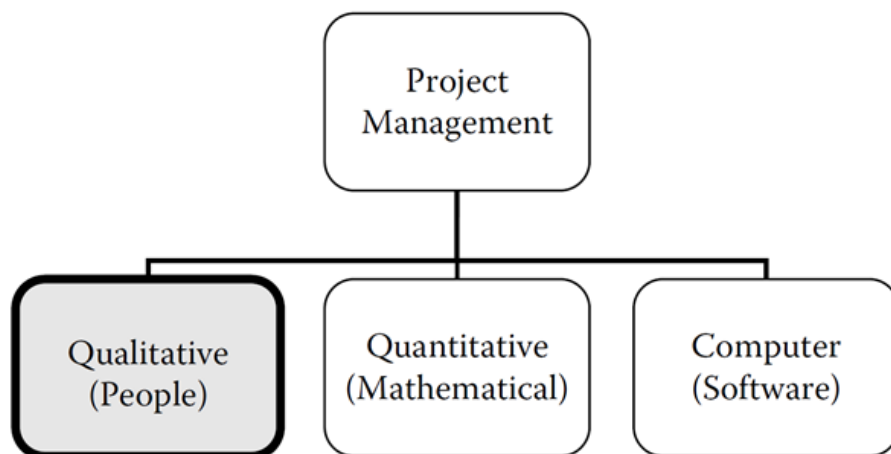
jedná o specifickou metodu řešení problémů, která se velmi blíží teorii optimalizace nebo aplikované matematice.

Obecně lze projektové řízení vnímat jako dvě rozdělené větve. První se zajímá především o plánovací techniky a metody projektové koření, jelikož má kořeny ve strojírenství a aplikované matematice. Druhá vznikla v sociálních vědách, jako je sociologie, teorie organizace či psychologie a zabývá se tak především behaviorálními aspekty projektově zaměřených organizací (Söderlund, 2004).

### 3.1.4. Komunikace v projektovém trojimperativu

Klasický projektový trojimperativ je dobře známým projektovým přístupem, ve kterém řídíme projektový cíl, čas a náklady. Jelikož by měl být cíl projektu stanoven podle metody SMART (Specific; Measurable; Accepted; Realistic; Time bounded), jsou tak všechny tři části projektového trojimperativu kvantitativně vyjádřitelné (Doležal, 2016). Projekt a jeho úspěch je však významnou měrou tvořen i kvalitativní stránkou projektového řízení, jak znázorňuje Obrázek 2 (Badiru, 2008).

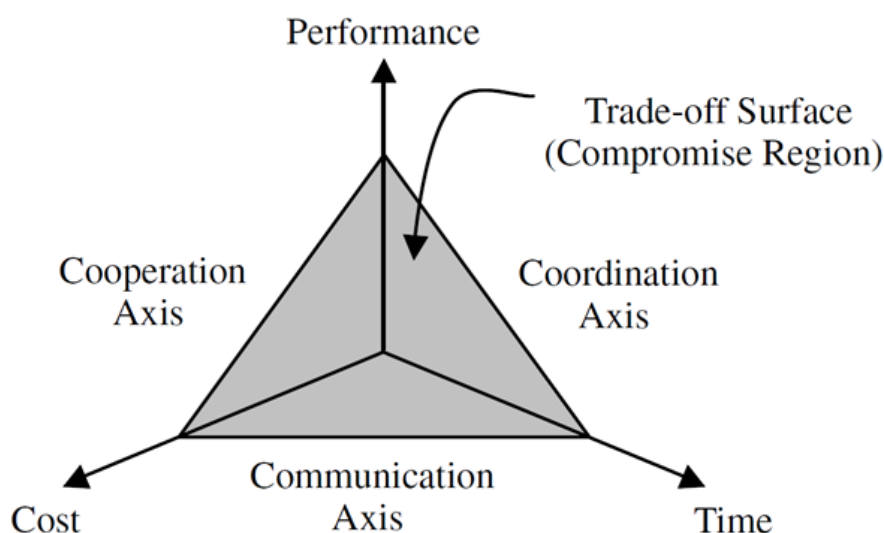
*Obrázek 2: Role kvalitativní stránky projektového řízení (Badiru, 2008, s. 3)*



Obrázek 2 ukazuje, že v projektovém řízení není dostatečné sledovat pouze technické a kvantitativní parametry projektu, tzn. tři základní omezení projektu. Mezi omezení je zapotřebí řadit i kvalitativní aspekty, které mohou limitovat úspěch projektu. Tento pohled na

projektové řízení prosazuje i Badiru (2008), který v rámci svého Triple C modelu znázorňuje, že účinného dodržení základních projektových omezení lze dosáhnout pouze za předpokladu efektivní komunikace, spolupráce a koordinace, jež nazývá třemi základními pravidly projektového řízení. Pro rozvoj kreativních a inovativních řešení je zapotřebí myslet mimo rámec základního projektového trojimperativu i přesto, že se projektový manažer musí držet uvnitř rámce vymezeného projektem. „Think outside the box, but operate from within it!“ (Badiru, 2008, s. 5). Tuto myšlenku znázorňuje následující obrázek (Obrázek 3).

*Obrázek 3: Triple C model v rámci projektového trojimperativu (Badiru, 2008, s. 5)*



### 3.1.5. Komplexita projektu

Pojem komplexita je slovníky charakterizován jako stav, který má mnoho vzájemně propojených částí a je obtížné pochopit nebo najít odpověď na rysy něčeho, co ztěžuje pochopení nebo nalezení odpovědi (Cambridge University Press, 2017). Což plně odpovídá rozdělení projektů na jednotlivé úkoly, odpovědné zdroje a vzájemnou závislost nebo propojení (Baccarini, 1996).

Komplexita projektu je vyjádřitelná jeho velikostí, úrovní používaných technologií, počtem a odborností zapojených pracovníků, úrovní projektových cílů nebo rozsahem projektu (Eva-

risto a kol., 2004; Alias a kol., 2014). Komplexita může být kritickou dimenzí projektu, určující vhodné manažerské akce, které jsou potřebné k úspěšnému dokončení projektu a je tak samozřejmé, že vyšší komplexita projektu bude vyžadovat mimořádnou úroveň řízení (Baccarini, 1996; Kerzner, 2013). Podle Markse a kol. (2001) působí zvyšující se komplexita na potřebu posilování týmové komunikace kvůli zvýšené potřebě koordinace a rozhodování. Kromě toho má komplexita projektu dle Baccarini (1996) významný vliv na:

- plánování, koordinaci a kontrolu projektu;
- jasné určení cílů, které se se zvyšující komplexitou stává složitější;
- výběr vhodné organizační formy projektu;
- výběr projektového manažera s důrazem na jeho odbornost a zkušenosti;
- volbu projektového uspořádání;
- projektová omezení – čas, náklady a kvalitu, jelikož se se zvyšující složitostí projektu zvyšují náklady i čas.

Úroveň komplexity projektu významně ovlivňuje jeho úspěšnost – více viz kapitola 3.2.1 s názvem „O úspěšnosti a neúspěšnosti projektů“.

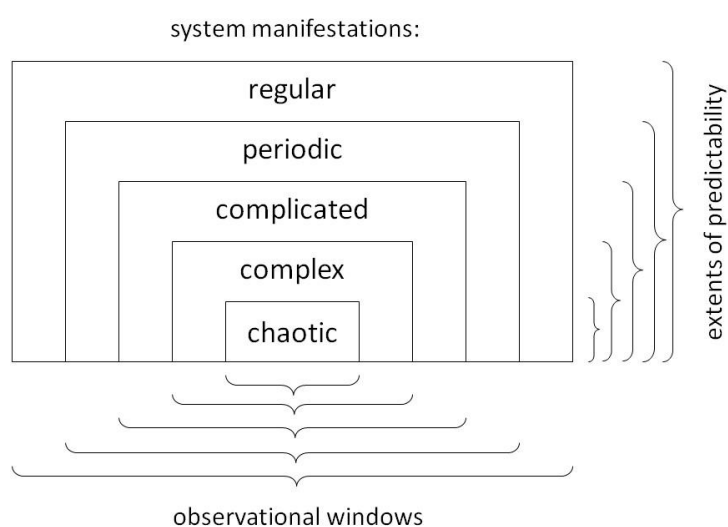
Kerzner a Belacka (2010) uvádějí tyto vlivy působící na komplexitu projektu: velikost projektu, cena projektu, nejisté požadavky / rozsah / výsledky, složitost spolupráce, nejistá dostupnost pracovních zdrojů, geografická separace týmu v několika časových pásmech, použití virtuálních týmů apod. Technologická komplexita je pro projektové řízení přesnějším pojmem, zahrnuje vzájemnou závislost mezi úkoly v rámci sítě úkolů; mezi týmy; technologiemi a mezi vstupy (Baccarini, 1996).

Pro srovnání lze definovat i komplexitu systému jakožto nadřazený pojem. Jde o složitost systému, který není ani rigidně uspořádaný, ani vysoce neuspořádaný. Komplexitu systému lze definovat jako počet a rozmanitost identifikovatelných zákonitostí / pravidelností ve struktuře a chování množiny prvků na pevné úrovni detailu (Arrow a kol., 2000). Komplexní systémy tak nemohou být popsány jediným pravidlem; vykazují vlastnosti, které vyvstávají z interakce jejich částí, a které nelze předvídat z vlastností součástí. Jde o množinu mnoha

různorodých a autonomních, ale přesto vzájemně propojených a vzájemně závislých komponent nebo částí spojených prostřednictvím mnoha vazeb (WebFinance, 2017).

K zachycení komplexity systému je podle profesora Imre Horvatha z nizozemské univerzity (diskuze na ResearchGate: Veerendra, 2015) nutné pochopit vnitřní fungování systému, které dává vzniknout určitým vlastnostem a chování a zároveň, že komplexita není vlastností objektů, ale že závisí na pohledu pozorovatele. Pro objasnění vnímání komplexity systému může pomoci Obrázek 4.

*Obrázek 4: Předvídatelnost systémů založená na jejich komplikovanosti a pozorovatelnosti (Veerendra, 2015)*



Kerzner (2013) ve své knize zmiňuje pojem teorie složitosti (Complexity Theory), kterou vnímá jako výsledek teorie chaosu a tvrdí, že tato struktura neumožňuje flexibilitu potřebnou pro řešení složitých situací. Zajímavá diskuze o této teorii a omezeních PMBoK® Guide použitá na složitější projekty a potřebné projektové změny je např. v Curlee a Gordon (2011).

### 3.1.6. Systémový přístup

Komplexita problémů projektového řízení vede k nutnosti využívat výsledky teorie systémů a systémový přístup. Definice systémového přístupu je podle Janíčka (2014, s. 5-A) následující: „Systémový přístup je „nápovědou“, na jaké podstatné skutečnosti, týkající se určité entity, by člověk neměl zapomenout ve všech svých činnostech s touto entitou (myšlení,

jednání, srovnávací analýzy, řešení problémů) a jak by měl tyto činnosti realizovat ... [systémový přístup] je chápán jako množina podstatných skutečností, které by člověk ve svých činnostech měl respektovat“.

Podle toho, jakým způsobem je řešený problém strukturovaný, můžeme rozlišovat dobře, částečně a špatně strukturované systémy. Podle strukturovanosti řešeného problému lze pak využít tvrdých metodologií, které nabízejí ekonomicky či technicky optimální řešení nebo měkké metodologie, které mají řešení navíc přijatelné i sociálně.

Vlastnosti tvrdých systémů jsou většinou dobře měřitelné / kvantifikovatelné, dobře popsatelné včetně příslušných veličin. Většinou se modelují jako deterministické. Tvrdé systémy můžeme chápat jako produkty člověka, které mívají technický či technologický charakter. Na druhou stranu měkké systémy se kvantifikují špatně, jsou obtížně popsatelné, a to především proto, že kromě kvantitativního charakteru mají i kvalitativní. Stěžejním prvkem měkkého systému je totiž člověk, což vede k složitému, špatně strukturovanému a velkému systému, pro nějž je charakteristická neurčitost, nejistota a vyšší počet typů rizik. Mezi měkké systémy lze řadit systémy společenské oblasti, člověka, přírodu, ale třeba i vesmír (Janíček, 2014).

Pro řešení složitých problémů je možné využít systémové analýzy, která umožňuje jejich systémové řešení v několika krocích. V první fázi je nutné pečlivě vymezit řešený problém a zjistit, co je požadováno, a na co se mají hledat odpovědi, ale také co řešeno již být nemá. V druhé fázi následuje zjednodušení problému na úroveň logického modelu reálného objektu na nový systém. Toto zjednodušení však nesmí opomenout podstatné vlastnosti řešeného problému. Ve třetí fázi je navržený model kvantifikován a testován oproti reálnému problému. Na tuto fázi navazuje provádění modelových experimentů a výpočty. V rámci této fáze je možné upravovat samotný model, omezující podmínky řešeného problému, a tím získávat dodatečné informace o řešeném problému. Získané výsledky a zjištění jsou v páté fázi interpretovány, analyzovány a nakonec i implementovány do praxe (Habr a Vepřek, 1972).



### 3.1.7. Operační výzkum

Původně šlo o matematickou nebo vědeckou analýzu systematické výkonnosti pracovní síly, strojů, zařízení a politik používaných ve vládních, vojenských nebo komerčních operacích. Není to přírodní věda, ani věda společenská. Charakteristickým znakem operačního výzkumu je jeho vědecké a technologické využití při řešení problémů, v nichž je lidský prvek aktivním účastníkem – jako taková, je to věda o rozhodování – věda volby (Gass a Assad, 2005).

Historie operačního výzkumu dle Gasse a Assada (2005, s. IX) sahá do biblických časů až k Adamovi a Evě, nicméně jeho největší rozmach spadá do druhé světové války a jejích vojenských operací, kdy vědci používali různé techniky pro řešení strategických a taktických problémů během války. Po válce našel operační výzkum uplatnění v civilní oblasti, pro řešení problémů týkajících se podnikání, průmyslu a vývoje (Gass a Assad, 2005; Iyer, 2008).

Podle novějšího pojetí operačního výzkumu má za cíl pomáhat lidem v řešení jejich problémů. Je to lidská činnost využívající kvantitativní a kvalitativní metody k usnadnění myšlení a řešení problémů (Hämäläinen a kol., 2013; Panneerselvam, 2012). Důležitou charakteristikou operačního výzkumu však je, že se zabývá problémem jako celkem, ale bez vlivu emocionálních lidských faktorů, které člověka omezují v rozhodování (Iyer, 2008). Do operačního výzkumu lze zařadit například oblast lineárního / nelineárního / cílového programování, dopravních a přiřazovacích problémů, teorie grafů, řízení zásob, teorie front resp. systémů hromadné obsluhy, rozhodovacích modelů, teorie her, ale také projektové řízení (Panneerselvam, 2012).

Fáze operačního výzkumu dle Iyer (2008) zahrnují:

- formulaci problému – identifikování cíle, rozhodovacích proměnných a omezení;
- konstrukci matematického modelu s účelovou funkcí, která má být optimalizována, a s omezujícími podmínkami ve formě rovností nebo nerovností;
- řešení modelu – v závislosti na struktuře modelu (např. analyticky nebo iterativně).

Dle Habra a Vepřeka (1972, s. 165) je fází více:

- odhalení problému (diagnóza) a jeho vymezení,
- zavedení systému na objektivní realitě (identifikace systému),
- vytvoření metasystému (reprezentace systému modelem),
- kvantifikace a testování modelu,
- řešení modelu (algoritmizace, výpočet), modelový experiment,
- interpretační analýza a volba řešení,
- implementační analýza (implementace vybraného řešení v praxi).

Pro účely disertační práce bude uvažováno novodobé pojetí operačního výzkumu se zaměřením na oblast projektového řízení s využitým lineárního programování.

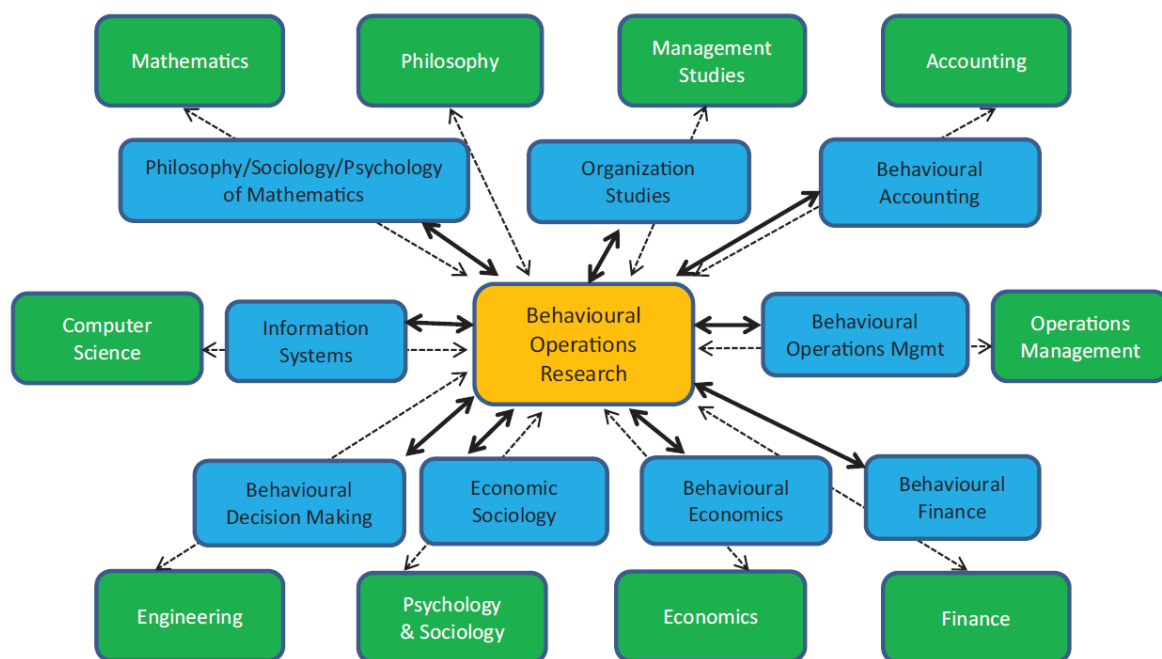
Podle Hämäläinena a kol. (2013) je nutné věnovat více pozornosti analýzám faktorů souvisejících s lidským chováním při používání modelování řešených problémů. Jelikož jde v podstatě o návrh a provoz systému člověk – stroj, za podmínek, které vyžadují optimální rozdělení omezených zdrojů (Panneerselvam, 2012). Využívání různých přístupů by vedlo ke zlepšování operačního výzkumu v této oblasti.

Nově vznikající disciplínou operačního výzkumu je behaviorální operační výzkum (Becker, 2016), který začíná u zkoumání heuristik a předsudků (biasů) v rozhodování a pokračuje až ke zkoumání využití systémové dynamiky (Hämäläinen a kol., 2013).

Tato oblast spojuje mnohá znalostní odvětví, ať už ekonomii, psychologii či další společenské a behaviorální vědy, a proto je pro projektové řízení velice důležitá. Hämäläinen a kol. (2013) definují behaviorální operační výzkum (BOR) jako studium aspektů chování spojených s používáním metod operačního výzkumu, při modelování, řešení problémů a podpoře rozhodování. K typickým prostředkům řešení se zde nejvíce využívají řízené experimenty (zobrazující vztah příčin a následků) a simulace (Bendoly a kol., 2010). Obrázek 5 znázorňuje vazbu mezi projektovým řízením a behaviorálním operačním výzkumem (Becker, 2016). Jsou zde znázorněny zelené oblasti, které jsou podle Beckera (2016) chápány jako

základní mezioborové oblasti provázané s operačním výzkumem. Modré oblasti pak ovlivňují přímo BOR, kdy je kromě základních interdisciplinárních vazeb se zelenými oblastmi nutné jejich rozšíření – jedná se tak o subdisciplíny, které souvisejí s výzkumnými úkoly BOR.

*Obrázek 5: Interdisciplinární vazby behaviorálního operačního výzkumu (Becker, 2016, s. 811)*



### 3.2. Komunikace v projektovém řízení

Už desetiletí se někteří autoři věnují problematice nedostatečné znalosti vztahu mezi specifickými komunikačními postupy a možností zlepšení pracovních postupů spolupráce. Lingard a kol. (2006) ve svém výzkumu tříčlenného týmu zjistili, že změna komunikačních vzorců, a tedy změna způsobů komunikace, ovlivňuje pozornost a chování členů týmu. Kerzner (2013) tvrdí, že jsou projekty řízeny komunikací, a je proto velice důležité, aby jí členové týmu věnovali významnou pozornost. Výsledky vědeckých studií potvrzují, že vysoká kvalita komunikace a její efektivní koordinace jsou nezbytné pro dosažení lepšího projektového výkonu (Hsu a kol., 2012; Brill a kol., 2006; Kerzner, 2013). Kerzner (2013) popisuje efektivní projektovou komunikaci jako prostředek zajišťující, že správná osoba do-

stane správné informace, ve správný čas, nákladově efektivním způsobem. Z uvedených důvodů je komunikace v projektovém řízení považována za rozhodující faktor napomáhající značné účinnosti projektového řešení (O'Sullivan, 2003).

Ze studie projektových manažerů vědci zjistili, že vzájemná zdrojová závislost podporuje větší úsilí, podporu a komunikaci v projektu (Parolia a kol., 2011). Kvalita komunikace v týmu, může být dle Hoegla a Gemuendena (2001) popsána:

- frekvencí (čas strávený komunikací),
- stupněm formalizace (jak moc spontánní je komunikace mezi členy projektového týmu),
- strukturou (schopnost přímé komunikaci mezi všemi členy projektového týmu navzájem),
- a otevřeností výměny informací.

Podle Zieka a Andersona (2015) je komunikace více než jen výměnou zpráv, vnímají ji jako základ, který projektový manažer musí vytvořit pro kvalitní projekt – komunikace totiž přispívá efektivitě týmové práce, vyhnutí se projektovým chybám a vytváření projektového úspěchu. Stejně tak je komunikace v projektu důležitá pro efektivní řízení a integraci nákladů, rozsahu, času a kvality, která je výsledkem vzájemného vztahu mezi těmito třemi ukazateli projektu (Zulch, 2014). Obecně lze však přijmout i tvrzení Ramsinga (2009), že je projektová komunikace souhrnný termín pro všechny aspekty komunikace v projektech.

### **3.2.1. O úspěšnosti a neúspěšnosti projektů**

Dříve se za neúspěšný projekt považoval každý, který přesáhl stanovený čas, nebo překročil stanovený rozpočet, nebo výstupy nesplňovaly předem stanovená kritéria (případně kombinace výše uvedeného). Toto pojetí odpovídá klasickému projektovému trojimperativu – čas, náklady a kvalita, který částečně uznává například i PMBoK® Guide (PMI, 2013) nebo Kerzner (2013). I podle nich je úspěšný projekt ten, který byl dokončen v čase, v rámci stanovených nákladů a na požadované úrovni. Kromě toho sledují, i zda byly přidělené zdroje efektivně a účinně využity a zda proběhla akceptace projektu zákazníkem.

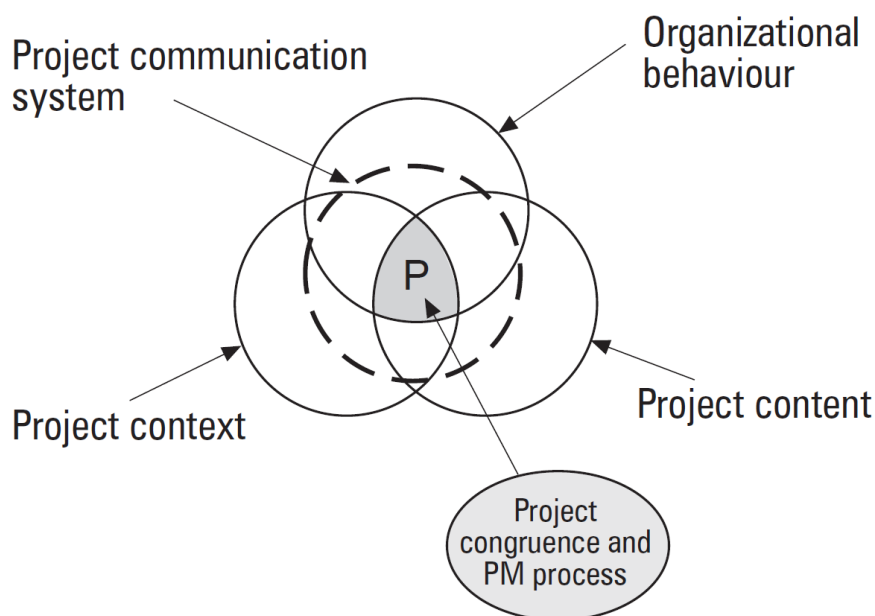
Dnes je již pojetí úspěšného / neúspěšného projektu mnohem komplexnější. Zpoždění projektu se stalo běžným jevem, který navyšuje náklady projektu, jelikož se musí uhradit penále za překročení plánovaného termínu dokončení – přesto může být takový projekt považován za úspěšný (Tukel a Rom, 1998). Zároveň je zapotřebí si uvědomit, že co je úspěchem pro projektového manažera, nebo členy projektového týmu, může být selháním pro zadavatele projektu (Belassi a Tukel, 1996; Alias a kol., 2014). Söderlund (2004) však připouští, že tradiční pojetí úspěchu projektu podle projektového trojimperativu převažuje.

Cicmil (1997, s. 392) uvádí, že hlavními důvody selhání projektů jsou:

1. špatné pochopení a identifikace potřeb zákazníka;
2. nedostatečná specifikace projektových omezení a požadavků projektu – v důsledku čehož se nastaví nereálné cíle projektu;
3. organizační faktory jako struktura, funkce, výkon a chování zaměstnanců;
4. omezená racionalita v procesu plánování a realizace projektu – nedostatečné pochopení změn a dynamiky organizace nebo projektu – Obrázek 6 ukazuje rámec různých perspektiv v projektovém řízení;
5. špatné monitorování, kontrola, měření a hodnocení posunu během realizace projektu v porovnání s projektovým plánem.

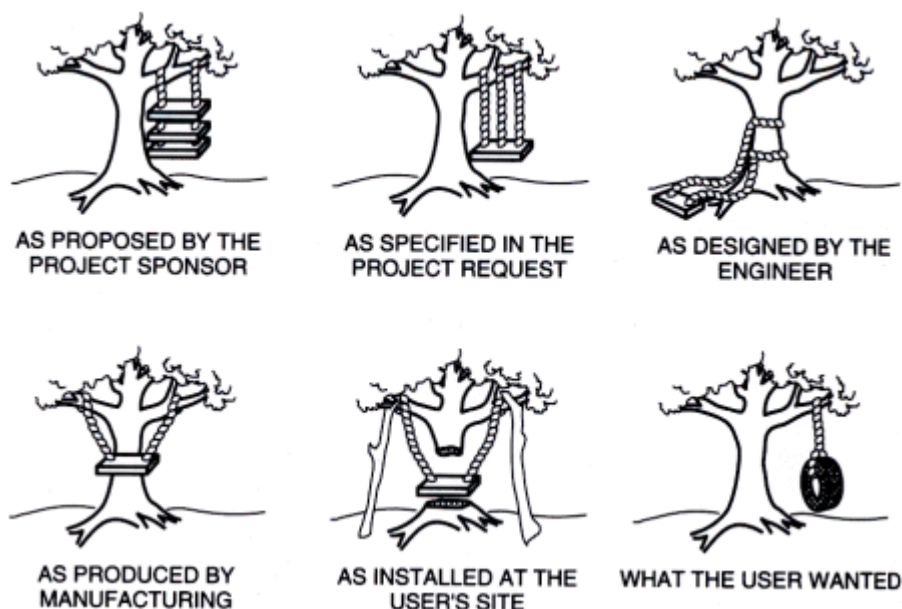
První tři body v sobě jednoznačně zahrnují problémy s komunikací, k čemuž došel i Söderlund (2011), který vytvořil kategorie publikovaných článků podle popisovaných teorií projektového řízení a komunikaci zařadil mezi faktory, které způsobují úspěch / neúspěch projektu. Čtvrtý bod, problém omezené racionality v souvislosti s komplexním rozhodnutím zkoumaly i Křečková a Brožová (2017), které svým výzkumem potvrdily, že omezená racionalita způsobuje špatná rozhodnutí, která mají značný vliv na náklady, což může vést k překročení rozpočtu projektu a negativně tím ovlivnit úspěch projektu. Poslední bod tohoto výčtu vypovídá o nezvládnutých technikách projektového řízení.

Obrázek 6: *Projektové řízení - rámec různých perspektiv* (Cicmil, 1997, s. 391)



Právě komunikace má zásadní vliv na úspěch projektu, což Kerzner (2013, s. 265) simuluje zobrazením efektů nedostatečné komunikace (viz Obrázek 7).

Obrázek 7: *Efekt nedostatečné komunikace v projektu* (Kerzner, 2013, s. 265)



Dopad komunikačních dovedností projektového manažera na úspěch projektu napříč jednotlivými oblastmi projektového řízení zkoumal Zulch (2014). Jak je patrné z následující ta-

bulky, manažer musí především efektivně komunikovat o nákladech, časech a kvalitě, následováno komunikací, riziky a rozsahem projektu, jelikož na tom závisí úspěch projektu (Tabulka 2).

**Tabulka 2: Dopad komunikačních dovedností projektového manažera na úspěch projektu napříč oblastmi projektového řízení (Zulch, 2014, s. 1007)\***

Project management areas	Response (%)					Average	Ranking
	<i>(1 not important 5 extremely important)</i>						
	1	2	3	4	5		
Leadership	0	2.1	10.3	26.8	59.8	4.4	1
Project time management	0	2.1	11.3	26.8	57.7	4.3	2
Project quality management	0	1.0	14.4	26.8	54.6	4.3	2
Project cost management	0	1.0	14.4	29.9	53.6	4.3	2
Project communication management	0	1.0	9.3	35.1	52.6	4.3	2
Project risk management	1.0	1.0	14.4	36.1	45.4	4.2	3
Project scope management	0	1.0	13.4	39.2	43.3	4.2	3
Financial management	1.0	1.0	21.6	28.9	45.4	4.1	4
Project integration management	0	2.1	15.5	40.2	38.1	4.0	5
Claims management	0	6.2	20.6	35.1	37.1	4.0	5
Occupational health and safety management	1.0	5.2	23.7	35.1	34.0	3.9	6
Project procurement management	0	7.2	19.6	38.1	30.9	3.8	7
Environment management	2.1	9.3	29.9	33.0	22.7	3.6	8
Project human resource management	2.1	4.1	14.4	43.3	33.3	3.3	9

\* Tabulka je ponechána v původním jazyce, jelikož se většina pojmů používá i v českém prostředí.

Proto Zulch (2014) navrhuje zařadit komunikaci mezi základní kameny projektového řízení. Tato zjištění podporují teorii Triple C, kdy se má na projektový trojimperativ pohlížet i z dalších hledisek, jako je například komunikace (Badiru, 2008).

Nejdůležitějšími interními faktory, které mohou ovlivňovat projektové cíle, jsou: přesilové hry (viz například Vymětal, 2008); zadržování informací, předávání částečných informací, jejich překroucení; nepřímá komunikace; reaktivní emocionální chování; selektivní vnímání. Všechny tyto faktory jsou ovlivněny kvalitou komunikace v organizaci. Externími faktory jsou například: podnikatelské a politické prostředí, regulace, technické podmínky (Kerzner, 2013). I přesto, že již Pinto a Prescott (1990) označili za kritické faktory projektu: jasnost

cílů, podporu od vrcholového vedení společnosti, jasné projektové plány, vztahy s klientem a komunikaci, situace v této oblasti není stále uspokojivě vyřešená a úspěšnost projektů se pohybuje pouze okolo 30 %.

Pokud by měla být úspěšnost / neúspěšnost projektů řešena pouze v číslech, bylo by možné využít oficiální studii Standish Group 2015 Chaos Report (InfoQ, 2015), která zahrnuje 50.000 projektů z celého světa, u kterých hodnotili úspěšnost projektů podle ukazatelů času, rozpočtu a výsledků projektu. Nejnovější výsledky zahrnují roky 2011 – 2015 a jsou patrné (Tabulka 3).

*Tabulka 3: Úspěšnost projektů za roky 2011 - 2015 (InfoQ, 2015)*

<b>Projekt</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Úspěšný</b>	29 %	27 %	31 %	28 %	29 %
<b>S výtkami</b>	49 %	56 %	50 %	55 %	52 %
<b>Neúspěšný</b>	22 %	17 %	19 %	17 %	19 %

Jedním z faktorů ovlivňující úspěšnost projektu je zřejmě jeho velikost, jelikož u nejmenších projektů je úspěšnost největší a se zvětšující se velikostí projektu úspěšnost projektů klesá (Tabulka 4). Bohužel však neexistuje jednotná definice velikosti projektů a dokonce ani Standish Group ji ve svém reportu nedefinuje. Podle Method123 (2017) většina projektových manažerů definuje velikost projektu na základě: celkově dostupných finančních prostředků; počtu zúčastněných členů; počtu, velikosti a složitosti výstupů projektu; podle complexity projektu a časového rámce, který je pro projekt stanoven.

*Tabulka 4: Výsledky projektů podle jejich velikosti – souhrnně za roky 2011-2015 (InfoQ, 2015)*

<b>Projekt</b>	<b>Úspěšný</b>	<b>S výtkami</b>	<b>Neúspěšný</b>
<b>Největší</b>	2 %	7 %	17 %
<b>Velký</b>	6 %	17 %	24 %
<b>Střední</b>	9 %	26 %	31 %
<b>Menší</b>	21 %	32 %	17 %
<b>Nejmenší</b>	62 %	16 %	11 %



Za zmínku stojí také vliv použité metody k řešení projektu v souvislosti s jeho úspěšností. Standish Group 2015 Chaos Report zveřejnili úspěšnost projektu s ohledem na použití agilní / tradiční vodopádové metody řízení projektu (InfoQ, 2015). Napříč všemi velikostmi projektu vychází agilní přístupy lépe, co se týče jejich úspěšnosti (Tabulka 5). Je však důležité mít na mysli, že tento průzkum nezahrnuje informace o konkrétních užitých metodách v rámci jednotlivých fází tradiční vodopádové metody.

*Tabulka 5: Výsledky projektů podle použité metody za roky 2011-2015 (InfoQ, 2015)*

Velikost	Metoda	Úspěšný	S výtkami	Neúspěšný
Všechny velikosti projektů	agilní	39 %	52 %	9 %
	vodopádová	11 %	60 %	29 %
Velké projekty	agilní	18 %	59 %	23 %
	vodopádová	3 %	55 %	42 %
Střední projekty	agilní	27 %	62 %	11 %
	vodopádová	7 %	68 %	25 %
Malé projekty	agilní	58 %	38 %	4 %
	vodopádová	44 %	45 %	11 %

Nejdůležitější informací z analýzy Standish Group 2015 Chaos Report (InfoQ, 2015) je 21 letý průzkum faktorů, které společným působením vytvářejí úspěch projektu. Tyto faktory jsou zobrazené v následující tabulce, kde jsou seřazené od největšího po nejmenší efekt na úspěch (Tabulka 6).

*Tabulka 6: Faktory působící na úspěch projektu (InfoQ, 2015)*

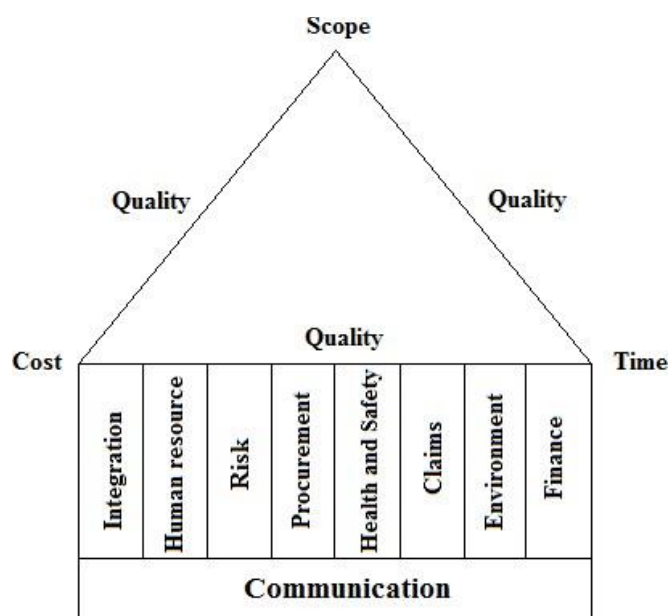
Faktor	Důležitost
Podpora vedení společnosti	15 %
Emoční zralost týmové práce	15 %
Angažovanost uživatele	15 %
Optimalizace rozsahu projektů a obchodních hodnot	15 %
Kvalifikace zaměstnanců	10 %
Integrované postupy pro SW řešení	8 %
Odbornost v agilních postupech	7 %
Střídmé používání nástrojů pro řízení projektů	6 %
Odbornost v řízení projektů	5 %
Jasně obchodní cíle projektu (v souladu s podnikovými cíli)	4 %

Existuje mnoho odborných článků o kritických faktorech úspěchu projektu (Belassi a Tukel, 1996; Söderlund, 2004; Kerzner, 2013, ...), nicméně neodpovídají na otázky typu: Jak využít tyto faktory? Jaké použít metody, abychom se vyvarovali projektovému selhání?

### 3.2.2. Způsoby komunikace v projektovém řízení

Podle výzkumu Zulch (2014) jsou nejdůležitějšími způsoby komunikace v projektovém řízení psaná komunikace (dopisy, e-maily, oběžníky, memoranda, zápisy z jednání, ...), elektronická komunikace (především zprávy, které posíláme na velké vzdálenosti – nejen e-maily, ale i faxová sdělení) a ústní komunikace (setkání, diskuzní skupiny, rozhovory, oznámení, a to jak tváří v tvář, tak po telefonu, ...). Nicméně za účinnou považuje především komunikaci psanou, elektronickou, jelikož si projektový manažer může opakovaně číst a upravovat zprávu, kterou chce poslat; je zaznamenaná a opakovaně přístupná – při ústní nebo neverbální komunikaci tato výhoda odpadá. Jelikož je zde elektronická komunikace uvažována pouze v písemné formě (tento výzkum nebere v úvahu například webové konference), je možné chápat zde zkoumanou elektronickou komunikaci za součást písemné komunikace. Zulch (2014) jako výstup svého výzkumu navrhl komunikační model (viz Obrázek 8).

Obrázek 8: Komunikační základový model (vlastní tvorba dle Zulch, 2014, s. 1008)



Naproti tomu Melnik a Maurer (2004) zkoumali dopad přímé komunikace (viz kapitola 3.1.1) na efektivní sdílení znalostí a zjistili, že komunikace tváří v tvář umožňuje dosáhnout vyšší pracovní rychlost týmu, jelikož umožňuje bohatší využití komunikačních signálů v rámci komunikace, a je tak předáváno mnohem více informací. Těmito signály jsou například pohyby těla, mimika, proxemika, melodie, výška a hloubka hlasu, a jiné. Je patrné, že každý způsob komunikace má nějaké své výhody a nevýhody, a je proto nutné uvážit, co je pro konkrétní účely důležitější – zaznamenaná komunikace, nebo bohatší komunikace?

Kromě přímé komunikace, která zahrnuje výše popsané způsoby komunikace, je možné využívat i nepřímou komunikaci (Tabulka 1). Podle Hoegla a Gemuendena (2001) je využívání nepřímé komunikace v projektech, tzn. používání prostředníka při projektové komunikaci, časově náročné a zvyšuje se tím pravděpodobnost chybného předání informací.

S výběrem komunikačních tras je nutné uvážit i počet osob účastnících se komunikace, nebo to, zda budou členové projektového týmu spolupracovat virtuálně, nebo fyzicky. PMBoK® Guide upozorňuje, že přidání dodatečných zdrojů (případně zdrojů s nižší kvalifikací) do projektu, může snížit výkonnost nebo produktivitu celého projektového týmu v důsledku zvýšené potřeby komunikace, školení a další koordinace. Při využití virtuálních možností projektové spolupráce je sice možné vybírat pracovníky z globálního prostředí, a tím získat do projektového týmu kvalifikovanější členy, ale zároveň se pak bude jednat o skupinu osob, která bude sdílet projektový cíl, který bude muset plnit jen s malým, nebo dokonce nulovým počtem osobních setkání. Takovýmto způsobem projektové práce se významně zvyšují nároky na komunikaci a plánování komunikace se tak stává ještě více důležitým faktorem projektového úspěchu. Vzhledem k dosažitelnosti elektronické komunikace jako je e-mail, audio a videokonference a mnoho dalších je však naplnění cíle proveditelné i v rámci virtuálního týmu (PMI, 2013). Na druhou stranu podle metodiky PRINCE2® může fyzické umístění pracovníků představovat při řešení projektu problém, pakliže jsou od sebe navzájem geograficky vzdáleni. Dokonce doporučuje, je-li to možné, volit do projektu lidi, kteří pracují na společném místě, nebo zajistit vhodné komunikační technologie a zajistit členům projektového týmu výcvik v používání takových technologií (OGC, 2005).

Požadavky na takovou organizaci komunikace popisuje například standard PMBoK® Guide. Mezi tyto požadavky patří například dostupnost specifických komunikačních technologií, povolení komunikačních médií, možnost uchovávání záznamů z komunikace a to vše s respektem k bezpečnostním požadavkům společnosti.

### **3.2.3. Komunikace dle metodik a standardů**

V této kapitole bude popsán pohled nejvýznamnějších projektových metodik a standardů na komunikaci v projektovém řízení. Jak už ale napovídá pojetí Jacka Vinsona, komunikace je tak důležitá pro projektový úspěch, že „it has been referred to as the **lifeblood of a project**...“ (Project Smart, 2017).

#### **3.2.3.1. Komunikace v PMBoK® Guide**

Standard PMBoK® Guide obsahuje 10 znalostních oblastí a tedy 10 interpersonálních dovedností a 5 skupin procesů životního cyklu projektu. V obou těchto kategoriích je komunikaci věnováno celé jedno „znalostní tělo“ tohoto standardu, nicméně je komunikace vyzdvihována napříč celým standardem. Zaměřují se především na identifikaci zainteresovaných stran a řízení jejich očekávání, komunikační plán, distribuci informací a reporty. Výběr komunikačních kanálů může pozitivně nebo negativně ovlivnit úspěch projektu, stejně tak jako otevřená a efektivní komunikace může vytvořit vysoce výkonný tým, který zvládá rozhodování a řešení problémů / konfliktů. Řízení projektové komunikace je potřebné k zajištění včasného a řádného vytváření, sběru, distribuci, ukládání a uspořádání informací o projektu. Efektivní komunikace vytváří most mezi různými zainteresovanými stranami zapojenými do projektu; spojujících různé kulturní a organizační prostředí; různé úrovně odborných znalostí a různých perspektiv a zájmů v realizaci projektu nebo jeho výsledku. Tento standard zahrnuje popis komunikačního plánu, ve kterém by měly být určeny informační potřeby zúčastněných stran projektu, dále by měl obsahovat jasné informace o tom, kdo potřebuje jaké informace, kdy, jak a od koho (PMI, 2013).

Koordinování komunikace napříč projektem je jednou z primárních funkcí projektové kanceláře. Přičemž spojovacím prvkem veškeré komunikace je projektový manažer, který je zodpovědný za komunikaci se všemi zainteresovanými stranami, zejména projektovým sponzorem, projektovým týmem a dalšími klíčovými osobami (PMI, 2013).

### 3.2.3.2. *Komunikace v PRINCE2®*

Tato metoda pohlíží na projektové řízení z procesního pohledu. V rámci této strukturované metody pro projektové řízení je nedostatečná komunikace považována za jednu z možných příčin selhání projektu. K tomu dochází například při časové tísní, která je řešena omezením komunikace. PRINCE2® se z pohledu komunikace věnuje významu předávaných informací, komunikačním drahám a možným dopadům na komunikační plán projektu, který by měl identifikovat všechny komunikační trasy, frekvenci / metody / důvody použití. Obrázek 9 znázorňuje komunikaci podle PRINCE2®, jakožto jednu z rolí projektového manažera. Je zapotřebí komunikovat o tom, co má být hotové, jak je to potřeba udělat, jak rozdělit odpovědnosti, jak bude monitorovaný a kontrolovaný pokrok (OGC, 2005).

*Obrázek 9: Různorodost role Projektového Manažera (OGC, 2005, s. 213)*



### **3.2.3.3. *Komunikace v ICB***

Projektový standard ICB zahrnuje kompetence projektového řízení, které řadí do tří základních částí: elementy technických kompetencí, elementy behaviorálních kompetencí a elementy kontextových kompetencí. Podle tohoto rozdělení spadá komunikace do části technických kompetencí. A však v rámci komunikace se projevuje mnoho dalších kompetencí z behaviorální i kontextové oblasti. Jedná se například o projevy vůdcovství, zainteresovanosti a motivace, sebekontroly, asertivity, uvolnění, otevřenosti, kreativity, schopnosti a ochoty vést diskuzi, schopnosti vyjednávání, řešení konfliktů a krizí, orientace na projekt / program / portfolio, atd. (Doležal a kol., 2012).

Komunikace podle ICB standardu „... zahrnuje efektivní výměnu informací mezi zainteresovanými stranami a porozumění těmto informacím. Pro úspěšnost projektu ... je efektivní komunikace klíčovým prvkem.“ (Doležal a kol., 2012, s. 264).

Významným procesním krokem, který je standardem ICB doporučován, je výběr místa, času, doby trvání a prostředků komunikace (Doležal a kol., 2012). Nejedná se však o prosté plánování události, jde o nevědomé vyvažování základních projektových principů, kdy lze svým výběrem ovlivnit náklady, čas a kvalitu realizovaného cíle projektu.

### **3.2.3.4. *Komunikace ve Scrum***

V PRINCE2®, PMBoK® Guide i v ICB jsou doporučení pro tvorbu komunikačních plánů, které by mimo jiné obsahovaly také informace o tom kdy, kde, kdo a jak dlouho má komunikovat. Nicméně i přes tato doporučení se nejedná o příliš často využívaný projektový dokument. Jednotlivé metodiky a standardy lze používat i bez dodržení tohoto doporučení, jelikož s ním nejsou úzce spjaté. Jinak je tomu ale například ve Scrumu, který je na komunikaci a definování určitých specifik komunikace postaven.

Scrum patří mezi agilní metody, které původně vznikly na míru ICT prostředí – softwarovému vývoji. Šochová a Kunce (2014, s. 13) uvádějí, že agilní znamená „... dynamický, rychlý, interaktivní, přizpůsobivý, iterativní, zábavný, hravý, rychle reagující na změnu...“.

Scrum „... je o spolupráci a komunikaci a připravenosti na změnu“ (Šochová a Kunc, 2014, s. 13). Schwaber (2004) říká, že je Scrum založen na kolaboraci, ale ta vyžaduje porozumění, což vede k potřebě dobré komunikace.

Scrum Alliance komunikaci vyzdvihuje jako jeden z nejdůležitějších aspektů Scrum, a co víc, komunikaci chápe nejen jako mluvení a poslech, ale i psaní, řeč těla jako oční kontakt, fyzické pohyby a držení těla. Komunikaci používají pro udržování informovanosti účastníků projektu, k čemuž používají osobní setkání. Ta jsou podle agilních přístupů nejlepším způsobem, jak sdílet informace, proto je Scrum charakteristický sice každodenními, ale krátkými schůzkami do 15 minut. Na těchto schůzkách jsou projednávány „včerejší“ události (co jsem udělal včera), „dnešní“ události (co budu dělat dnes) a případné existující překážky (jaké mám problémy při tomto úkolu). Kromě toho používají i retrospektivu, která vyjasňuje: co se podařilo, co by se dalo zlepšit, co tým potřebuje přestat dělat / začít dělat, v čem potřebuje pokračovat. Komunikaci se zákazníkem ve Scrum zajišťuje Scrum Master a Product Owner. Product Owner je zodpovědný i za předání jasných informací o požadované podobě výsledku – cíle svému týmu (Scrum Alliance, 2014).

### **3.2.3.5. Komunikace v ISO 21500 Management projektu**

Stejně tak jako projektový standard ICB i tento mezinárodní standard rozděluje kompetence do tří oblastí (technické, behaviorální a kontextové). Oblast komunikace v sobě zahrnuje „procesy potřebné pro plánování, řízení a poskytování informací týkajících se projektu“ a dále uvádí: „Případné nedostatky mezi dostupnými a požadovanými úrovněmi kompetencí v projektovém týmu mohou představovat rizika...“ (Česká společnost pro jakost, 2013, s. 27 a s. 17).

### **3.3. Existující pohledy na modelování komunikace**

Napříč nejvýznamnějšími projektovými metodikami, standardy i přístupy, je komunikace chápána jako významný prvek ovlivňující úspěch projektu. Jedná se však o kvalitativní charakteristiku, a proto je velmi obtížné projektovou komunikaci řídit. Komunikační problémy,

kteře obvykle projektový manažer řeší, se týkají počtu potenciálních komunikačních kanálů nebo tras jako indikátorů komplexity projektové komunikace. Celkový počet potenciálních komunikačních kanálů odpovídá vztahu  $\frac{n(n-1)}{2}$ , kde  $n$  reprezentuje počet zainteresovaných stran (PMI, 2013). Takovýto pohled na komunikaci však není dostatečný a vůbec se nezabývá řešením problémů komunikace z pohledu jednotlivých projektových omezení (čas, náklady a kvalita). Z tohoto důvodu přišlo mnoho autorů s návrhy, jakým způsobem pohlížet na takový aspekt projektového řízení. Současné publikace však bohužel neposkytují podrobný popis použitých kvantitativních metod, resp. metod operačního výzkumu, ani kritické zhodnocení důvodů, proč byla aplikace té které metody úspěšná / neúspěšná (Hämäläinen a kol., 2013).

### **3.3.1. Vícekriteriální rozhodování**

Rozhodování je proces výběru možného postupu ze všech dostupných alternativ, kde jsou různá kritéria, podle kterých lze posoudit alternativy. Rozhodovatel může chtít dosáhnout více, než jednoho cíle, zatímco uspokojuje omezení definovaná prostředím, procesy či zdroji (Hwang a Masud, 1979).

K řešení otázek kvantifikace komunikace je možné využít vícekriteriálního rozhodování, resp. vícekriteriálních rozhodovacích analýz, které při svém hodnocení zohledňují náklady nebo kvalitu jako jedno z hlavních kritérií (Zionts, 1979).

Metody vícekriteriálního rozhodování ze své podstaty neposkytují řešiteli optimální řešení, ale řešení kompromisní, zohledňující všechna hlediska. Pro rozhodovatele může být obtížné stanovit, které kritérium má jakou váhu, tedy ke kterému kritériu se více přiklonit. Vícekriteriální rozhodovací metody tedy poskytují kompromisní řešení na základě stanovených preferencí kritérií (Bolát a kol., 2014).

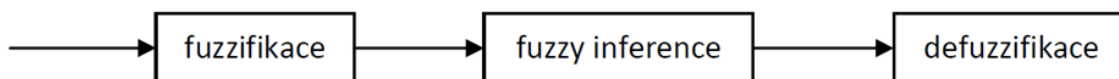
V této práci bude pro stanovení vah použita pouze Saatyho metoda. Pro její popis a další vhodné metody viz Saaty (1977), Hwang a Yoon (1981) nebo Jablonský (2007).



### 3.3.2. Fuzzy metody

V kvantifikaci komunikace by mohly být pomocné i fuzzy metody, které představil Zadeh (1965), jež jsou užitečné pro práci s nejistotou vyplývající ze subjektivních lidských rozhodnutí. Tuto teorii je vhodné využít, pokud potřebujeme zjistit „jak moc“ prvek náleží do nějaké množiny, případně pokud potřebujeme přístup, který umí pracovat s jazykovými proměnnými. „Fuzzy logika tedy měří jistotu nebo nejistotu příslušnosti prvku k množině“ (Dostál a kol., 2005, s. 23). Obrázek 10 znázorňuje, jakým způsobem probíhá fuzzy rozhodování. V rámci fuzzifikace se převádějí reálné proměnné na proměnné jazykové. Při fuzzy inferenci se slovně definuje chování systému pomocí pravidel když – potom, aby se získala jazyková proměnná reprezentující fuzzy výpočet. Tato proměnná se v rámci defuzzifikace pak může převést na reálné hodnoty (Dostál a kol., 2005).

*Obrázek 10: Proces fuzzy zpracování (Dostál a kol., 2005, s. 23)*



Bolat a kol. (2014) vytvořili fuzzy vícekritériální model lineárního programování, pomocí kterého provádějí systematický a komplexní výběr projektů. Autorům se podařilo potvrdit, že lze tento přístup použít jako podpůrný nástroj pro výběr projektu, čímž se snižuje nejistota způsobená nejistotou rozhodnutí rozhodovatele. Autoři této studie sami navrhli rozšíření jejich modelu o fuzzy omezení rozpočtu a zdrojů. Tento přístup by proto bylo možné analogicky přenést na rozhodování o využití komunikačních toků v projektu – jaké komunikační trasy využít, v jakém objemu, apod.

### 3.3.3. Systémová dynamika

Systémová dynamika je metodou zlepšující schopnost učení se ve složitých, komplexních systémech. Mohla by být přirovnána k letovým simulátorům, jelikož umožňuje simulovat například manažerské, politické situace, průběh pandemií politických voleb, apod., a tím

podpořit pochopení složitých a dynamických systémů a následně i navrhnout efektivnější postupy (Sterman, 2000; Janišová a Křivánek, 2013).

Otázku, jak působí změny na způsob chování objektů a jejich změnu zájmu, zkoumali Saleh a kol. (2010) pomocí modelu systémové dynamiky, stejně jako Hämäläinen a kol. (2013), kteří zkoumali behaviorální účinky související se skupinovou interakcí, komunikací, procesními chybami a kognitivními předsudky. Jejich výsledky ukázaly, že jsou procesy operačního výzkumu velmi citlivé na různé efekty plynoucí z lidského chování.

### **3.3.4. Heuristiky**

Heuristické řešení problému je neformálním, intuitivním, spekulativním postupem, který jen v některých případech vede k řešení. Výsledek aplikace heuristiky je nepředvídatelný a není tak jisté, zda je více nebo méně užitečná než použití nějakého exaktního algoritmu. Heuristiku je vhodné použít v případě, že máme jasnou představu o výsledku (Encyclopædia Britannica, 2017). Podle Cambridge University Press (2017) jde o způsob řešení problémů tím, že se učíme z vlastní zkušenosti, tím že věci sami objevujeme – v tomto pojetí se tak jedná spíše o způsob výuky.

V projektovém řízení se musí projektový manažer rozhodovat rychle a většinou s nedostatečným rámcem informací. Někteří autoři (March a Heath, 1994; Loch a Wu, 2005) nabízejí využití jednodušších heuristik, kdy je v mnoha situacích považují za dobrý první řez, když nejsou další informace dostačující, nebo dostupné. Heuristiky mohou být chápány jako jednoduchá pravidla, která člověk používá pro své rozhodování (Bendoly a kol., 2010). Tversky a Kahneman (1974) však ve své práci upozorňují, že jsou sice heuristiky velmi užitečné, ale že mohou někdy vést k závažným a systematickým chybám. Přesto však, při malém počtu parametrů potřebných pro sestavení matematicky náročnějšího modelu, vykazují heuristické modely lepší výsledky (Katsikopoulos, 2011). Podle Katsikopoulose a Gigerenzera (2013) se současný výzkum příliš zaměřuje na propojování lidských heuristik s předsudky a chybami v rozhodování, místo toho, aby zkoumal možné způsoby, jak podpořit jednoduché

a rychlé rozhodování manažerů. Předsudky lze chápat jako pozorovanou systematickou odchylku v rozhodování (Bendoly a kol., 2010).

### 3.3.5. Matematické programování

Matematické programování je součástí operačního výzkumu, která se zabývá „řešením optimalizačních úloh, ve kterých se jedná o nalezení extrému daného kritéria, definovaného ve tvaru kriteriální funkce  $n$  proměnných, na množině variant určených soustavou omezujících podmínek“ (Jablonský, 2007, s. 13). Úlohy matematického programování lze podle Pelikána (2001) členit podle:

- typu množiny přípustných řešení a typu kriteriální funkce,
- typu proměnných:
  - o spojitá – hodnoty všech proměnných jsou spojité,
  - o IP (integer programming) – hodnoty všech proměnných jsou celočíselné,
  - o MIP (mixed integer programming) – hodnoty některých proměnných jsou spojité a některých celočíselné,
  - o 0-1 IP – hodnoty všech proměnných nabývají hodnot 0 nebo 1,
  - o 0-1 MIP – hodnoty některých proměnných jsou 0 nebo 1 a některých celočíselné hodnoty.

Lineární programování si klade za cíl stanovení optimálního plánu, který splňuje definované lineární podmínky a hodnotí kvalitu tohoto plánu pomocí definovaných lineárních funkcí (Matoušek, 2006). Vyjádřeno matematicky se jedná o „postup k určení lokálních extrémů lineárních funkcí, na jejichž proměnné jsou kladena omezení, přičemž funkce i tato omezení jsou lineární“ (Netpoint, 2011).

Lineární optimalizační model v projektovém řízení použily například Kennedy a kol. (2017), které se zabývaly otázkou volby optimálních, a tedy objektivních, způsobů komunikace pomocí různých komunikačních tras, komplexity a omezení projektu. Lineární programování je pro tuto práci stěžejní metodou pro řešení vytýčeného cíle, jelikož optimalizuje řešení – maximalizuje zisky, nebo minimalizuje ztráty a umí si poradit s omezeními a definovanými

podmínkami. Výzkum Kennedy a kol. (2017) bude oporou pro vlastní část práce a je proto blíže popsán v kapitole 3.3.6.

Aplikace lineárních optimalizačních modelů je ale mnohem širší. Jelikož můžeme komunikaci chápat, jako přenos informací, stojí za zmínku i distribuční úlohy. V podstatě i přístup Kennedy a kol. (2017) je na využití tohoto modelu založen.

Pro řešení kvantifikace komunikace v projektech může být podle Tukela a Roma (1998) také použita například metoda větví a mezí, a to bez většího výpočetního úsilí, pokud projekt obsahuje méně než 100 aktivit a nejsou příliš těsná omezení.

### **3.3.6. Model komunikace dle Kennedy a kol.**

Autorky Kennedy a kol. (2017) se ve svém článku zaměřily na problematiku řízení lidského chování v projektovém řízení a pomocí virtuálního experimentu demonstrovaly použití matematického modelování na lidské chování s využitím smíšené celočíselné lineární optimalizace. Ve svém článku se zabývají řešením rozhodovacího problému, jaké komunikační toky využít při řešení projektu v rámci tří základních omezení projektu (čas, náklady, kvalita) a posuzují komunikační chování v rámci týmové komunikace, synchronicity a složitosti / komplexity projektu. K osvětlení vazby mezi provozními / projektovými cíli a týmovým komunikačním chováním zkoumaly nejlepší využití komunikačních tras s cílem optimalizovat různé operační cíle, případně jejich kombinaci (minimalizace nákladů a času a maximalizace kvality).

Model komunikačního chování vytvořený autorkami Kennedy a kol. (2017) modeluje komunikaci mezi dvěma firmami, které jsou od sebe geograficky vzdálené (vedoucí a dodavatelskou firmou) a má následující rozhodovací proměnné:

- $x_{i,j,d}$  je množství sdělovaných informací mezi jednotlivými členy firemních týmů, kdy:
  - $x_{1,1,d}^A \dots x_{I,J,d}^A$  označuje komunikaci přes přímé asynchronní trasy,
  - $x_{1,1,d}^S \dots x_{I,J,d}^S$  označuje komunikaci přes přímé synchronní trasy,

- $x_{1,1,d}^L \dots x_{I,J,d}^L$  označuje komunikaci přes nepřímou trasu (přes leadera).

Směr komunikace je dán proměnou  $d$ , kde:

- $d = 1$  tok informací od vedoucí firmy k dodavatelské,
- $d = 2$  tok informací od dodavatelské firmy k vedoucí firmě.

Omezení jsou v modelu následující:

- $\mathbf{p} = (p^A, p^S, p^L)$  omezená kapacita komunikačních tras,
- $\mathbf{y} = (y^A, y^S, y^L)$  dostupnost komunikačních tras (rozhodnutí aktivovat trasy),
  - $y^* = 0$  tj. komunikační trasa není aktivována,
  - $y^* = 1$  tj. komunikační trasa je aktivována,
- $k_{i,j,d}$  informační požadavek související s komplexitou projektu,
- $m_{i,j,d}$  aktivace informačního požadavku (propojení členů týmu)

a cenové koeficienty:

- $\boldsymbol{\alpha} = (\alpha^A, \alpha^S, \alpha^L)$  čas spojený s komunikací přes různé komunikační trasy,
- $\boldsymbol{\beta} = (\beta^A, \beta^S, \beta^L)$  náklady za použití různých komunikačních tras,
- $\boldsymbol{\gamma} = (\gamma^A, \gamma^S, \gamma^L)$  kvalita určená synchronicitou média,
- $\boldsymbol{\delta} = (\delta^A, \delta^S, \delta^L)$  náklady spojené s dostupností komunikační trasy.

V modelu jsou následující omezující podmínky:

$$\sum_{j=1}^J x_{i,j,1}^A \leq y^A p^A \text{ pro } i = 1, \dots, I \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^J x_{i,j,1}^S \leq y^S p^S \text{ pro } i = 1, \dots, I \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^J x_{i,j,1}^L \leq y^L p^L \text{ pro } i = 1, \dots, I \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^I x_{i,j,2}^A \leq y^A p^A \text{ pro } j = 1, \dots, J \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^I x_{i,j,2}^S \leq y^S p^S \text{ pro } j = 1, \dots, J \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^I x_{i,j,2}^L \leq y^L p^L \text{ pro } j = 1, \dots, J \quad (6)$$

kde kapacitní omezující podmínky (1) až (3) popisují komunikaci mezi každým členem z vedoucí firmy a všemi členy dodavatelské firmy pomocí přímé asynchronní trasy (1), přímé synchronní trasy (2) a nepřímé trasy (3) s omezením kapacity zvolené komunikační trasy a její dostupnosti. Stejně tak kapacitní omezující podmínky (4) až (6) popisují komunikaci mezi každým členem z dodavatelské společnosti a všemi členy vedoucí společnosti, se stejnou logikou komunikačních tras.

Dále Kennedy a kol. (2017) využily podmínku určení (7) představující požadavek, aby informace sdělované prostřednictvím přímé asynchronní, přímé synchronní a nepřímé trasy od každého člena týmu dalšímu členovi dalšího týmu splňovaly požadavek na žádost o poskytnutí informace:

$$x_{i,j,d}^A + x_{i,j,d}^S + x_{i,j,d}^L = k_{i,j,d} m_{i,j,d} \text{ pro } i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J; d = 1, 2 \quad (7)$$

Součástí modelu jsou také podmínky nezápornosti (8) až (10):

$$x_{i,j,d}^A \geq 0 \text{ pro } i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J; d = 1, 2 \quad (8)$$

$$x_{i,j,d}^S \geq 0 \text{ pro } i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J; d = 1, 2 \quad (9)$$

$$x_{i,j,d}^L \geq 0 \text{ pro } i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J; d = 1, 2 \quad (10)$$

Následně Kennedy a kol. (2017) sestavily účelové funkce popisující celkový čas, náklady a kvalitu. Následující účelové funkce (11) až (13) reprezentují jednotlivé provozní cíle, tzn. minimalizování času (11), minimalizování nákladů (12) a maximalizování kvality, resp. minimalizování negativní funkce kvality (13):

$$\min \left( \alpha^A \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^A + \alpha^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^S + \alpha^L \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^L + \delta y^A + \delta y^S + \delta y^L \right) \quad (11)$$

$$\min \left( \beta^A \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^A + \beta^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^S + \beta^L \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^L + \delta y^A + \delta y^S + \delta y^L \right) \quad (12)$$

$$\min \left( -\gamma^A \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^A - \gamma^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^S - \gamma^L \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^L + \delta y^A + \delta y^S + \delta y^L \right) \quad (13)$$

Součtovou agregací těchto účelových funkcí získali vícekriteriální funkci, která uvažuje zároveň čas, náklady a kvalitu (14).

$$\begin{aligned} \min \left( \alpha^A \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^A + \alpha^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^S + \alpha^L \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^L + \beta^A \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^A \right. \\ \left. + \beta^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^S + \beta^L \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^L - \gamma^A \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^A \right. \\ \left. - \gamma^S \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^S - \gamma^L \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^2 x_{i,j,d}^L + \delta y^A + \delta y^S + \delta y^L \right) \quad (14) \end{aligned}$$

Při určování kapacity komunikace Kennedy a kol. (2017) vycházely z toho, kolik informací mohou lidé současně zpracovat, přičemž zohlednily i kapacitu komunikačního kanálu a frekvenci používání vybraného kanálu. Zjistily, že maximální množství informací, které lze sdělit za jeden týden prostřednictvím přímých asynchronních, přímých synchronních a nepří-

mých tras je dáno vektorem  $\mathbf{p} = (158; 188; 53)$ . Tyto hodnoty autorky uvádějí v tzv. informačních jednotkách, které jsou abstrakcí informací potřebných k dosažení operačních cílů projektu. Dalo by se říci, že se jedná o jakýsi nugget, resp. paket znalostí a smysluplných informací, které posouvají projekt kupředu – blíže projektovému cíli.

Čas v minutách, potřebný ke komunikaci zprávy s informací prostřednictvím dané trasy (přímá asynchronní, přímá synchronní a nepřímá) určily Kennedy a kol. (2017) jako vektor  $\boldsymbol{\alpha} = (11,2; 23,1; 17,2)$ .

Náklady v dolarech odhadly Kennedy a kol. (2017) prostřednictvím hodinové sazby platu vývojáře softwaru v kombinaci s časem potřebným ke komunikaci zprávy na vektor  $\boldsymbol{\beta} = (14,6; 29,31; 55,49)$  pro komunikaci přes přímou asynchronní, přímou synchronní a nepřímou komunikační trasu.

Kvalitu přenosu informací pomocí jednotlivých komunikačních tras (přímá asynchronní, přímá synchronní a nepřímá) určily Kennedy a kol. (2017) na základě kombinace informací z předešlých výzkumů a subjektivního hodnocení členů projektového týmu na vektor  $\boldsymbol{\gamma} = (1; 2; 1,75)$ . Autorky tak navázaly na výzkum Dafta a Lengela (1986), kteří tvrdí, že asynchronní komunikační trasy pojmou méně informací přenášených od odesílatele k příjemci, než synchronní komunikační trasy. Kennedy a kol. (2017) proto učinily subjektivní rozhodnutí, že budou hodnotit kvalitu informací v intervalu od 1 do 2, kdy synchronní komunikační trasa má dvakrát větší kvalitu přenosu informací (proto 2), než jakou má asynchronní komunikace (proto 1). Nepřímou komunikaci zařadily kvalitativně mezi asynchronní a synchronní komunikaci, s důrazem na kvalitativně bližší vlastnosti jako synchronní komunikace (proto 1,75).

A konečně náklady spojené s dostupností komunikační trasy jsou jednotné pro všechny trasy, a sice  $\delta = \$ 1000$  (Kennedy a kol., 2017).



Výsledkem výzkumu Kennedy a kol. (2017) jsou tvrzení, která shrnují kvantitativní a grafické výstupy a jsou odpověďmi na níže popsané otázky:

1. Jak by členové z dvou vzdálených týmů měli nejlépe používat komunikační trasy a zároveň optimalizovat jednotlivé / propojené provozní cíle (čas, náklady, kvalita)?
  - i. K řešení projektových omezení (čas, náklady a kvalita) jsou zapotřebí různé typy a počty komunikačních plánů, a to podle úrovně komplexity a vzájemné závislosti projektů.
2. Jak by členové z dvou vzdálených týmů měli komunikovat napříč různými úrovněmi projektové komplexity, když optimalizují jednotlivé / propojené provozní cíle (čas, náklady a kvalita)?
  - i. Při minimalizování času mohou komunikační plány pomáhat řešit rostoucí složitost projektu tím, že se budou měnit vzorce chování: z nepřímé komunikace na přímou asynchronní až k přímé synchronní komunikaci.
  - ii. Při minimalizování nákladů mohou komunikační plány pomáhat řešit rostoucí složitost projektu tím, že se budou měnit vzorce chování: nejdříve využít přímou synchronní komunikaci, dále k ní přidat asynchronní komunikaci a podle potřeby nepřímou komunikaci.
  - iii. Při maximalizaci kvality mohou komunikační plány pomáhat řešit rostoucí složitost projektu tím, že se budou měnit vzorce chování: nejdříve využívají přímou synchronní nebo nepřímou komunikaci a poté přejdou na přímou synchronní a asynchronní komunikaci.
  - iv. Při kombinaci času, nákladů a kvality mohou komunikační plány pomáhat řešit rostoucí složitost projektu tím, že se budou měnit vzorce chování: když je složitost projektu nízká, nebo vysoká, je zapotřebí používat nepřímou komunikaci, a podle potřeby přidávat přímou synchronní a následně asynchronní komunikaci.

3. Jak by členové z dvou vzdálených týmů měli měnit nejlepší používání komunikačních tras napříč úrovněmi vzájemné závislosti, když optimalizují jednotlivé / propojené provozní cíle (čas, náklady a kvalita)?
  - i. Při plnění provozních cílů by se komunikační plány měly měnit jen málo, pokud je vzájemná závislost týmů nízká nebo střední. V případě vysoké závislosti týmů jsou změny komunikačního plánu časté.

### 3.4. Distribuční úlohy

Distribuční úlohy jsou nedílnou součástí matematického, resp. lineárního programování, které napomáhají při vytváření optimální struktury distribučního systému (využití dopravních prostředků, výběr přepravních tras, ...), případně optimalizaci lokalizace jednotlivých prvků tohoto systému, např. umístění a počet výroben, skladů (Gros a Dyntar, 2015). Nejjednodušší z těchto úloh předpokládají přímou distribuci mezi zdroji a spotřebiteli, jedná se o takzvané jednostupňové distribuční úlohy. U klasických distribučních úloh bývá uvažován minimalizační charakter kritéria, ale je samozřejmě možný i charakter maximalizační, jak bude představeno u kritéria kvality v praktické části disertační práce.

#### 3.4.1. Dvoudimenzionální jednostupňová dopravní úloha

Klasická dvoudimenzionální jednostupňová dopravní úloha představuje přepravu produktů od několika dodavatelů k několika odběratelům, stejným typem přepravního prostředku, s požadavkem minimálních nákladů na přepravu. (Dantzig, 1963)

Základní podoba jednostupňové dopravní úlohy je dána kapacitami dodavatelů  $a_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ , požadavky odběratelů  $b_j$ ,  $j = 1, \dots, n$ , cenovými koeficienty  $c_{ij}$ ,  $i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$  a bez újmy na obecnosti je požadována tzv. vyváženost dopravní úlohy  $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$ .

Model dopravní úlohy je proto formulován následovně (15):

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

kde

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i = 1, \dots, m \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = 1, \dots, n$$

$$x_{ij} \geq 0, \forall i, j$$

kde rozhodovací proměnné  $x_{ij}$  představují převážené množství od dodavatele  $i$  s jeho kapacitou  $a_i$  ke spotřebiteli  $j$  s požadavky  $b_j$  při cenovém ohodnocení  $c_{ij}$ .

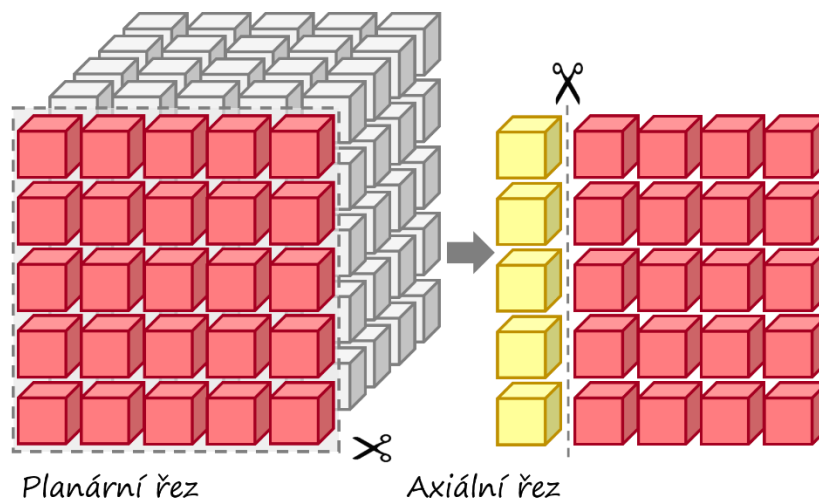
Řešením tohoto modelu je optimální množství přepravovaného materiálu mezi dvojicí dodavatel  $i$  a spotřebitel  $j$ , které minimalizuje náklady na dopravu.

### 3.4.2. Třídímenzionální jednostupňová dopravní úloha

Cílem třídímenzionální jednostupňové dopravní úlohy (dále jen třídímenzionální dopravní úloha) je nalezení optimálního přepravního plánu mezi skupinou dodavatelů a skupinou spotřebitelů s možnou volbou dopravního prostředku. Dodavatelé nabízejí nenulové množství  $a_i, i = 1, \dots, m$ , spotřebitelé požadují množství  $b_j, j = 1, \dots, n$  a  $w_k, k = 1, \dots, p$  jsou kapacity  $p$  dopravních prostředků. Stejně jako u klasické dopravní úlohy je problém vyvážený, je-li celkové množství nabídky rovno celkovému množství poptávky. Každá dopravní trasa od jakéhokoliv dodavatele k libovolnému spotřebiteli určitým dopravním prostředkem je pak ohodnocena cenovým koeficientem  $c_{ijk}, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p$ .

Třídímenzionální model dopravní úlohy může být formulován několika způsoby. Řešení třídímenzionálního modelu vytváří číselnou trojrozměrnou kostku, na kterou je možné pohlízet z pohledu rovin (planární řezy) nebo sloupců (axiální řezy).

Obrázek 11: Planární a axiální řez (vlastní zpracování)\*



\*Obrázky komunikačních kostek byly inspirovány Urbankem (2014).

### 3.4.2.1. Planární formulace problému

První pohled na omezující podmínky je pomocí tzv. planárních řezů, resp. řezů po vrstvách, které využívají zafixování jediné souřadnice. Tyto řezy umožňují formulování podmínek pouze z pohledu jednotlivých dodavatelů, nebo spotřebitelů, nebo dopravních prostředků. Podle Havlíčka (1991) lze z třídimenzionální matice „vybrat celkem  $m + n + p$  různých planárních řezů. Planární formulace modelu odpovídá formulaci klasické formulaci dopravní úlohy (16).

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p c_{ijk} x_{ijk} \rightarrow \min$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p x_{ijk} = a_i, \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p x_{ijk} = b_j, \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ijk} = w_k, \quad k = 1, \dots, p$$

$$x_{ijk} \geq 0, \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p$$
(16)

Rozhodovací proměnné  $x_{ijk}$  představují množství, které má být dodavatelem  $i$  s kapacitou  $a_i$  dopraveno ke spotřebiteli  $j$  s požadavkem  $b_j$  pomocí dopravního prostředku  $k$  s maximálním objemem přepravovaného materiálu  $w_k$ . Přitom jsou jednotlivé přepravní trasy ohodnoceny koeficienty  $c_{ijk}$ .

### 3.4.2.2. Axiální formulace problému

Druhý pohled vychází z axiálních řezů, resp. sloupcových řezů, které pracují se zafixováním dvou souřadnic. Tyto řezy představují více omezující formulaci modelu, jelikož je zapotřebí přesnějších informací o řešeném problému. Axiálních řezů je až  $m * n + m * p + n * p$  (Havlíček, 1991). Matematická formulace axiálního řezu vypadá následovně (17):

$$\begin{aligned}
 z &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p c_{ijk} x_{ijk} \rightarrow \min \\
 \sum_{k=1}^p x_{ijk} &= a_{ij}, \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n \\
 \sum_{i=1}^m x_{ijk} &= b_{jk}, \quad j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \\
 \sum_{j=1}^n x_{ijk} &= w_{ik}, \quad i = 1, \dots, m, k = 1, \dots, p \\
 x_{ijk} &\geq 0, \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p
 \end{aligned} \tag{17}$$

Pokud pro nezáporné hodnoty  $a_{ij}$ ,  $b_{jk}$ ,  $w_{ik}$ ,  $i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p$  platí:

$$\begin{aligned}
 \sum_{j=1}^n a_{ij} &= a_i, \quad i = 1, \dots, m \\
 \sum_{k=1}^p b_{jk} &= b_j, \quad j = 1, \dots, n \\
 \sum_{i=1}^m w_{ik} &= w_k, \quad k = 1, \dots, p
 \end{aligned} \tag{18}$$

potom obě formulace úlohy (16) a (17) představují stejný řešený problém.

### 3.4.2.3. Podmínky řešitelnosti

Podmínky existence řešení je možno najít například v Morávek a Vlach (1967) nebo Vlach (1986). Na rozdíl od klasické jednostupňové dopravní úlohy, která je řešitelná při postačující podmínce vyváženosti dopravní úlohy, u třídímní dopravní úlohy není stanovení postačujících podmínek jednoduché. Proto se velmi často hovoří o různých typech podmínek nutných pro řešitelnost úlohy ale nikoliv o postačujících podmínkách.

Z omezujících podmínek axiální formulace problému (17) vyplývají různé nutné podmínky – například (19), (22), (23), (24) a (25), které zajišťují řešitelnost úlohy. Pro axiální formulaci třídímní úlohy (17) lze definovat první a dalo by se říci i základní sadu podmínek odpovídajících vyváženosti dopravního problému (15), tj. nutných podmínek řešitelnosti (19):

$$a_{ij} \geq 0, b_{jk} \geq 0, w_{ik} \geq 0, \quad i \in M, j \in N, k \in P$$

$$\sum_{k \in P} a_{ij} = \sum_{i \in M} b_{jk} = \sum_{j \in N} w_{ik}, \quad i \in M, j \in N, k \in P \quad (19)$$

Podmínky (19) lze interpretovat také jako vyrovnanost poptávky a nabídky v celém dopravním systému.

Taktéž v následujících příkladech nutných podmínek řešitelnosti se předpokládá splnění podmínek uvedených výše (19). Jsou to například Schellovy podmínky (Schell, 1955) vycházející z přípustnosti přepravovaného množství na základě horních mezí  $M_{ijk}$  (20) a dolních mezí  $m_{ijk}$  (21):

$$x_{ijk} \leq m_{ijk} = \min\{a_{ij}, b_{jk}, w_{ik}\} \quad (20)$$

$$x_{ijk} \geq M_{ijk} = \max\left\{0; a_{ij} - \sum_{\alpha \in P \setminus \{k\}} m_{ij\alpha}; b_{jk} - \sum_{\alpha \in M \setminus \{i\}} m_{\alpha jk}; w_{ik} - \sum_{\alpha \in N \setminus \{j\}} m_{i\alpha k}\right\} \quad (21)$$

Spojením podmínek axiální formulace problému (17) s výše uvedenými poznatky (19), (20), (21) vznikne výsledná podoba Schellových nutných podmínek (22) řešitelnosti třídídimenzionálního dopravního problému.

$$\begin{aligned}
 \sum_{\alpha \in P} M_{ij\alpha} &\leq a_{ij} \leq \sum_{\alpha \in P} m_{ij\alpha}, & i \in M, j \in N \\
 \sum_{\alpha \in M} M_{\alpha jk} &\leq b_{jk} \leq \sum_{\alpha \in M} m_{\alpha jk}, & j \in N, k \in P \\
 \sum_{\alpha \in N} M_{i\alpha k} &\leq w_{ik} \leq \sum_{\alpha \in N} m_{i\alpha k}, & i \in M, k \in P
 \end{aligned} \tag{22}$$

Za omezení celkové nabídky, resp. poptávky jednotlivých prvků systému z axiálního pohledu lze považovat podmínky (22).

Ani tyto podmínky však Morávek a Vlach (1967) nepovažují za postačující podmínky řešitelnosti. Pojetí Schellových podmínek bylo rozpracováno například autorem Haley (1963), který navrhl zpřísnění horních mezí hodnot řešení, které samozřejmě působí i na dolní meze řešení, které jsou iteračně vypočítávány pomocí úpravy vztahu (21) a platí

$H_{ijk} \leq x_{ijk} \leq h_{ijk}, (i, j, k) \in M \times N \times P$ , kde  $H_{ijk} := \lim_{r \rightarrow \infty} M_{ijk}^r$  a  $h_{ijk} := \lim_{r \rightarrow \infty} m_{ijk}^r$  s výpočetním krokem  $r$ . Haleyovy podmínky (23) pak mají tvar:

$$\begin{aligned}
 \sum_{k \in P} H_{ijk} &\leq a_{ij} \leq \sum_{k \in P} h_{ijk}, & i \in M, j \in N \\
 \sum_{i \in M} H_{ijk} &\leq b_{jk} \leq \sum_{i \in M} h_{ijk}, & j \in N, k \in P \\
 \sum_{j \in N} H_{ijk} &\leq w_{ik} \leq \sum_{j \in N} h_{ijk}, & i \in M, k \in P
 \end{aligned} \tag{23}$$

Další nutné podmínky popisuje Vlach (1986) jako sumární podmínky vycházející z axiální formulace modelu pro určité skupiny dodavatelů  $i \in I \subseteq M$ , spotřebitelů  $j \in J \subseteq N$  a dopravních prostředků  $k \in K \subseteq P$  (24):

$$\begin{aligned}
 A(I, J) &\leq \sum_{k \in P} \min\{A(I, J), B(J, \{k\}), W(I, \{k\})\} \\
 B(J, K) &\leq \sum_{i \in M} \min\{A(\{i\}, J), B(J, K), W(\{i\}, K)\} \\
 W(I, K) &\leq \sum_{j \in N} \min\{A(I, \{j\}), B(\{j\}, K), W(I, K)\}
 \end{aligned} \tag{24}$$

kde  $A(I, J) = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} a_{ij}$ ,  $B(J, K) = \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} b_{jk}$ ,  $W(I, K) = \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} w_{ik}$ .

Za zmínku stojí i Smithovy podmínky (Smith, 1973). Pro neprázdnou množinu přípustných řešení třídídimenzionálního dopravního problému je nutné, aby platily vztahy uvedené níže (25):

$$\begin{aligned}
 A(U) &\leq B(V) + W(Z) \text{ kdykoli } Q_1(U) \subset Q_2(V) \cup Q_3(Z) \\
 B(V) &\leq A(U) + W(Z) \text{ kdykoli } Q_2(V) \subset Q_1(U) \cup Q_3(Z) \\
 W(Z) &\leq A(U) + B(V) \text{ kdykoli } Q_3(Z) \subset Q_1(U) \cup Q_2(V)
 \end{aligned} \tag{25}$$

kde

$$Q_1(U) = \{(i, j, k) | (j, k) \in U\}, Q_2(V) = \{(i, j, k) | (i, k) \in V\}, Q_3(Z) = \{(i, j, k) | (i, j) \in Z\}.$$

Obecně lze uvedené podmínky řešitelnosti shrnout tak, že přepravované množství vymezené omezujícími podmínkami axiálních řezů se musí vejít do příslušných planárních řezů, tzn., že nesmí svými požadavky převyšovat planární omezující podmínky. A analogicky i objem přepravovaného množství definovaného planárními omezujícími podmínkami může být požadován pouze do velikosti celkového přepravovaného množství.



#### **4. Tvorba komunikačního plánu projektového týmu**

Tato část práce obsahuje samotný návrh modelu týmové komunikace s využitím metod operačního výzkumu. Vytvoření modelu týmové komunikace napomáhá lepšímu porozumění plánu projektové komunikace a přispívá k jeho zpracování. Vytvořený model vychází z ideje modelu Kennedy a kol. (2017) a je založen na třídímenzionální dopravní úloze.

Jak vyplývá z kapitoly „O úspěšnosti a neúspěšnosti projektů“ nebo z kapitoly „Komunikace dle metodik a standardů“, nedostatky v projektové komunikaci představují riziko při úspěšném dosahování projektových cílů. V běžné projektové praxi se komunikace řídí pouze kvalitativně pomocí komunikačních plánů a matic bez využití možností kvantitativních přístupů, a to i přesto, že již existují matematické postupy jakými komunikaci kvantifikovat. V kapitole „Existující pohledy na modelování komunikace“ jsou stručně popsány přístupy jednotlivých autorů na problematiku kvantifikace komunikace přes zohledňování nákladů, kvality, komplexity a jiných projektových omezení jakožto hodnotící kritérium.

Významným nedostatkem může být skutečnost, že se v projektové praxi plnohodnotně nevyužívají možnosti základního projektového trojimperativu (čas, náklady a kvalita), jehož vlastnosti jsou přenositelné na kteroukoliv část projektového řízení. Stejně jako je časem, náklady a kvalitou ovlivňován cíl, resp. výsledek projektu, působí tyto hodnotící ukazatele i na měkké faktory, jako je komunikace.

Tato práce je proto zaměřená na možnost propojení kvantifikace komunikace s využitím základních projektových omezení. Je zde navržen matematický model třídímenzionální dopravní úlohy, který by pomáhal s rozhodováním jaké komunikační trasy používat pro přenos komunikovaných zpráv mezi jednotlivými členy projektového týmu, včetně doporučeného rozsahu použití komunikačních kanálů. Navržený model reflektuje ukazatele základního projektového trojimperativu, a tím nabízí řešení optimalizující vynaložené náklady a čas na komunikaci, stejně tak jako kvalitu komunikace.

Využití navrženého přístupu má významný potenciál v ex-post hodnoceních projektu, v rámci nějž se zpracují informace o využívaných komunikačních kanálech, objemu předávaných zpráv, zapojení jednotlivých členů projektového týmu v rámci komunikace a zhodnotí se tak rozdíl mezi optimálním a skutečně realizovaným komunikačním vzorcem. Díky tomu mohou být vyčísleny ušlé náklady, čas, a případně i kvalita a v nastávajících projektech mohou být realizovány patřičné změny vzorců chování v rámci komunikace. Pro ex-ante využití je zapotřebí kvalitních odborných odhadů, na základě kterých se navrhne komunikační plán pro budoucí projekt.

#### **4.1. Matematický model komunikačního plánu**

Pro svou práci se autorka nechala inspirovat modelem komunikace od Kennedy a kol. (2017) popsaným v kapitole „Model komunikace dle Kennedy a kol.“ a vícerozměrným dopravním systémem (resp. vícedimenzionální dopravní úlohou), který umožňuje uvažovat u proměnných více než jen dva indexy, resp. dimenze. Protože na problém modelování komunikace může být nahlíženo optikou vícerozměrného dopravního systému, tento přístup nabízí zajímavé praktické využití. Na druhou stranu může být ale komplikovaný, a to proto, že je do modelu zapotřebí zadat velké množství dat (koeficientů, parametrů a podmínek) a také proto, že je zapotřebí významná prostorová představitost (Havlíček, 1991).

Pro účely disertační práce budou dodavatelé chápáni jako odesílatelé komunikovaných informací, spotřebitelé jako příjemci komunikovaných informací a dopravní prostředky budou představovat jednotlivé komunikační trasy (Křečková a kol., 2017a).

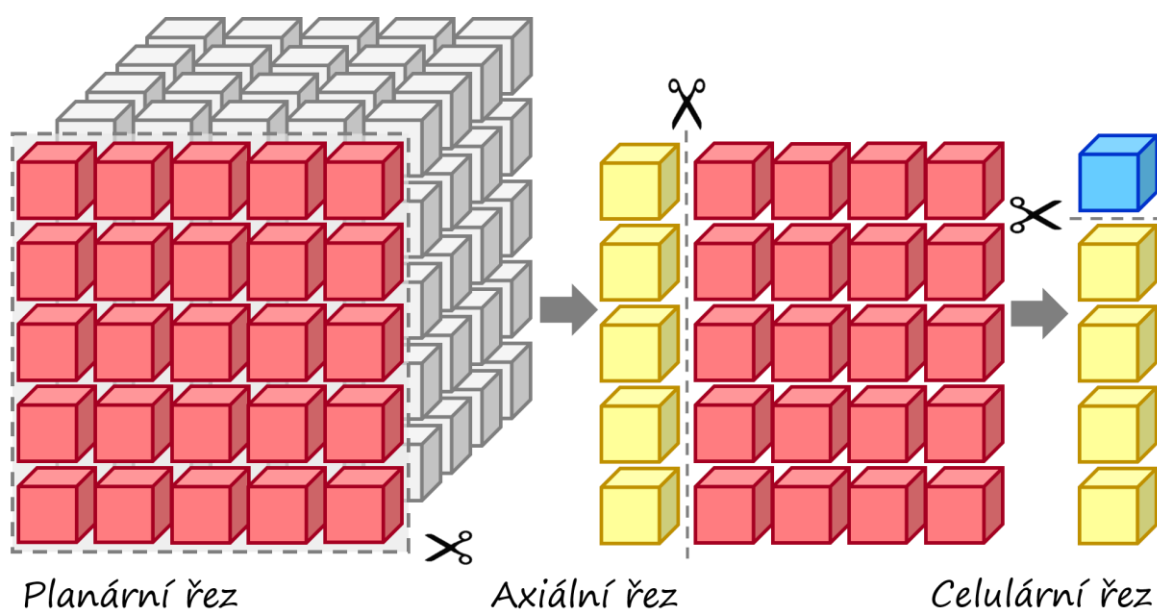
Kromě již uvedené planární a axiální formulace třídídimenzionálního dopravního problému bude při formulaci některých podmínek využita i celulární formulace distribučního modelu.

##### **4.1.1. Celulární formulace třídídimenzionální dopravní úlohy**

Pro modelování komunikačního plánu autorka zavádí nový, třetí pohled, tzv. „celulární / buněčný řez“ (v angličtině cellular cut), který označuje nejmenší bezrozměrný prvek

v krychli, který vzniká zafixováním tří souřadnic – v třírozměrné tabulce se jedná o jedinou buňku. Třídimenzionální model dopravní úlohy může být formulován pomocí tří různých sad omezujících podmínek, označující možnosti, jakými lze prostorově rozdělit tabulku, a tedy jaké kombinace úvah a otázek lze v tabulce řešit. Dvě formulace, planární a axiální, byly uvedeny v kapitole 3.4.2.1 a 3.4.2.2. Přidáním třetího způsobu formulace – celulárního lze vytvořit „komunikační kostku“, jejíž jednotlivé řezy jsou vidět na následujícím obrázku (Obrázek 12).

Obrázek 12: Planární, axiální a celulární řez (Křečková a kol., 2017a, s. 71)



Celulárních řezů je pak ve třídimenzionální matici možné udělat  $m * n * p$ . Celulární formulace matematického modelu je uvedena v (26).

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p c_{ijk} x_{ijk} \rightarrow \min \quad (26)$$

$$x_{ijk} = a_{ijk} = b_{ijk} = w_{ijk}, \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p$$

Rozhodovací proměnné  $x_{ijk}$  představují množství, které má být dodavatelem  $i$  dopraveno ke spotřebiteli  $j$  pomocí dopravního prostředku  $k$ .

Z uvedené formulace je zřejmé, že pokud řešitel zná hodnoty všech celulárních řezů, a tedy odpovídajících pravých stran v podmínkách (26), zná celé řešení modelu, které je jediné a nelze hovořit o jeho optimalizaci. Proto je možné využívat těchto celulárních podmínek jen v omezené míře, a to pro zajištění některých speciálních pravidel komunikačního plánu. Zároveň pro celulární omezující podmínky platí, že velikost požadovaného přepravovaného množství přes celulární řez musí být menší nebo roven omezením příslušného axiálního řezu.

#### **4.1.2. Komunikační plán jako třídídimenzionální dopravní problém**

Problémová situace, která bude v této části práce řešena, se týká některých částí komunikačního plánu, které je potřeba poskládat dohromady při jeho výsledné tvorbě. Konkrétně se jedná o výběr specifického komunikačního kanálu pro přenos určitého objemu informací od jednoho člena týmu k druhému. Z řešení bude zřejmé „kdo s kým“ má komunikovat, „jak“, resp. pomocí jakých komunikačních kanálů, a „kolik“ zpráv si mají členové týmu jejich prostřednictvím předat. Výběr komunikačních tras je možné provést například podle tří specifických kritérií projektového trojimperativu – čas strávený projektovou komunikací, náklady vynaložené na projektovou komunikaci a kvalita přenosu zpráv.

Navrhovaný model tedy slouží k výběru nejlepších komunikačních tras a k následné identifikaci kolik informací bude přeneseno mezi jednotlivými členy týmu prostřednictvím vybraných komunikačních tras. Objem komunikace bude měřen jako počet zpráv obsahujících exkluzivní data, informace, úkoly a znalosti potřebné pro práci na projektu. Za jednotku komunikace proto bude v disertační práci považována zpráva.

Základní návrh modelu byl publikován v článku (Křečková a kol., 2017a), který se zabývá řešením problému výběru komunikačních kanálů se zohledněním základních omezení projektového trojimperativu pro přenos informací mezi čtyřmi členy malého projektového týmu.

K řešení tohoto problému je využita matematická formulace trojrozměrné dopravní úlohy, která je formulována v kapitole 3.4.2. Trojrozměrný, resp. třídídimenzionální model se skládá

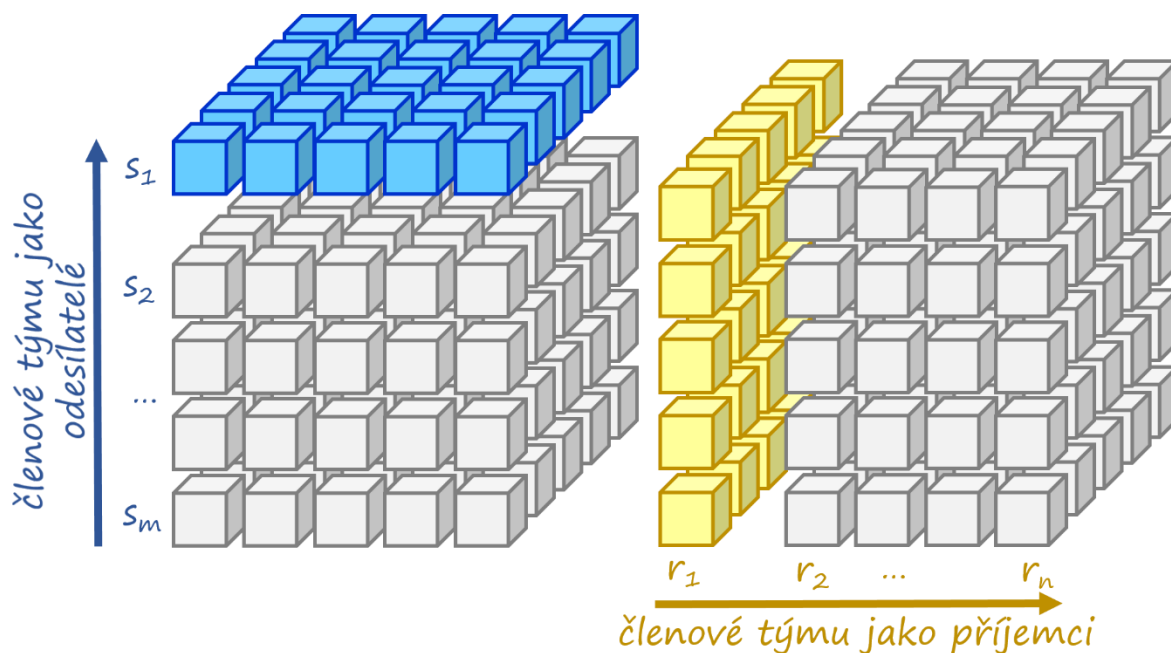
z odesílatelů informací (první dimenze), příjemců informací (druhá dimenze) a z komunikačních tras (třetí dimenze). Tento model proto využívá tři indexů, které určují mezi kterým odesílatelem, příjemcem a pomocí jaké komunikační trasy jsou zprávy předávány.

#### Předpoklady matematického modelu:

- Pro nalezení nejlepší struktury používaných komunikačních tras ke komunikaci není důležitý obsah přenášených zpráv, bude proto v modelu uvažována homogenita jednotlivých zpráv.
- Ve vybraném prostředí je možné vyčíslit průměrné množství přenášených zpráv dle dříve realizované projektové komunikace.
- Přenášené zprávy mohou být libovolně děleny, a jejich části mohou být přenášeny prostřednictvím různých komunikačních tras. Z tohoto důvodu není požadované celočíselné řešení.
- Každý člen týmu může být zároveň odesílatelem a příjemcem zpráv. Proto může být v modelu počet odesílatelů a příjemců zpráv stejný.
- V základní podobě tohoto modelu není uvažována ztráta zpráv během komunikace, nebo případná neochota komunikovat. Proto je uvažovaný počet odeslaných zpráv roven počtu přijatých zpráv.

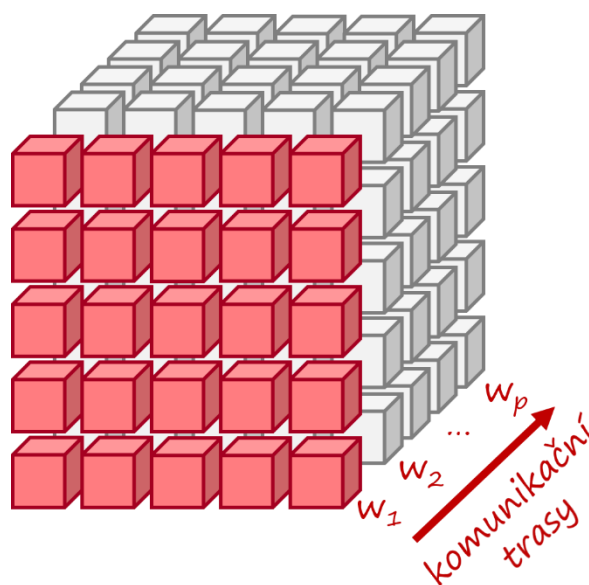
V modelu je uvažována skupina  $T$ , která je složena z jednotlivých členů projektového týmu  $T = (T_1, T_2, \dots, T_n)$ , která může odesílat zprávy  $(s_1, s_2, \dots, s_n)$  a přijímat zprávy  $(r_1, r_2, \dots, r_n)$ , viz Obrázek 13. Z toho zároveň vyplývá, že  $s_*$  označuje počet zpráv, které jsou odesílány členům týmu a  $r_*$  označuje počet přijímaných zpráv členy týmu. Přenášené množství zpráv od odesílatele ( $T_i$ ) příjemci ( $T_j$ ) prostřednictvím vybraného komunikačního kanálu ( $W_k$ ) je označováno jako  $x_{ijk}$ .

Obrázek 13: Znáznornění odesílatelů a příjemců v komunikační kostce (vlastní zpracování)



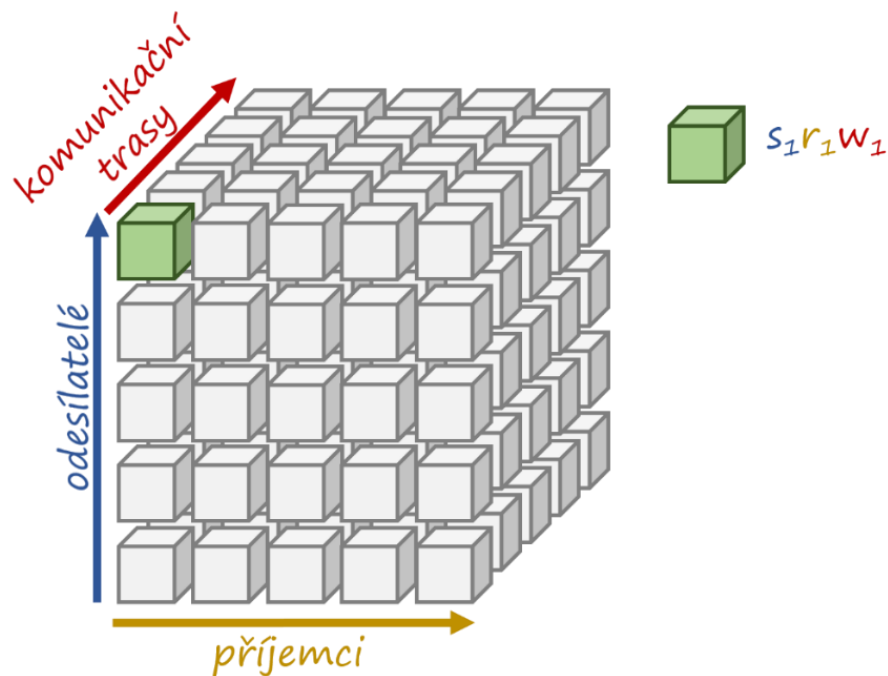
Kromě toho je v modelu uvažována množina  $W$ , která představuje komunikační trasy  $W = (W_1, W_2, \dots, W_p)$  s maximálním, nebo minimálním tokem  $(w_1, w_2, \dots, w_p)$ , kde  $p$  představuje počet komunikačních tras dostupných pro komunikaci v rámci projektového týmu (Obrázek 14 a Tabulka 8).

Obrázek 14: Znáznornění komunikačních tras v komunikační kostce (vlastní zpracování)



Pro účely matematického záznamu indexů u proměnných budou tyto dimenze zaznamenávány v pořadí odesílatel zprávy, příjemce zprávy a použitá komunikační trasa. Zobrazení tohoto pořadí v rámci komunikační kostky bude tedy tvořeno následovně (Obrázek 15):

Obrázek 15: Pořadí dimenzí pro matematický zápis indexů u proměnných (vlastní zpracování)



Modelování komunikačních tras používaných v týmové komunikaci je možné přizpůsobit fungování vybraného podniku. Při použití postupu ex-post, na již proběhlé projektové komunikaci, může podnik vyhodnocovat, zda byla jejich komunikace optimální a poučit se pro následující projekty. Do modelu pak stačí použít informace o průměrném počtu přenášených zpráv mezi členy týmu. Znalost průměrného počtu týdně přenášených zpráv  $m_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n$  se obecně zapisuje způsobem uvedeným níže (Tabulka 7 nebo Tabulka 8) v závislosti na tom, zda se jedná o planární nebo axiální vstupní data.

Tabulka 7: Tabulky planárních vstupních dat (Křečková a kol., 2017a)

$T_1$	$s_1$	$T_1 \quad T_2 \quad \dots \quad T_n$	$W_1$	$w_1$
$T_2$	$s_2$		$\dots$	$\dots$
$\dots$	$\dots$	$r_1 \quad r_2 \quad \dots \quad r_n$	$W_p$	$w_p$
$T_n$	$s_n$			

Planární zápisy dat se používají pro formulaci omezujících podmínek v případě, kdy jsou známy nějaké informace o počtu zpráv odesílaných  $s$ , nebo přijímaných  $r$  jednotlivými členy týmu  $T$ , nebo v případě, kdy je zapotřebí určit konkrétní průtok  $w$  komunikačním kanálem  $W$ .

**Tabulka 8: Tabulky axiálních vstupních dat (Křečková a kol., 2017a)**

	$T_1$	$T_2$	...	$T_n$
$T_1$	0	$m_{12}$	...	$m_{1n}$
$T_2$	$m_{21}$	0	...	$m_{2n}$
...	...	...	...	...
$T_n$	$m_{n1}$	$m_{n2}$	...	0

	$T_1$	$T_2$	...	$T_n$
$W_1$	$o_{11}$	$o_{21}$	...	$o_{n1}$
...	...	...	...	...
$W_p$	$o_{1p}$	$o_{2p}$	...	$o_{np}$

	$W_1$	...	$W_p$
$T_1$	$q_{11}$	...	$q_{1p}$
$T_2$	$q_{21}$	...	$q_{2p}$
...	...	...	...
$T_n$	$q_{n1}$	...	$q_{np}$

Zadání vstupních dat axiální formou umožňuje formulování omezujících podmínek týkajících se přenosu zpráv  $m_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n$  mezi jednotlivými členy týmu  $(i, j)$ , přes všechny komunikační kanály, nebo informací o předání určitého množství zpráv  $o_{jk}, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p$  od všech odesílatelů jednomu příjemci  $(j)$  prostřednictvím jediné komunikační trasy  $(k)$ , nebo předat určité množství zpráv  $q_{ik}, i = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p$  prostřednictvím jednoho odesílatele  $(i)$  všem příjemcům jednou komunikační trasou  $(k)$ .

Vstupní data mohou být formulována také celulárně (Tabulka 9). Jedná se však o nejvíce restriktivní omezující podmínky.

**Tabulka 9: Tabulky celulárních vstupních dat (Křečková a kol., 2017a)**

	$T_1$	$T_2$	...	$T_n$
$W_1$	0	$v_{121}$	...	$v_{1n1}$
$T_2$	$v_{211}$	0	...	$v_{2n1}$
...	...	...	...	...
$T_n$	$v_{n11}$	$v_{n21}$	...	0

	$T_1$	$T_2$	...	$T_n$
$W_p$	0	$v_{12p}$	...	$v_{1np}$
$T_2$	$v_{21p}$	0	...	$v_{2np}$
...	...	...	...	...
$T_n$	$v_{n1p}$	$v_{n2p}$	...	0

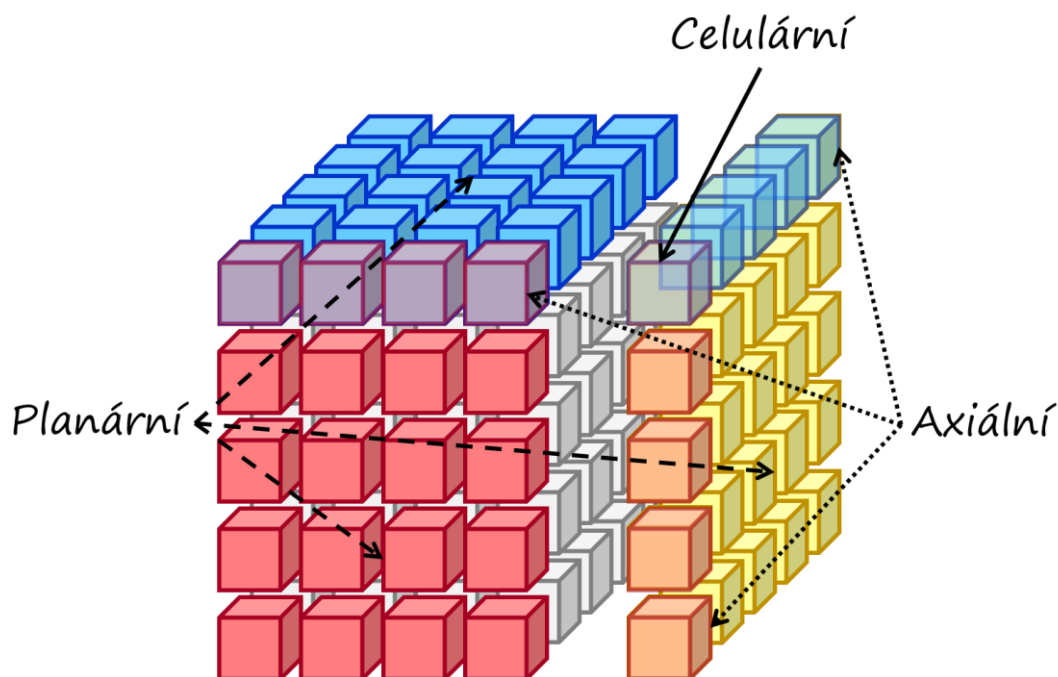
Při celulární formulaci budou známa přenášená množství zpráv  $v_{ijk}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p$ , které budou předávány jedním odesílatelem, jednomu příjemci, přes jeden komunikační kanál.



### 4.1.3. Popis omezujících podmínek v matematickém modelu

Jak už bylo napsáno dříve, v třídimenziální dopravní úloze je možné formulovat tři základní typy omezujících podmínek, které odpovídají běžně se vyskytujícím podmínkám komunikace. Tyto podmínky lze rozdělit do skupin podle toho, jakým řezům v komunikační kostce odpovídají (Obrázek 16).

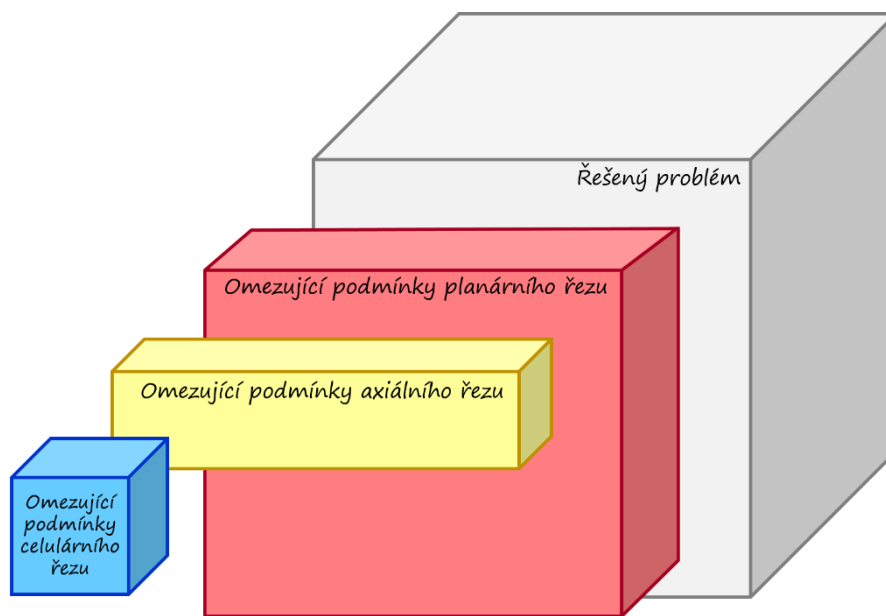
Obrázek 16: Planární, axiální a celulární řez v komunikační kostce (vlastní zpracování)



S omezujícími podmínkami je zapotřebí stanovit i podmínky řešitelnosti, které zároveň představují návod, jakým způsobem stanovovat hodnoty pravých stran v jednotlivých omezujících podmínkách. Z obrázku výše (Obrázek 16) je patrný vztah mezi jednotlivými podmínkami řešitelnosti podle řezů komunikační kostkou. Celulární omezující podmínky tvoří nejmenší řez komunikační kostkou, a je tedy nutné, aby se jejich požadavky vešly do požadavků nadřazených axiálních řezů. Podobně je to s axiálními omezujícími podmínkami, které tvoří druhý nejmenší řez komunikační kostkou, a proto se veškeré jejich požadavky musí vejít do požadavků nadřazených planárních řezů. Omezující podmínky planárních řezů sice tvoří

největší možný řez komunikační kostkou, ale přesto se jejich požadavky musí vejít do požadavků celého komunikačního problému. Celá tato myšlenka je znázorněna na následujícím obrázku (Obrázek 17).

**Obrázek 17:** Nadřazenost omezujících podmínek v podmínkách řešitelnosti (vlastní zpracování)



Níže uvedené obecné formulace omezujících podmínek dle jednotlivých řezů jsou souhrnem toho, jak mohou být omezující podmínky formulovány, nikoliv výčtem omezujících podmínek využitých při konstrukci matematického modelu v jednotlivých případových studiích. Některé z níže uvedených omezujících podmínek nejsou v matematickém modelu využity.

#### **4.1.3.1. Planární omezující podmínky**

Využívání navrhovaného modelu pro rozhodování o výběru nejvhodnějších komunikačních kanálů předpokládá znalost množství zpráv posílaných jednotlivými členy projektového týmu. Pro každého člena projektového týmu se změří nebo odhadne objem zpráv, který členové projektového týmu přijmou, resp. odešlou každému jinému členu týmu. V praxi obvykle nejvíce informací proudí od nadřízeného, ať už je to majitel společnosti, nebo projektový manažer, jelikož deleguje úkoly na své podřízené a řídí projektové aktivity.

Výchozí planární podmínky odpovídají vztahům uvedeným v rovnicích (27), (28). Tyto podmínky reprezentují očekávání průměrně odeslaných zpráv během zvoleného časového období každým členem projektového týmu jako odesílatelem (27)

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p x_{ijk} = s_i, i = 1, \dots, n \quad (27)$$

a dále kladou omezení na množství přijatých zpráv každým příjemcem (28).

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^p x_{ijk} = r_j, j = 1, \dots, n \quad (28)$$

Omezující podmínky (27) a (28) by mohly být vyjádřeny také jako kapacitní nebo požadavkové omezující podmínky. Jelikož je však množství odeslaných a přijatých zpráv v tomto případě předem známé, není to příliš pravděpodobný typ omezení. Požadavek na minimální množství přenášených zpráv by mohl být formulován například v situaci, kdy by byl projektový tým rozšířen o nového člena, u kterého by nebylo možné získat průměrné množství odesílaných, resp. přijímaných zpráv. V takovém případě by se dalo vycházet z průměrů u ostatních členů a stanovit požadavek, který by mohl odpovídat skutečné potřebě nového projektového člena.

Hodnoty  $s_i$  a  $r_j$  musejí splňovat nutnou podmínku existence řešení (29), která v matematickém modelu zajišťuje rovnováhu v přenášených zprávách. Při dodržení této podmínky je počet odeslaných zpráv roven počtu přijatých zpráv.

$$\sum_{i=1}^n s_i = \sum_{j=1}^n r_j \quad (29)$$

Planární podmínky z pohledu komunikačních tras pak zajišťují, že jednotlivými komunikačními kanály proteče požadované množství zpráv. Tyto omezující podmínky je vhodné použít v případě, že má společnost důvod, potřebu, nebo zvyk pracovat s konkrétními komunikačními kanály v předem stanoveném rozsahu, nebo chce na některé z nich stanovit omezení v užívání. Stejně tak je vhodné tyto omezující podmínky použít, pokud společnost potřebuje

změnit komunikační vzorce a návyky, například z důvodu nižších nákladů za alternativní komunikační kanál, než ten, který se aktuálně využívá. V některých případech mohou být podmínky formulovány pomocí požadavku na minimální množství předávaných zpráv, jindy jako maximální množství předávaných zpráv, případně i jejich konkrétní množství.

Požadavkové omezující podmínky, které zajišťují minimální množství přenesených zpráv prostřednictvím komunikačních tras (30) vycházejí z toho, že množství přenášených zpráv je větší nebo rovno nule. Tyto podmínky tak zajišťují minimální využití všech komunikačních tras, které jsou v projektu k dispozici.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ijk} \geq \underline{w}_k, k = 1, \dots, p \quad (30)$$

Kde  $\underline{w}_k$  je rovno minimálnímu požadavku, nebo nule, pokud není požadavek stanoven.

Zvolené hodnoty  $\underline{w}_k$  musí splňovat nutnou podmínku existence řešení (31), která zajišťuje přenášení pouze takového objemu zpráv, které může komunikační kanál pojmout, a zároveň odeslání alespoň takového objemu zpráv, který je požadován.

$$\sum_{i=1}^n s_i = \sum_{j=1}^n r_j \geq \sum_{k=1}^p \underline{w}_k \quad (31)$$

Kapacitní omezující podmínky, které zajišťují maximální množství přenesených zpráv prostřednictvím komunikačních tras (32) vycházejí z toho, že množství přenášených zpráv je menší nebo rovno nějakému požadavku.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ijk} \leq \bar{w}_k, k = 1, \dots, p \quad (32)$$

Kde  $\bar{w}_k$  je rovno maximálnímu požadavku, nebo například  $\sum_{i=1}^n s_i$ , pokud není požadavek stanoven.

Všechny hodnoty  $\bar{w}_k$  splňují nutnou podmínku existence řešení (33), která zajišťuje, že nebude odeslán větší objem zpráv, než je kapacita komunikačního kanálu, a zároveň nedojde k přetížení kapacity členů projektového týmu.

$$\sum_{i=1}^n s_i = \sum_{j=1}^n r_j \leq \sum_{k=1}^p \bar{w}_k \quad (33)$$

Při stanovení konkrétních právě požadovaných hodnot  $w_k$  by muselo platit  $\sum_{i=1}^n s_i = \sum_{j=1}^n r_j = \sum_{k=1}^p w_k$ . Využívání podmínek určení je však příliš svazující, což významně zmenšuje přípustný prostor řešení a jejich používání není tedy příliš vhodné. Z tohoto důvodu zde nejsou formulovány omezující podmínky typu určení, které analogicky odpovídají omezujícím podmínkám (30) a (32).

#### 4.1.3.2. Axiální omezující podmínky

Druhou skupinu podmínek tvoří axiální omezení v axiálních řezech třídímní dopravní úlohy ((34), (36), (37), (38), (40), (42), (44)). Tyto omezující podmínky umožňují pohled na řešený problém přes kombinaci dvou různých dimenzí (odesílatel vs. příjemce, odesílatel vs. komunikační kanál nebo příjemce vs. komunikační kanál) a vycházejí z výchozí znalosti množství zpráv posílaných jednotlivými členy projektového týmu.

Lze zde využít podmínek určení, které zajišťují komunikaci mezi odesílatelem a příjemcem zpráv prostřednictvím všech komunikačních tras (34). Taková omezující podmínka definuje povinnou či předpokládanou komunikaci mezi dvěma konkrétními členy projektového týmu, ale bez preference či omezení na komunikační trasu, kterou by měli k tomuto účelu využít. Pokud řešení splňuje podmínku (34) jsou tím splněny i podmínky (27) a (28) a nemusejí být v takovém případě použity.

$$\sum_{k=1}^p x_{ijk} = m_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n \quad (34)$$

Všechny tyto hodnoty vycházejí ze zadání, které odpovídá první části tabulky axiálních vstupních dat (Tabulka 8). I přesto, že by v případě potřeby bylo možné stanovit i požadavkové, resp. kapacitní omezující podmínky pro zachycení požadavku rozesílaného a přijímaného množství zpráv mezi jednotlivými členy týmu přes všechny komunikační kanály, tak nemá smysl tyto omezující podmínky uvažovat, jelikož se očekává jejich zadání.

Hodnoty  $m_{ij}$  musejí splňovat nutnou podmínku existence řešení (35), která při řešení matematického modelu zajišťuje, že bude objem přenášených zpráv roven objemu zpráv, které byly odeslány a přijaty členy projektového týmu, musí tedy platit:

$$\sum_{j=1}^n m_{ij} = s_i, i = 1, \dots, n \quad (35)$$

$$\sum_{i=1}^n m_{ij} = r_j, j = 1, \dots, n$$

I přesto, že mohou být kladeny podmínky určení na komunikaci, která proudí od všech odesílatelů k jedinému příjemci, prostřednictvím jediného komunikačního kanálu (36), resp. od jednoho odesílatele všem příjemcům, prostřednictvím jediného komunikačního kanálu (37), větší význam mají pro model omezující podmínky požadující minimální, resp. maximální množství předávaných zpráv, případně i jejich konkrétní množství. Podmínky určení mají tvar (36) a (37).

$$\sum_{i=1}^n x_{ijk} = o_{jk}, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \quad (36)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ijk} = q_{ik}, i = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \quad (37)$$

Minimální množství předávaných zpráv lze zobrazit pomocí požadavkových omezujících podmínek, které zachycují požadované množství rozesílaných zpráv všemi odesílateli, jedinému příjemci a jedinou komunikační trasou za předpokladu minimálního požadavku (38). Tyto podmínky lze použít v případě, že musí všichni členové projektového týmu odevzdat výkazy práce, reporty, apod. jednomu příjemci, pomocí definovaného komunikačního kanálu.

$$\sum_{i=1}^n x_{ijk} \geq \underline{q}_{jk}, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \quad (38)$$

Kde  $\underline{q}_{jk}$  je rovno minimálnímu požadavku, nebo nule, pokud není požadavek stanoven. A zároveň musí být pro všechny hodnoty  $\underline{q}_{jk}$  splněny podmínky (39) vyplývající z podmínek řešitelnosti.

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^p \underline{q}_{jk} &\leq r_j, j = 1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n \underline{q}_{jk} &\leq \bar{w}_k, k = 1, \dots, p \end{aligned} \quad (39)$$

Kde  $\bar{w}_k$ , je rovno maximální kapacitě komunikačního kanálu nebo vhodné dostatečně velké hodnotě, pokud tato kapacita není stanovena.

Posledními požadavkovými omezujícími podmínkami pro přijímání zpráv všemi příjemci (od jednoho odesílatele a jednoho komunikačního kanálu) za předpokladu minimálního požadavku jsou následující podmínky (40). Následující omezení jsou vhodná v případě, kdy projektový manažer musí informovat projektový tým o změnách nebo stavu projektu.

$$\sum_{j=1}^n x_{ijk} \geq \underline{q}_{ik}, i = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \quad (40)$$

Kde  $\underline{q}_{ik}$  je rovno minimálnímu požadavku, nebo nule, pokud není požadavek stanoven. Všechny hodnoty  $\underline{q}_{ik}$  musejí splňovat podmínky (41).

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^p \underline{q}_{ik} &\leq s_i, i = 1, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n \underline{q}_{ik} &\leq \bar{w}_k, k = 1, \dots, p \end{aligned} \quad (41)$$

Kde  $\bar{w}_k$ , je rovno maximální kapacitě komunikačního kanálu nebo vhodné dostatečně velké hodnotě, pokud tato kapacita není stanovena.

Mezi kapacitní omezující podmínky zajišťující maximální množství přenesených zpráv od všech odesílatelů jedinému příjemci, přes jednu komunikační trasu patří (42).

$$\sum_{i=1}^n x_{ijk} \leq \bar{o}_{jk}, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \quad (42)$$

Kde  $\bar{o}_{jk}$  je rovno maximálnímu požadavku, nebo například  $w_k$ , pokud není požadavek stanoven. Z podmínek řešitelnosti vyplývají možnosti pro stanovení horní meze  $\bar{o}_{jk}$  (43), které zajistí nezbytnou kapacitu komunikačních kanálů k danému příjemci, tj. řešitelnost problému.

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^p \bar{o}_{jk} &\geq r_j, j = 1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n \bar{o}_{jk} &\geq \underline{w}_k, k = 1, \dots, p \end{aligned} \quad (43)$$

Kde  $\underline{w}_k$  je rovno minimální kapacitě komunikačního kanálu, nebo nule, pokud tato kapacita není stanovena.

Mezi kapacitní omezující podmínky zajišťující maximální množství přenesených zpráv od jednoho odesílatele všem příjemcům, přes jednu komunikační trasu patří (44).

$$\sum_{j=1}^n x_{ijk} \leq \bar{q}_{ik}, i = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \quad (44)$$

Kde  $\bar{q}_{ik}$  je rovno maximálnímu požadavku, nebo například  $w_k$ , pokud není požadavek stanoven. Pro hodnoty  $\bar{q}_{ik}$  musí platit (45):

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^p \bar{q}_{ik} &\geq s_i, i = 1, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n \bar{q}_{ik} &\geq \underline{w}_k, k = 1, \dots, p \end{aligned} \quad (45)$$

Kde  $\underline{w}_k$  je rovno minimální kapacitě komunikačního kanálu, nebo nule, pokud tato kapacita není stanovena.



Typicky jsou tyto omezující podmínky využity v případě pravidelných schůzek projektového týmu, které probíhají prostřednictvím vybrané komunikační trasy (například formou osobního setkání) a jsou známé informace o počtu zpráv, které musí některý z odesílatelů předat, nebo naopak z příjemců přijmout.

Výše uvedené omezující podmínky nemusí být definovány v plném rozsahu všech kombinací všech indexů. Při tvorbě komunikačního plánu jsou podle řešené situace použity jen některé z nich.

#### 4.1.3.3. Celulární omezující podmínky

Poslední skupinou jsou celulární omezení v celulárních řezech třídimenziální dopravní úlohy. Tyto podmínky slouží k zachycení komunikace mezi dvěma konkrétními členy projektového týmu prostřednictvím konkrétní komunikační trasy. Prakticky je možné tyto omezující podmínky stanovit, pokud je zapotřebí ovlivnit potřebné množství zpráv, které musí být předány jednomu členu projektového týmu, přičemž se jedná o množství zpráv přijatých, ale i odeslaných, daným členem projektového týmu v rámci vybraného komunikačního kanálu. Má-li být předáno alespoň určité minimum zpráv, půjde o podmínky požadavkové (46).

$$x_{ijk} \geq \underline{v}_{ijk}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \quad (46)$$

Kde  $\underline{v}_{ijk}$  je rovno stanovenému minimálnímu požadavku, nebo nule, pokud není požadavek stanoven. Zvolené hodnoty  $\underline{v}_{ijk}$  však musí splňovat nutné podmínky existence řešení (47), které zajišťují, aby velikost přenášených zpráv na celulární úrovni svou velikostí odpovídala axiální úrovni komunikace.

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^p \underline{v}_{ijk} &\leq m_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n \underline{v}_{ijk} &\leq q_{ik}, i = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \\ \sum_{i=1}^n \underline{v}_{ijk} &\leq o_{jk}, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \end{aligned} \quad (47)$$

Má-li být předáno nejvýše určité množství zpráv, bude podmínka kapacitní (48).

$$x_{ijk} \leq \bar{v}_{ijk}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \quad (48)$$

Kde  $\bar{v}_{ijk}$  je rovno maximálnímu požadavku, nebo hodnotě  $m_{ij}$ , pokud není maximální požadavek stanoven. Stanovené hodnoty  $\bar{v}_{ijk}$  musí splňovat nutné podmínky existence řešení (49), aby byl problém řešitelný.

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^p \bar{v}_{ijk} &\geq m_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n \bar{v}_{ijk} &\geq q_{ik}, i = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \\ \sum_{i=1}^n \bar{v}_{ijk} &\geq o_{jk}, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \end{aligned} \quad (49)$$

Pokud je vyžadováno konkrétní množství přenášených zpráv, půjde o podmínku určení (50).

$$x_{ijk} = v_{ijk}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \quad (50)$$

Podmínky (46), (48) a (50) nejsou nikdy použity pro všechna  $x_{ijk}$ . S ohledem na velkou restrikcí těchto omezujících podmínek (zvláště podmínky určení) by měly být využívány velmi opatrně, aby příliš nezmenšovaly přípustný prostor řešení. Hodnoty přenášených zpráv  $v_{ijk}$  jsou buď přesně zadány, nebo jsou stanoveny minimální požadavky  $\underline{v}_{ijk}$ . Jsou-li zadány všechny hodnoty  $v_{ijk}$ , pak musí splňovat podmínky řešitelnosti (51).

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^p v_{ijk} &= m_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n v_{ijk} &= q_{ik}, i = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \\ \sum_{i=1}^n v_{ijk} &= o_{jk}, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \end{aligned} \quad (51)$$

#### 4.1.3.4. Ostatní omezující podmínky

Dále lze předpokládat, že žádný člen projektového týmu nemluví sám se sebou (52). Jedná se v podstatě o speciální využití části celulárních podmínek (50).

$$x_{iik} = 0, i = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p \quad (52)$$

Naprostou samozřejmostí je splnění podmínek nezápornosti proměnných (53).

$$x_{ijk} \geq 0 \quad (53)$$

#### 4.1.4. Popis účelové funkce v matematickém modelu

Výběr komunikačních tras bude podléhat minimalizaci času stráveného komunikací, minimalizaci nákladů vynaložených na komunikaci a maximalizaci kvality probíhající komunikace. Tato kritéria byla zvolena podle základního projektového trojimperativu (čas, náklady a kvalita), jenž je využit na úrovni projektové komunikace. Do modelu mohou být využita ale i jiná kritéria, a to dle požadavků řešitele, například při předávání vyhrazených až přísně tajných zpráv, je možné zahrnout kritéria jako rizikovost využití vybraného komunikačního kanálu, případně jeho bezpečnost.

Cenové koeficienty času stráveného komunikací, její náklady a kvalita při přenášení zpráv od odesílatele ( $T_i$ ) k příjemci ( $T_j$ ) prostřednictvím vybrané komunikační trasy ( $W_k$ ) jsou označovány postupně jako  $c_{ijk}^c, c_{ijk}^t, c_{ijk}^q$ .

V tomto pojetí tak vznikají tři účelové funkce (54), které jsou lineární kombinací proměnných a jejich cenových koeficientů a mají minimalizační nebo maximalizační charakter.

$$\begin{aligned} z_C &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p c_{ijk}^c x_{ijk} \rightarrow \min \\ z_T &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p c_{ijk}^t x_{ijk} \rightarrow \min \\ z_Q &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p c_{ijk}^q x_{ijk} \rightarrow \max \end{aligned} \quad (54)$$

Při rozhodování o výsledném využívání komunikačních tras na základě více kritérií je zapotřebí najít řešení vícekritériálního rozhodovacího modelu třídimenzionální dopravní úlohy. V prvním kroku jsou spočítána dílčí optimální řešení pro jednotlivá rozhodovací kritéria. Ve druhém kroku je spočítáno výsledné kompromisní řešení za pomoci lineární agregace (LA) dílčích optimálních řešení  $x_{ijk}^t$  (minimalizace času - T),  $x_{ijk}^c$  (minimalizace nákladů - C) a  $x_{ijk}^q$  (maximalizace kvality - Q). Kompromisní řešení  $x_{ijk}$  je spočítané pomocí vzorce (55).

$$x_{ijk} = \frac{x_{ijk}^c + x_{ijk}^t + x_{ijk}^q}{3}, i = 1, \dots, n, j = i, k = 1, \dots, p \quad (55)$$

Protože jde o lineární optimalizační model s konvexní množinou přípustných řešení, je takto získané řešení opět přípustné, splňuje všechna omezení a může být považováno za kompromisní řešení. Nemusí však být nedominované. Tento přístup umožňuje i využití preferencí jednotlivých kritérií. Pak by bylo kompromisní řešení počítáno jako vážený součet dílčích optimálních řešení (56).

$$x_{ijk} = v^c x_{ijk}^c + v^t x_{ijk}^t + v^q x_{ijk}^q, i = 1, \dots, n, j = i, k = 1, \dots, p$$

kde

$$v^c + v^t + v^q = 1 \quad (56)$$

$$v^c, v^t, v^q \geq 0$$

Výsledné kompromisní řešení nemusí být získáno pouhou agregací hodnot proměnných jednotlivých kritérií, ale může být získáno pomocí agregace všech účelových funkcí s vahami jednotlivých kritérií, kterými je možné určit jejich relativní důležitost. Z účelových funkcí kvality, nákladů a času tak vznikne jediná, agregovaná účelová funkce. Výpočet agregované účelové funkce je podle vzorce (57).

$$z_A = v^q z_Q - v^c z_C - v^t z_T \rightarrow \max, i = 1, \dots, n, j = i, k = 1, \dots, p$$

kde

$$v^c + v^t + v^q = 1 \quad (57)$$

$$v^c, v^t, v^q \geq 0$$

Výsledné kompromisní řešení je pak získáno optimalizací modelu podle agregované účelové funkce.

#### **4.2. Case study I – Optimalizace komunikačního plánu v dealerském týmu**

Matematický model výběru nejlepších komunikačních tras byl ověřen na datech získaných od českého distributora americké značky zemědělské, zahradní a jiné techniky. Tato společnost byla vybrána z důvodu probíhajících komunikačních problémů a nedostatků v přenášení informací v rámci společnosti. Základní tým této společnosti je složen z majitele společnosti (O), ekonoma (EC) a dvou prodejců, resp. dealerů (1D, 2D).

Popisovaná situace vyústila v majitelovu potřebu vytvoření pravidel podnikové komunikace. Majitel společnosti si od těchto pravidel slibuje zajištění dostatečného toku informací mezi zaměstnanci.

Majitel dále považuje za vhodné řešení organizování pravidelných týdenních porad a upřednostňuje elektronickou komunikaci (e-mail), která umožňuje zaznamenávání přenášených zpráv. V rámci této společnosti jsou využívány tyto komunikační trasy: osobní komunikace (F2F), telefon (P) a elektronická pošta (E).

Objem zpráv odesílaných, resp. přijímaných:

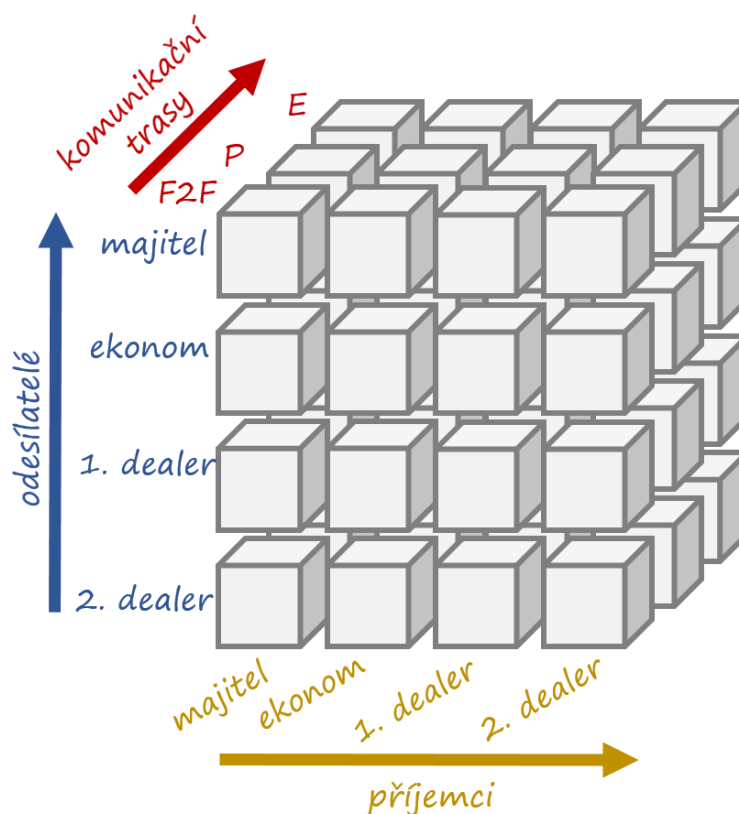
- majitelem společnosti (O) je označován jako  $s_1$ , resp.  $r_1$ ;
- ekonomem (EC) je označován jako  $s_2$ , resp.  $r_2$ ;
- 1. dealerem (1D) je označován jako  $s_3$ , resp.  $r_3$ ;
- 2. dealerem (2D) je označován jako  $s_4$ , resp.  $r_4$ .

Přičemž jednotlivé využívané komunikační kanály jsou značeny jako:

- $w_1$  ... osobní setkání (F2F);
- $w_2$  ... telefon (P);
- $w_3$  ... elektronická pošta (E).

Komunikační kostka tvořena konkrétními odesílateli, příjemci a komunikačními trasami ve vybraném podniku je znázorněna níže (Obrázek 18).

Obrázek 18: Komunikační kostka problémové situace (vlastní zpracování)



Získaná data jsou tvořena množstvím týdenních zpráv, které se v podniku průměrně předají (Tabulka 10). Jedná se však o majitelův odhad.

Tabulka 10: Průměrné týdenní množství předávaných zpráv v podniku (vlastní zpracování)

	O	EC	1D	2D
Majitel (O)		20	15	15
Ekonom (EC)	20		5	5
1. dealer (1D)	10	5		7
2. dealer (2D)	10	5	7	

#### 4.2.1. Omezující podmínky pro řešení problémové situace v dealerském týmu

K vyřešení výše popsané problémové situace jsou použity následující omezující podmínky, jejichž hodnoty pravých stran byly získány na základě konzultace s majitelem společnosti.

#### 4.2.1.1. Planární omezující podmínky problémové situace

Na základě zjištění o průměrném množství předávaných zpráv v rámci společnosti musí být předané obvyklé množství zpráv, které odpovídá sloupcům  $s$  (odeslané zprávy) a řádkům  $r$  (přijaté zprávy) v následující tabulce, kde je také uvedené minimální nutné použití každé komunikační trasy (Tabulka 11).

**Tabulka 11: Planární vstupní data pro komunikační problém distributora - pouze nenulové hodnoty (Křečková a kol., 2017a)**

Majitel (O)	Ekonom (EC)	1. dealer (1D)	2. dealer (2D)
40	30	27	27
Majitel (O)	50		
Ekonom (EC)	30		
1. dealer (1D)	22		
2. dealer (2D)	22		
Osobní komunikace (F2F)		15	
Telefon (P)		15	
Elektronická pošta (E)		15	

Zadané hodnoty vyhovují podmínce (31), což potvrzuje řešitelnost zadaného problému:

$$\sum_{i=1}^4 s_i = 124 = \sum_{j=1}^4 r_j = 124 \geq \sum_{k=1}^3 w_k = 45$$

Planární omezující podmínky pro příjemce, viz data v první části výše uvedené tabulky (Tabulka 11), lze matematicky rozepsat následujícím způsobem:

$$x_{211} + x_{311} + x_{411} + x_{212} + x_{312} + x_{412} + x_{213} + x_{313} + x_{413} = 40$$

$$x_{121} + x_{321} + x_{421} + x_{122} + x_{322} + x_{422} + x_{123} + x_{323} + x_{423} = 30$$

$$x_{131} + x_{231} + x_{431} + x_{132} + x_{232} + x_{432} + x_{133} + x_{233} + x_{433} = 27$$

$$x_{141} + x_{241} + x_{341} + x_{142} + x_{242} + x_{342} + x_{143} + x_{243} + x_{343} = 27$$

Planární omezující podmínky pro odesílatele, viz data ve druhé části výše uvedené tabulky (Tabulka 11), lze matematicky rozepsat následujícím způsobem:

$$x_{121} + x_{131} + x_{141} + x_{122} + x_{132} + x_{142} + x_{123} + x_{133} + x_{143} = 50$$

$$x_{211} + x_{231} + x_{241} + x_{212} + x_{232} + x_{242} + x_{213} + x_{233} + x_{243} = 30$$

$$x_{311} + x_{321} + x_{341} + x_{312} + x_{322} + x_{342} + x_{313} + x_{323} + x_{343} = 22$$

$$x_{411} + x_{421} + x_{431} + x_{412} + x_{422} + x_{432} + x_{413} + x_{423} + x_{433} = 22$$

Planární omezující podmínky pro využití komunikačních kanálů, viz data ve třetí části výše uvedené tabulky (Tabulka 11), lze matematicky rozepsat následujícím způsobem:

$$x_{121} + x_{131} + x_{141} + x_{211} + x_{231} + x_{241} + x_{311} + x_{321} + x_{341} + x_{411} + x_{421} + x_{431} \geq 15$$

$$x_{122} + x_{132} + x_{142} + x_{212} + x_{232} + x_{242} + x_{312} + x_{322} + x_{342} + x_{412} + x_{422} + x_{432} \geq 15$$

$$x_{123} + x_{133} + x_{143} + x_{213} + x_{233} + x_{243} + x_{313} + x_{323} + x_{343} + x_{413} + x_{423} + x_{433} \geq 15$$

#### 4.2.1.2. Axiální omezující podmínky problémové situace

Komunikace, která probíhá mezi odesílatelem a příjemcem zprávy po jednotlivých komunikačních trasách, musí odpovídat hodnotám uvedeným v první části níže uvedené tabulky (Tabulka 12). V rámci podnikových porad, tzn. při použití komunikačního kanálu osobní komunikace (F2F), majitel společnosti odesílá a přijímá alespoň 20 zpráv týdně, resp. na poradě, jelikož probíhá jedenkrát týdně.

**Tabulka 12: Axiální vstupní data pro komunikační problém distributora - pouze nenulové hodnoty (Křečková a kol., 2017a)**

	O	EC	1D	2D		O	EC	1D	2D		F2F	P	E
Majitel (O)		20	15	15	F2F	20				Majitel (O)	20		
Ekonom (EC)	20		5	5	P					Ekonom (EC)			
1. dealer (1D)	10	5		7	E					1. dealer (1D)			
2. dealer (2D)	10	5	7							2. dealer (2D)			



Zadané hodnoty vyhovují podmínce řešitelnosti (35):

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^4 m_{i1} &= 40 = r_1 & \sum_{j=1}^4 m_{1j} &= 50 = s_1 \\ \sum_{i=1}^4 m_{i2} &= 30 = r_2 & \sum_{j=1}^4 m_{2j} &= 30 = s_2 \\ \sum_{i=1}^4 m_{i3} &= 27 = r_3 & \sum_{j=1}^4 m_{3j} &= 22 = s_3 \\ \sum_{i=1}^4 m_{i4} &= 27 = r_4 & \sum_{j=1}^4 m_{4j} &= 22 = s_4 \end{aligned}$$

a také podmínce (39):

$$\sum_{k=1}^3 \underline{q}_{1k} = 20 + 0 + 0 \leq r_1 = 40 \qquad \sum_{j=1}^4 \underline{q}_{j1} = 20 + 0 + 0 + 0 \leq \bar{w}_1 = \infty$$

a nakonec i podmínce (41), což potvrzuje řešitelnost zadaného problému:

$$\sum_{k=1}^3 \underline{q}_{1k} = 20 + 0 + 0 \leq s_1 = 50 \qquad \sum_{i=1}^4 \underline{q}_{i1} = 20 + 0 + 0 + 0 \leq \bar{w}_1 = \infty$$

Axiální omezující podmínky zajišťující předávání zpráv mezi členy týmu s využitím různých komunikačních kanálů, lze matematicky rozepsat s využitím dat z první části výše uvedené tabulky (Tabulka 12) následovně:

$$\begin{aligned} x_{121} + x_{122} + x_{123} &= 20 & x_{311} + x_{312} + x_{313} &= 10 \\ x_{131} + x_{132} + x_{133} &= 15 & x_{321} + x_{322} + x_{323} &= 5 \\ x_{141} + x_{142} + x_{143} &= 15 & x_{341} + x_{342} + x_{343} &= 7 \\ x_{211} + x_{212} + x_{213} &= 20 & x_{411} + x_{412} + x_{413} &= 10 \\ x_{231} + x_{232} + x_{233} &= 5 & x_{421} + x_{422} + x_{423} &= 5 \\ x_{241} + x_{242} + x_{243} &= 5 & x_{431} + x_{432} + x_{433} &= 7 \end{aligned}$$

Axiální omezující podmínky pro konání pravidelných porad, kde předávají všichni členové týmu zprávy majiteli společnosti, lze matematicky rozepsat s využitím dat z druhé části výše uvedené tabulky (Tabulka 12) následovně:

$$x_{211} + x_{311} + x_{411} \geq 20$$

Axiální omezující podmínky pro konání pravidelných porad, kde předává majitel společnosti zprávy všem ostatním členům týmu, lze matematicky rozepsat s využitím dat ze třetí části výše uvedené tabulky (Tabulka 12) následovně:

$$x_{121} + x_{131} + x_{141} \geq 20$$

#### 4.2.1.3. Celulární omezující podmínky problémové situace

Tyto podmínky zajišťují komunikaci majitele s každým členem týmu během jedné schůzky. Tak jak zobrazuje Tabulka 13, majitel společnosti si musí s každým členem vyměnit tři zprávy – tzn. tři zprávy odeslat každému členu týmu a tři zprávy přijmout od každého člena týmu.

**Tabulka 13: Celulární vstupní data pro komunikační problém distributora - pouze nenulové hodnoty (Křečková a kol., 2017a)**

	F2F	O	EC	1D	2D
Majitel (O)			3	3	3
Ekonom (EC)	3				
1. dealer (1D)	3				
2. dealer (2D)	3				

Jelikož vstupní data splňují podmínku řešitelnosti (47), je potvrzena řešitelnost zadaného problému:

$$\sum_{k=1}^3 v_{ijk} = 9 \leq m_{1j} = 50 \qquad \sum_{k=1}^3 v_{ijk} = 9 \leq m_{i1} = 40$$

Konkrétní komunikaci mezi majitelem společnosti a vybraným členem týmu, resp. mezi vybraným členem týmu a majitelem, lze matematicky zapsat formou celulárních omezujících podmínek s využitím dat z výše uvedené tabulky (Tabulka 13) následovně:

$$x_{121} \geq 3$$

$$x_{211} \geq 3$$

$$x_{131} \geq 3$$

$$x_{311} \geq 3$$

$$x_{141} \geq 3$$

$$x_{411} \geq 3$$

Jelikož žádný člen projektového týmu nemluví sám se sebou a musí být splněny podmínky nezápornosti, musí platit i následující omezující podmínky:

$$x_{iik} = 0, i = 1, \dots, 4, k = 1, \dots, 3$$

$$x_{ijk} \geq 0, i = 1, \dots, 4, j = 1, \dots, 4, k = 1, \dots, 3$$

#### 4.2.2. Kritéria pro řešení problémové situace v dealerském týmu

Problémová situace je vyhodnocována z pohledu tří kritérií, tak jak bylo navrženo v kapitole 4.1.4, a sice: čas strávený komunikací, náklady vynaložené na komunikaci a kvalita komunikace. Všechna zmíněná kritéria jsou pro majitele společnosti v podstatě stejně důležitá. V určování vah kritérií se odráží majitelův požadavek na organizování pravidelných týdenních porad a kvalitativní upřednostňování elektronické komunikace umožňující zaznamenávání přenášených zpráv. Jednotlivé komunikační trasy byly podle jednotlivých kritérií ohodnoceny za použití Saatyho metody párového porovnání, kdy se hodnocení účastnil jediný expert – majitel společnosti. Při tom nebyl zohledněn možný rozdíl v koeficientech v dílčích kritériích pro jednotlivé členy týmu, každá komunikace jednotlivých členů týmu pomocí stejné komunikační trasy je ohodnocena stejně.

Z pohledu kritéria čas (T) majitel společnosti velmi silně preferuje osobní komunikaci (F2F) před telefonní komunikací (P), slabě preferuje elektronickou komunikací (E) před použitím telefonu a elektronickou komunikaci vnímá z tohoto pohledu za rovnocennou s osobním setkáním. Zajímavým rozhodnutím majitele společnosti je určení preferencí z pohledu nákladového kritéria (C). S ohledem na pravidelné pořádání týdenních porad majitel společnosti silně preferuje osobní setkání před telefonováním, a dokonce velmi silně před elektronickou komunikací. Toto určení preferencí odpovídá faktu, že je nejvíce zpráv předáváno právě na poradách. Telefon je v tomto kritériu jen slabě preferován před elektronickou komunikací.

Nejvýznamnější majitelovy preference získalo kritérium kvalita (Q), kde absolutní preferencí ohodnotil elektronickou komunikaci před použitím telefonu. Osobní komunikaci z pohledu kvality majitel velmi silně preferuje před telefonováním a elektronickou komunikaci jen slabě preferuje před osobním setkáním.

Detailní pohled na preference jsou patrné z následující tabulky, která obsahuje Saatyho matice podle všech tří uvažovaných kritérií, včetně geometrických průměrů řádků  $b_i$  (Tabulka 14).

**Tabulka 14: Ohodnocení porovnávaných komunikačních tras podle jednotlivých kritérií pomocí Saatyho metody (vlastní zpracování)**

<b>T</b>	F2F	P	E	$b_i$
F2F	<b>1</b>	7	1	1,91
P	1/7	<b>1</b>	1/3	0,36
E	1	3	<b>1</b>	1,44

<b>C</b>	F2F	P	E	$b_i$
F2F	<b>1</b>	5	7	3,27
P	1/5	<b>1</b>	3	0,84
E	1/7	1/3	<b>1</b>	0,36

<b>Q</b>	F2F	P	E	$b_i$
F2F	<b>1</b>	7	1/3	1,33
P	1/7	<b>1</b>	1/9	0,25
E	3	9	<b>1</b>	3

Majitelem navržené preferenční hodnoty splňují podmínku konzistence Saatyho matice, jelikož je míra konzistence  $CR$  (Consistency Ratio) ve všech případech menší, než hodnota 0,1. Při vydělení jednotlivých hodnot indexů konzistence  $CI$  (Consistency Index;  $CI_T \cong 0,040$ ;  $CI_C \cong 0,032$ ;  $CI_Q \cong 0,040$ ) hodnotou náhodného indexu  $RI = 0,52$  (Random Index pro tři kritéria), jsou konkrétní hodnoty míry konzistence následující:  $CR_T \cong 0,077$ ;  $CR_C \cong 0,062$ ;  $CR_Q \cong 0,077$  (Saaty a Tran, 2007).

Ohodnocení jednotlivých prvků Saatyho matice reflektuje rozdílné povahy kritérií. Při časovém kritériu, které je minimalizační, je tak nejzdlouhavějším způsobem komunikace osobní setkání, a naopak nejkratším způsobem komunikace je telefonní spojení. Při nákladovém kritériu, které je také minimalizační, je nejdražším kanálem opět osobní setkání, ale nejlevnější je elektronická komunikace. Poslední kritérium je maximalizační a tudíž je nej kvalitnější komunikací elektronická komunikace, jelikož dle požadavků majitele dochází k uchování těchto zpráv, zatímco nejméně kvalitním je telefonní komunikace.

Hodnoty vah  $v_i$  normalizovaných hodnot  $b_i$  vstupujících do výpočtů matematického modelu jsou v následující tabulce (Tabulka 15).

**Tabulka 15: Koeficienty účelové funkce - ohodnocení komunikačních tras – pouze nenulové hodnoty (Křečková a kol., 2017a)**

Čas (T) - MIN	F2F				P				E			
	O	EC	1D	2D	O	EC	1D	2D	O	EC	1D	2D
Majitel (O)		0,51	0,51	0,51		0,10	0,10	0,10		0,39	0,39	0,39
Ekonom (EC)	0,51		0,51	0,51	0,10		0,10	0,10	0,39		0,39	0,39
1. dealer (1D)	0,51	0,51		0,51	0,10	0,10		0,10	0,39	0,39		0,39
2. dealer (2D)	0,51	0,51	0,51		0,10	0,10	0,10		0,39	0,39	0,39	

Náklady (C) - MIN	F2F				P				E			
	O	EC	1D	2D	O	EC	1D	2D	O	EC	1D	2D
Majitel (O)		0,73	0,73	0,73		0,19	0,19	0,19		0,08	0,08	0,08
Ekonom (EC)	0,73		0,73	0,73	0,19		0,19	0,19	0,08		0,08	0,08
1. dealer (1D)	0,73	0,73		0,73	0,19	0,19		0,19	0,08	0,08		0,08
2. dealer (2D)	0,73	0,73	0,73		0,19	0,19	0,19		0,08	0,08	0,08	

Kvalita (Q) - MAX	F2F				P				E			
	O	EC	1D	2D	O	EC	1D	2D	O	EC	1D	2D
Majitel (O)		0,29	0,29	0,29		0,05	0,05	0,05		0,66	0,66	0,66
Ekonom (EC)	0,29		0,29	0,29	0,05		0,05	0,05	0,66		0,66	0,66
1. dealer (1D)	0,29	0,29		0,29	0,05	0,05		0,05	0,66	0,66		0,66
2. dealer (2D)	0,29	0,29	0,29		0,05	0,05	0,05		0,66	0,66	0,66	

S využitím získaných koeficientů je pro jednotlivá kritéria možné sestavit následující účelové funkce.

$$\begin{aligned}
 z_T = & 0,51x_{121} + 0,51x_{131} + 0,51x_{141} + 0,51x_{211} + 0,51x_{231} + 0,51x_{241} + 0,51x_{311} \\
 & + 0,51x_{321} + 0,51x_{341} + 0,51x_{411} + 0,51x_{421} + 0,51x_{431} + 0,10x_{122} \\
 & + 0,10x_{132} + 0,10x_{142} + 0,10x_{212} + 0,10x_{232} + 0,10x_{242} + 0,10x_{312} \\
 & + 0,10x_{322} + 0,10x_{342} + 0,10x_{412} + 0,10x_{422} + 0,10x_{432} + 0,39x_{123} \\
 & + 0,39x_{133} + 0,39x_{143} + 0,39x_{213} + 0,39x_{233} + 0,39x_{243} + 0,39x_{313} \\
 & + 0,39x_{323} + 0,39x_{343} + 0,39x_{413} + 0,39x_{423} + 0,39x_{433} \rightarrow \min
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
z_C = & 0,73x_{121} + 0,73x_{131} + 0,73x_{141} + 0,73x_{211} + 0,73x_{231} + 0,73x_{241} + 0,73x_{311} \\
& + 0,73x_{321} + 0,73x_{341} + 0,73x_{411} + 0,73x_{421} + 0,73x_{431} + 0,19x_{122} \\
& + 0,19x_{132} + 0,19x_{142} + 0,19x_{212} + 0,19x_{232} + 0,19x_{242} + 0,19x_{312} \\
& + 0,19x_{322} + 0,19x_{342} + 0,19x_{412} + 0,19x_{422} + 0,19x_{432} + 0,08x_{123} \\
& + 0,08x_{133} + 0,08x_{143} + 0,08x_{213} + 0,08x_{233} + 0,08x_{243} + 0,08x_{313} \\
& + 0,08x_{323} + 0,08x_{343} + 0,08x_{413} + 0,08x_{423} + 0,08x_{433} \rightarrow \min
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
z_Q = & 0,29x_{121} + 0,29x_{131} + 0,29x_{141} + 0,29x_{211} + 0,29x_{231} + 0,29x_{241} + 0,29x_{311} \\
& + 0,29x_{321} + 0,29x_{341} + 0,29x_{411} + 0,29x_{421} + 0,29x_{431} + 0,05x_{122} \\
& + 0,05x_{132} + 0,05x_{142} + 0,05x_{212} + 0,05x_{232} + 0,05x_{242} + 0,05x_{312} \\
& + 0,05x_{322} + 0,05x_{342} + 0,05x_{412} + 0,05x_{422} + 0,05x_{432} + 0,66x_{123} \\
& + 0,66x_{133} + 0,66x_{143} + 0,66x_{213} + 0,66x_{233} + 0,66x_{243} + 0,66x_{313} \\
& + 0,66x_{323} + 0,66x_{343} + 0,66x_{413} + 0,66x_{423} + 0,66x_{433} \rightarrow \max
\end{aligned}$$

V modelu problémové situace v dealerském týmu jsou 4 odesílatelé, 4 příjemci a 3 komunikační kanály, proto je v modelu 48 rozhodovacích proměnných (a tomu odpovídá 48 podmínek nezápornosti), z nichž 12 proměnných musí být rovno nule, jelikož není povolena komunikace sám se sebou, jde o 12 celulárních podmínek rovnicového typu. Dále bylo zformulováno 6 celulárních podmínek požadavkového typu, 11 planárních omezujících podmínek požadavkového a rovnicového typu a 14 axiálních omezujících podmínek požadavkového a rovnicového typu. Řešení bylo hledáno pro tři kritéria. Model byl zformulován a řešen v MS Excel 2016.

#### 4.2.3. Výsledné řešení problémové situace v dealerském týmu

Výše popsaný postup řešení třídimenzionální dopravní úlohy řešený s optimalizací přes tři účelové funkce vedl k nalezení tří dílčích optimálních řešení, z nichž bylo získáno výsledné kompromisní řešení pro každou komunikační trasu (dle vzorce (55)). V tabulkách s výsledky (Tabulka 16, Tabulka 17, Tabulka 18) jsou uvedené výsledky dílčích optimalizací (sloupce: T – čas, C – náklady; Q – kvalita) i lineární agregace (LA) za jednotlivé členy týmu.

První zkoumanou komunikační trasou byla osobní komunikace (F2F), jejíž doporučený rozsah využívání uvádí Tabulka 16. Tento komunikační kanál vychází jako druhá nejpoužívanější komunikační trasa, přes kterou se předá celkově 40 zpráv týdně. Výsledné řešení odpovídá požadavku majitele společnosti, aby se tento komunikační kanál používal především na podnikových poradách. Na této schůzce předává každý zaměstnanec majiteli společnosti zprávy, stejně tak jako majitel předává zprávy ostatním členům týmu. Z tohoto důvodu je majitel zatížen zprávami nejvíce, jelikož zprávy vysílá a přijímá a stává se tak významným komunikačním bodem. S ohledem na různá pracoviště zaměstnanců jiná osobní komunikace ve společnosti neprobíhá.

*Tabulka 16: Doporučené používání osobní komunikace ve vybraném podniku (Křečková a kol., 2017a)*

F2F	Majitel (O)				Ekonom (EC)				1. dealer (1D)				2. dealer (2D)				T	C	Q	LA
	T	C	Q	LA	T	C	Q	LA	T	C	Q	LA	T	C	Q	LA				
O	0	0	0	<b>0</b>	3	3	10	<b>5,33</b>	14	3	7	<b>8</b>	3	14	3	<b>6,67</b>	20	20	20	<b>20</b>
EC	3	3	14	<b>6,67</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	3	3	14	<b>6,67</b>
1D	7	7	3	<b>5,67</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	7	7	3	<b>5,67</b>
2D	10	10	3	<b>7,67</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	10	10	3	<b>7,67</b>
	20	20	20	<b>20</b>	3	3	10	<b>5,33</b>	14	3	7	<b>8</b>	3	14	3	<b>6,67</b>	40	40	40	<b>40</b>

Další zkoumanou komunikační trasou je telefon (P), který zároveň představuje nejméně používaný způsob komunikace. Přes tuto komunikační trasu se předává pouze 33 zpráv týdně. Méně časté využívání telefonu pro komunikaci je dáno preferencemi kritérií kvalita komunikace a náklady na komunikaci a členové týmu proto ke komunikaci volí spíše elektronickou poštu. Doporučené množství a strukturu komunikace pomocí tohoto komunikačního kanálu uvádí Tabulka 17. Je však důležité upozornit na fakt, že nulové hodnoty pod hlavní diagonálou u některých členů týmu nutně neznamená absenci využívání této komunikační trasy – člen týmu v tomto směru pouze neposílá zprávy, není iniciátorem komunikace (zprávy pouze přijímá – viz hodnoty nad hlavní diagonálou).

**Tabulka 17: Doporučené používání telefonu ve vybraném podniku (Křečková a kol., 2017a)**

P	Majitel (O)				Ekonom (EC)				1. dealer (1D)				2. dealer (2D)				T	C	Q	LA
	T	C	Q	LA	T	C	Q	LA	T	C	Q	LA	T	C	Q	LA				
O	0	0	0	<b>0</b>	17	0	10	<b>9</b>	1	0	0	<b>0,33</b>	12	0	0	<b>4</b>	30	0	10	<b>13,33</b>
EC	17	0	0	<b>5,67</b>	0	0	0	<b>0</b>	5	3	0	<b>2,67</b>	2	0	0	<b>0,67</b>	24	3	0	<b>9</b>
1D	3	0	0	<b>1</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	7	7	0	<b>4,67</b>	10	7	0	<b>5,67</b>
2D	0	0	0	<b>0</b>	5	5	5	<b>5</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	5	5	5	<b>5</b>
	20	0	0	<b>6,67</b>	22	5	15	<b>14</b>	6	3	0	<b>3</b>	21	7	0	<b>9,33</b>	69	15	15	<b>33</b>

Poslední zkoumanou komunikační trasou je elektronická pošta, pro niž jsou výsledky zaznamenané v tabulce níže (Tabulka 18). Jak už vyplývá z výše popsanych výsledků, elektronická pošta je nejvíce využívanou komunikační trasou, což odpovídá požadavku majitele společnosti. Tento komunikační kanál se používá pro přenos 51 zpráv týdně.

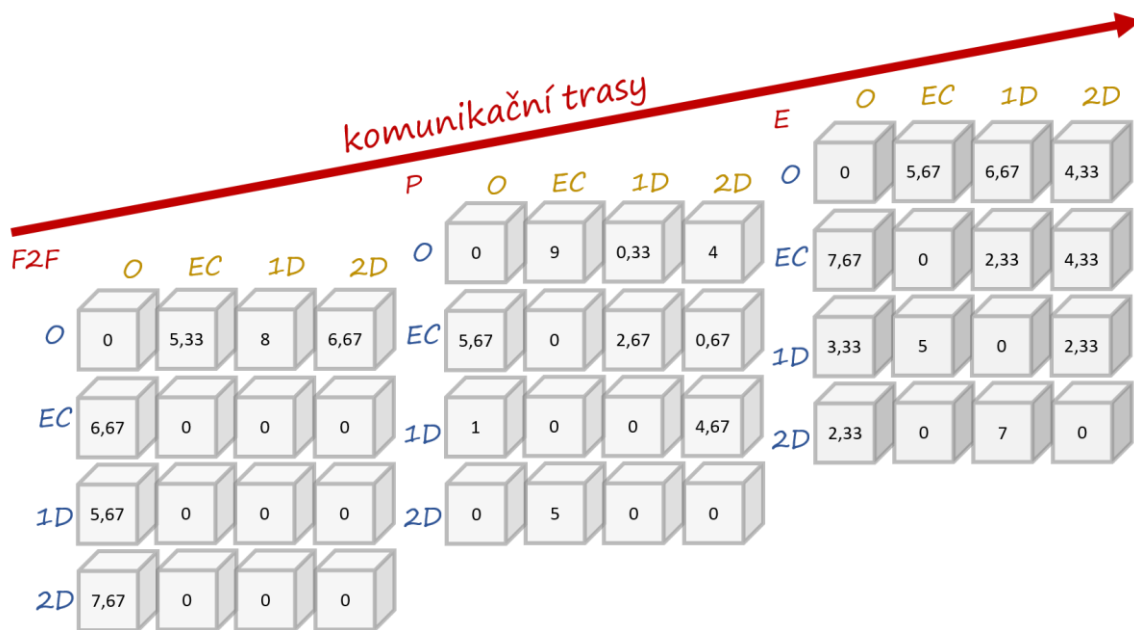
**Tabulka 18: Doporučené používání elektronické pošty ve vybraném podniku (Křečková a kol., 2017a)**

E	Majitel (O)				Ekonom (EC)				1. dealer (1D)				2. dealer (2D)				T	C	Q	LA
	T	C	Q	LA	T	C	Q	LA	T	C	Q	LA	T	C	Q	LA				
O	0	0	0	<b>0</b>	0	17	0	<b>5,67</b>	0	12	8	<b>6,67</b>	0	1	12	<b>4,33</b>	0	30	20	<b>16,67</b>
EC	0	17	6	<b>7,67</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	2	5	<b>2,33</b>	3	5	5	<b>4,33</b>	3	24	16	<b>14,33</b>
1D	0	3	7	<b>3,33</b>	5	5	5	<b>5</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	7	<b>2,33</b>	5	8	19	<b>10,67</b>
2D	0	0	7	<b>2,33</b>	0	0	0	<b>0</b>	7	7	7	<b>7</b>	0	0	0	<b>0</b>	7	7	14	<b>9,33</b>
	0	20	20	<b>13,33</b>	5	22	5	<b>10,67</b>	7	21	20	<b>16</b>	3	6	24	<b>11</b>	15	69	69	<b>51</b>

Výsledky lineární agregace v řezech komunikační kostky podle komunikačních tras, tak jak jsou výsledky zaznamenány v tabulkách, jsou souhrnně zobrazené na obrázku níže (Obrázek 19).

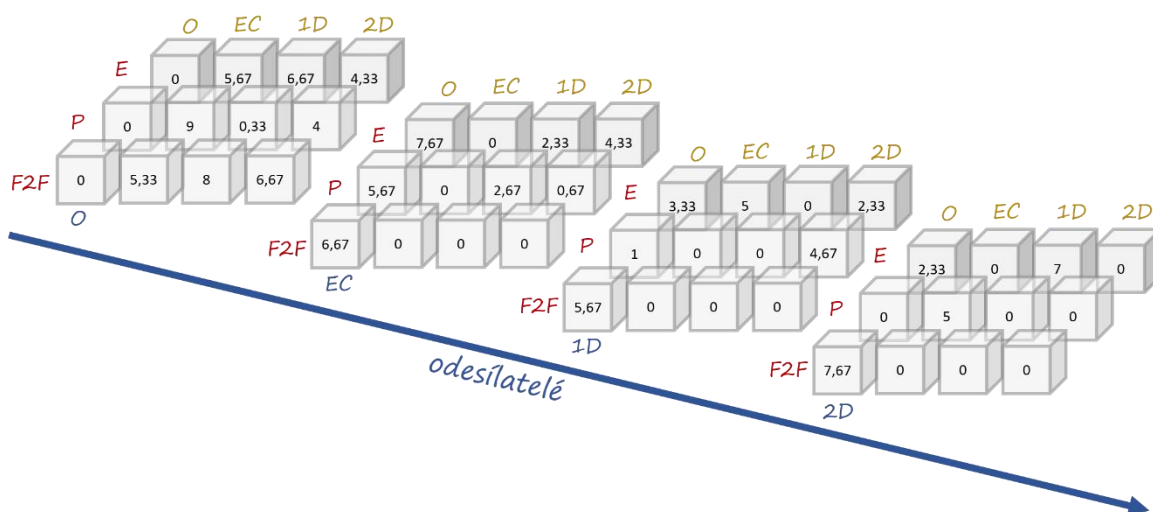


**Obrázek 19: Výsledky lineární agregace problémové situace v komunikační kostce z pohledu komunikačních tras (vlastní zpracování)**

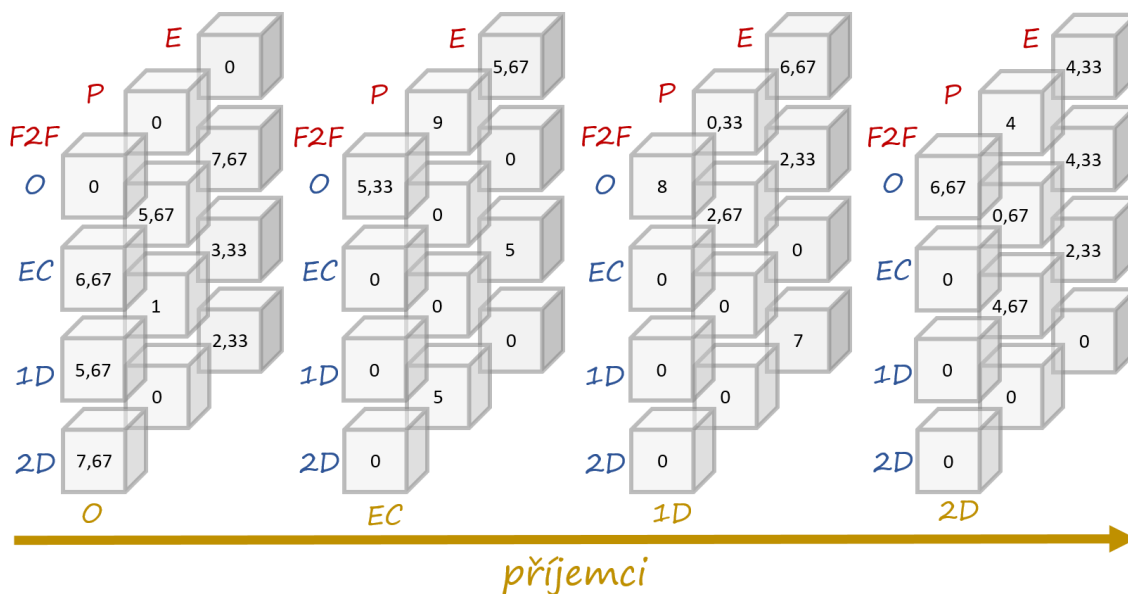


Jelikož mohou být výsledky těžko představitelné ve zbývajících dimenzích, lze si transponované výsledky lineární agregace z pohledu řezu jednotlivých odesílateľů a příjemců prohlédnout na následujících obrázcích (Obrázek 20 a Obrázek 21).

**Obrázek 20: Výsledky lineární agregace problémové situace v komunikační kostce z pohledu odesílatele (vlastní zpracování)**



Obrázek 21: Výsledky lineární agregace problémové situace v komunikační kostce z pohledu příjemce (vlastní zpracování)



I přesto, že se může zdát, že některý člen týmu nepoužívá některý komunikační kanál – není tomu tak. Člen týmu může vystupovat například pouze v roli příjemce zpráv, nikoliv odesílatele. Ve výsledném řešení modelu se nevyskytuje situace, ve které by některý z členů týmu vůbec nekomunikoval. Souhrnně z výsledků vychází, že by měla společnost ke komunikaci využívat ze 41 % elektronickou poštu, z 32 % osobní komunikaci a z 27 % telefon.

#### 4.3. Závěr a diskuze k řešení problémové situace v dealerském týmu

Řešenou problémovou situací v oblasti komunikace, kterou zformuloval majitel společnosti, byla zvýrazněna důležitost komunikace, jakožto nezanedbatelného nástroje k vedení společnosti. Z tohoto důvodu bylo zapotřebí navrhnout způsob, jakým koordinovat komunikaci, jak komunikovat efektivněji, a to s cílem dosažení lepších výsledků a vyšší výkonnosti uvnitř společnosti.

Pro vyřešení komunikačního problému bylo využito existující prostředí, ve kterém byly známy jednak odhady vstupních hodnot pro model, tak i komunikační trasy, které společnost využívá ke komunikaci. Tyto informace byly využity k vytvoření modelu třídímní dopravní úlohy, jehož výstupem jsou komunikační vzorce, postupy, jakým způsobem má

společnost komunikovat uvnitř týmu (Křečková a kol., 2017a). Nepochybně může být týmová komunikace podporována více než jen rozvojem kvalitativních komunikačních dovedností způsoby, tak jak popisuje například Švec (2013), ale také pomocí kvantitativní analýzy komunikačních modelů (Kennedy a kol., 2017; Bavelas, 1950). Změnou vzorců komunikačního chování se totiž může komunikace stát efektivnější, kvalitnější a tím pádem rychlejší a levnější.

V matematickém modelu jsou použita rozhodovací kritéria čas, náklady a kvalita, jakožto kritéria pro kvantifikaci komunikace. Stejně jako Kennedy a kol. (2017), nebo Badiru (2008) autoři Křečková a kol. (2017a) potvrzují důležitost komunikace v kontextu projektového trojimperativu. Navrhovaným postupem mohou být ovlivňovány a minimalizovány komunikační selhání v projektech, o kterých se zmiňují například Kerzner (2013), a tím snižovat negativní dopady komunikace na úspěch projektů.

Při zaznamenávání probíhající projektové komunikace je navrhovaný způsob řešení uplatnitelný při projektových retrospektivních analýzách času a nákladů vynaložených na projekt.

Možnými rozšířeními uvedeného modelu by bylo přidání dalších proměnných, jako například ztráta komunikovaných zpráv, ztráta odpovědí na zprávy, komunikační šum či nedorozumění. Tuto myšlenku podporuje například Radner (1962), který upozorňuje na možné přetížení nebo náročnost udržení informací, že by bylo užitečnější některé zprávy zapomínat. Předávání přílišného množství zpráv jednomu členu projektového týmu může vést k jeho přetížení, případně i k jeho selhání při plnění úkolu, proto by kromě rozšiřování množiny proměnných bylo možné a vhodné upravovat i omezující podmínky, a tím reflektovat na nadměrný příjem zpráv jednotlivými členy týmu. Dále je možné uvažovat změnu kritérií, která budou použita při řešení matematického modelu – kromě kritérií čas, náklady a kvalita mohou být využita kritéria odpovídající specifickým potřebám a požadavkům řešitele.

Mezi případné změny navrhovaného modelu lze zařadit rozhodnutí o způsobu získání koeficientů kritérií. Kromě metod párového porovnání lze využít také odborné odhady koeficientů.

#### 4.4. Matematický model komunikačního plánu s pasivním příjemcem

Tato kapitola popisuje rozšíření matematického modelu komunikačního plánu o pasivního příjemce a využívá k řešení třídímní dopravní úlohu prezentovanou v kapitole 4.1. Matematický model případové studie z kapitoly 4.2 bude rozšířen o další komunikační kanály, další členy projektového týmu a o projektový archiv, který bude zastávat pouze roli příjemce, tzn. pasivního příjemce. Tento prvek je do modelu přidán z důvodu navržení podoby matematického modelu s využitím jakéhosi informačního zásobníku, místa, do kterého jsou vybrané zprávy pouze odesílány – není na ně žádná odezva, ani se nijak nekontroluje jejich obsah. Je však zadán požadavek na jejich množství. Typickým příkladem je archivování důležitých projektových informací, nebo odkládání projektových zpráv na sdílené úložné místo, kde je mají jednotliví členové projektového týmu dle svých potřeb volně k dispozici. V současné projektové praxi již projektový tým nevyužívá k předávání hodnotných zpráv pouze ostatní členy týmu, ale zjišťuje si je na místě k tomu určeném. Z tohoto důvodu byl tento prvek nazván projektovým archivem.

Kritéria a předpoklady matematického modelu jsou stejné jako v předchozí případové studii s výjimkou následujícího:

- Každý člen týmu nemusí být zároveň odesílatelem a příjemcem zpráv.
- Projektový archiv představuje pouze příjemce zpráv, tzn., že je pasivním členem projektového týmu, a nemůže proto zprávy odesílat.

Jelikož v nově navrženém modelu není symetrie mezi počtem odesílatelů a příjemců zpráv, jsou v modelu uvažovány skupiny  $S$  a  $R$ , které jsou složeny z jednotlivých členů projektového týmu – odesílatelů zpráv  $S = (S_1, S_2, \dots, S_n)$  a příjemců zpráv  $R = (R_1, R_2, \dots, R_{n+1})$ , kteří mohou odesílat zprávy  $(s_1, s_2, \dots, s_n)$  a přijímat zprávy  $(r_1, r_2, \dots, r_{n+1})$ . Z toho zároveň vyplývá, že  $s_*$  označuje počet zpráv, které jsou odesílány členům týmu a  $r_*$  označuje počet přijímaných zpráv členy týmu. Přenášené množství zpráv od odesílatele ( $S_i$ ) příjemci ( $R_j$ ) prostřednictvím vybraného komunikačního kanálu ( $W_k$ ) je označováno jako  $x_{ijk}$ . Uvažovaná množina  $W$ , která představuje komunikační trasy  $W = (W_1, W_2, \dots, W_p)$  s maximálním,

nebo minimálním tokem  $(w_1, w_2, \dots, w_p)$ , kde  $p$  představuje počet komunikačních tras dostupných pro komunikaci v rámci projektového týmu. Pro komunikaci jednotlivých členů projektového týmu s projektovým archivem ( $R_{n+1}$ ) se předpokládá využívání jen některých komunikačních kanálů. Množina komunikačních kanálů, které jsou využívány pro komunikaci s projektovým archivem, bude označována jako  $P^*$ , pro kterou platí, že  $P^* \subseteq P$ . Komunikační kanály tak budou rozděleny na ty, které využívají členové projektového týmu ke své vzájemné komunikaci, a ty, které používají ke komunikaci s projektovým archivem, přičemž není vyloučena možnost průniku těchto dvou množin.

Vstupní data pro výpočet modelu v existujícím prostředí se připraví obdobným způsobem, jako je představeno v tabulkách v kapitole 4.1 (Tabulka 7, Tabulka 8 a Tabulka 9), a to podle komunikačních postupů v podniku a dostupných informací o počtu předávaných zpráv. Tyto údaje budou použity pro sestavení omezujících podmínek podle vhodných řezů komunikační kostky (planární, axiální, celulární omezující podmínky). Planární zápisy dat se používají pro formulaci omezujících podmínek v případě, kdy jsou známy nějaké informace o počtu zpráv odesílaných  $s$ , nebo přijímaných  $r$  jednotlivými členy týmu  $S$  a  $R$ , nebo v případě, kdy je zapotřebí určit průtok  $w$  komunikačním kanálem  $W$ . Detailněji o planárních omezujících podmínkách pojednává kapitola 4.1.3.1. Při znalosti přenášených zpráv  $m_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n + 1$  mezi konkrétními členy týmu  $S$  a  $R$ , přes všechny komunikační kanály, lze využít axiální zápisy dat, stejně jako v případě, kdy existuje znalost o přenosu zpráv  $o_{jk}, j = 1, \dots, n + 1, k = 1, \dots, p$  od všech odesílatelů, nebo všem příjemcům  $q_{ik}, i = 1, \dots, n, k = 1, \dots, p$  pomocí konkrétního komunikačního kanálu. Více o axiálních omezujících podmínkách je v kapitole 4.1.3.2. Celulární zápisy předpokládají znalost přenášeného množství zpráv  $v_{ijk}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n + 1, k = 1, \dots, p$ , tzn., že existují konkrétní informace o třech dimenzích řešeného problému zároveň. To předpokládá informace o komunikaci mezi konkrétními členy týmu  $S$  a  $R$  přes konkrétní komunikační kanál. Detail celulárních podmínek viz kapitola 4.1.3.3. Data pro projektový archiv zahrnují takové množství zpráv, které si určí rozhodovatel – například se může jednat o určité procento z celkové projektové komunikace.

Při sestavování omezujících podmínek se vychází z dostupných vstupních dat z pohledu jednotlivých řezů komunikační kostkou. Kromě toho je možné do matematického modelu zahrnout také pravidla o využívání komunikačních kanálů ke komunikaci s projektovým archivem. S projektovým archivem je možné komunikovat například jen vybranými komunikačními trasami, což může být vyjádřeno například celulárními podmínkami o využití, resp. nevyužití konkrétních komunikačních kanálů od jednotlivých odesílatelů (58):

$$x_{in+1k} = 0, i = 1, \dots, n, k \in P \setminus P^* \quad (58)$$

nebo axiálními podmínkami o nevyužití konkrétních komunikačních kanálů od všech odesílatelů (59):

$$\sum_{i=1}^n x_{in+1k} = 0, i = 1, \dots, n, k \in P \setminus P^* \quad (59)$$

#### 4.5. Case study II – Optimalizace komunikačního plánu projektového týmu s využitím projektového archivu

Následující modelová situace, která se zabývá problematikou projektové komunikace, bude zahrnovat projektový tým skládající se z projektového manažera (PM) a 4 členů projektového týmu (M1, ..., M4) v roli odesílatelů a příjemců zpráv. Roli příjemce zpráv bude kromě těchto členů vykonávat ještě projektový archiv (PA) – pouze roli příjemce. Mezi komunikačními kanály bude uvažováno osobní setkání (F2F), telefon (P), elektronická komunikace (E) a nově přibude papírová forma komunikace (S).

Objem zpráv odesílaných, resp. přijímaných:

- projektovým manažerem (PM) je označován jako  $s_1$ , resp.  $r_1$  (zkráceně „manažer“);
- členem projektového týmu 1 (M1) je označován jako  $s_2$ , resp.  $r_2$  (zkráceně „člen 1“);
- členem projektového týmu 2 (M2) je označován jako  $s_3$ , resp.  $r_3$  (zkráceně „člen 2“);
- členem projektového týmu 3 (M3) je označován jako  $s_4$ , resp.  $r_4$  (zkráceně „člen 3“);
- členem projektového týmu 4 (M4) je označován jako  $s_5$ , resp.  $r_5$  (zkráceně „člen 4“);
- projektový archiv (PA) je označován jako  $r_6$  (zkráceně „archiv“).

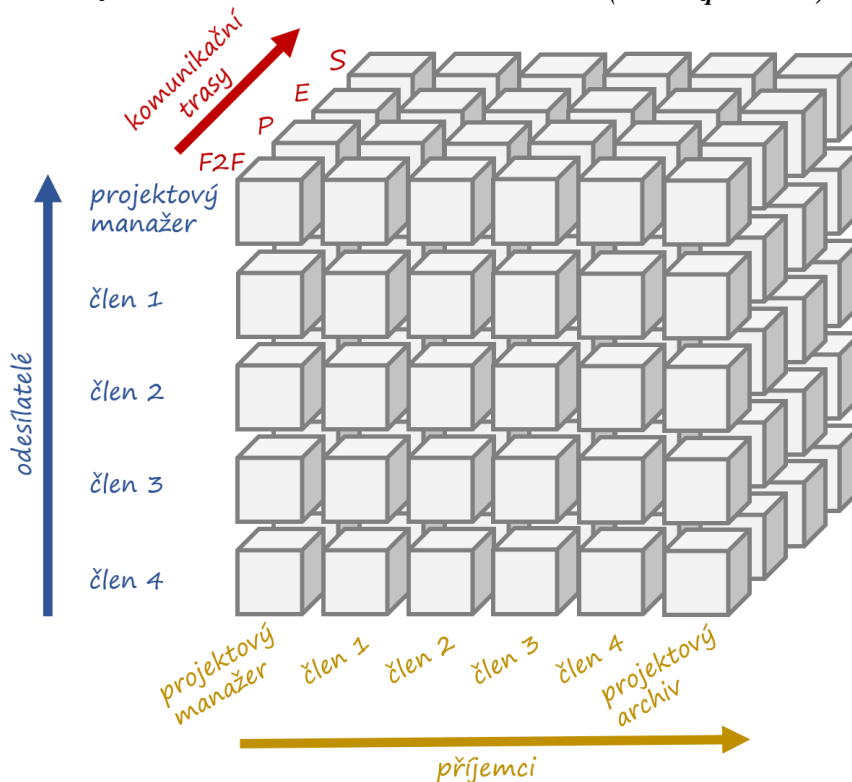
Přičemž jednotlivé využívané komunikační kanály jsou značeny jako:

- $w_1$  ... osobní setkání členů projektového týmu (F2F);
- $w_2$  ... telefonická komunikace členů projektového týmu (P);
- $w_3$  ... elektronická komunikace (E) členů projektového týmu mezi sebou, ale také pro ukládání zpráv do projektového archivu;
- $w_4$  ... papírová forma komunikace (S) pouze pro ukládání zpráv do projektového archivu.

Komunikační kanály  $W$  jsou z množiny  $P = \{1,2,3,4\}$ , z nichž pouze komunikační kanály  $w_3$  a  $w_4$  z podmnožiny  $P^* = \{3,4\}$  jsou používány pro komunikaci s projektovým archivem.

Komunikační kostka tvořená konkrétními odesílateli, příjemci a komunikačními trasami v modelové situaci je znázorněna níže (Obrázek 22). Jedná se o komunikační kostku o velikosti 5 odesílatelů, 6 příjemců a 4 komunikační kanály, pro niž je možné zformulovat až 15 planárních, 75 axiálních a 120 celulárních omezujících podmínek. Stále však platí, že pokud by bylo možné zformulovat všechny celulární podmínky, bylo by známé výsledné řešení.

Obrázek 22: Komunikační kostka modelové situace (vlastní zpracování)



Matematický model výběru nejlepších komunikačních tras byl ověřen na datech získaných z diskuze s odborníkem z praxe. Data jsou opět tvořena množstvím týdenních zpráv, které se v rámci projektového týmu mají předat (Tabulka 19).

**Tabulka 19: Průměrné týdenní množství předávaných zpráv v projektovém týmu (vlastní zpracování)**

	PM	M1	M2	M3	M4	PA
Manažer (PM)		25	33	20	14	19
Člen 1 (M1)	28		12	36	25	21
Člen 2 (M2)	12	35		28	29	21
Člen 3 (M3)	15	28	28		35	22
Člen 4 (M4)	19	24	35	17		19

#### 4.5.1. Omezující podmínky pro řešení modelové situace

K vyřešení modelové situace byly definovány následující omezující podmínky.

##### 4.5.1.1. Planární omezující podmínky modelové situace

Očekávané množství předaných zpráv odpovídá sloupcům  $s$  (odeslané zprávy) a řádkům  $r$  (přijaté zprávy), přes vybrané komunikační kanály  $w$  s jejich minimálním nutným využitím (Tabulka 20).

**Tabulka 20: Planární vstupní data pro modelovou situaci - pouze nenulové hodnoty (vlastní zpracování)**

Manažer (PM)	Člen 1 (M1)	Člen 2 (M2)	Člen 3 (M3)	Člen 4 (M4)	Archiv (PA)
74	112	108	101	103	102

Manažer (PM)	111	Osobní komunikace (F2F)	180
Člen 1 (M1)	122	Telefon (P)	0
Člen 2 (M2)	125	Elektronická komunikace (E)	0
Člen 3 (M3)	128	Papírová komunikace (S)	60
Člen 4 (M4)	114		

Zadané hodnoty vyhovují podmínce (31), což potvrzuje řešitelnost zadaného problému.

$$\sum_{i=1}^5 s_i = 600 = \sum_{j=1}^6 r_j = 600 \geq \sum_{k=1}^4 w_k = 240$$



První skupina planárních omezujících podmínek pro příjemce zpráv dle tabulky výše (Tabulka 20, první část) je následující:

$$x_{211} + x_{311} + x_{411} + x_{511} + x_{212} + x_{312} + x_{412} + x_{512} + x_{213} + x_{313} + x_{413} + x_{513} = 74$$

$$x_{121} + x_{321} + x_{421} + x_{521} + x_{122} + x_{322} + x_{422} + x_{522} + x_{123} + x_{323} + x_{423} + x_{523} = 112$$

$$x_{131} + x_{231} + x_{431} + x_{531} + x_{132} + x_{232} + x_{432} + x_{532} + x_{133} + x_{233} + x_{433} + x_{533} = 108$$

$$x_{141} + x_{241} + x_{341} + x_{541} + x_{142} + x_{242} + x_{342} + x_{542} + x_{143} + x_{243} + x_{343} + x_{543} = 101$$

$$x_{151} + x_{251} + x_{351} + x_{451} + x_{152} + x_{252} + x_{352} + x_{452} + x_{153} + x_{253} + x_{353} + x_{453} = 103$$

$$x_{163} + x_{263} + x_{363} + x_{463} + x_{563} + x_{164} + x_{264} + x_{364} + x_{464} + x_{564} = 102$$

Planární omezující podmínky pro odesílatele dle tabulky výše (Tabulka 20, druhá část) jsou formulovány takto:

$$x_{121} + x_{131} + x_{141} + x_{151} + x_{122} + x_{132} + x_{142} + x_{152} + x_{123} + x_{133} + x_{143} + x_{153} + x_{163} + x_{164} = 111$$

$$x_{211} + x_{231} + x_{241} + x_{251} + x_{212} + x_{232} + x_{242} + x_{252} + x_{213} + x_{233} + x_{243} + x_{253} + x_{263} + x_{264} = 122$$

$$x_{311} + x_{321} + x_{341} + x_{351} + x_{312} + x_{322} + x_{342} + x_{352} + x_{313} + x_{323} + x_{343} + x_{353} + x_{363} + x_{364} = 125$$

$$x_{411} + x_{421} + x_{431} + x_{451} + x_{412} + x_{422} + x_{432} + x_{452} + x_{413} + x_{423} + x_{433} + x_{453} + x_{463} + x_{464} = 128$$

$$x_{511} + x_{521} + x_{531} + x_{541} + x_{512} + x_{522} + x_{532} + x_{542} + x_{513} + x_{523} + x_{533} + x_{543} + x_{563} + x_{564} = 114$$

Planární omezující podmínky pro využití komunikačních kanálů dle tabulky výše (Tabulka 20, třetí část) jsou následující:

$$x_{121} + x_{131} + x_{141} + x_{151} + x_{211} + x_{231} + x_{241} + x_{251} + x_{311} + x_{321} + x_{341} + x_{351} + x_{411} + x_{421} + x_{431} \\ + x_{451} + x_{511} + x_{521} + x_{531} + x_{541} \geq 180$$

$$x_{122} + x_{132} + x_{142} + x_{152} + x_{212} + x_{232} + x_{242} + x_{252} + x_{312} + x_{322} + x_{342} + x_{352} + x_{412} + x_{422} + x_{432} \\ + x_{452} + x_{512} + x_{522} + x_{532} + x_{542} \geq 0$$

$$x_{123} + x_{133} + x_{143} + x_{153} + x_{163} + x_{213} + x_{233} + x_{243} + x_{253} + x_{263} + x_{313} + x_{323} + x_{343} + x_{353} + x_{363} \\ + x_{413} + x_{423} + x_{433} + x_{453} + x_{463} + x_{513} + x_{523} + x_{533} + x_{543} + x_{563} \geq 0$$

$$x_{164} + x_{264} + x_{364} + x_{464} + x_{564} \geq 60$$

#### 4.5.1.2. Axiální omezující podmínky modelové situace

Objem komunikace mezi členy projektového týmu a odesílané zprávy do projektového archivu po jednotlivých komunikačních trasách odpovídají první části níže uvedené tabulky (Tabulka 21). V rámci modelové situace jsou uvažovány pravidelné projektové porady, které probíhají formou osobních setkání, v rámci nichž projektový manažer odešle a přijme alespoň 20 zpráv v rámci jedné porady. Zároveň je kladen požadavek na nulové množství předávaných zpráv od členů projektového týmu projektovému archivu s využitím osobního nebo telefonního komunikačního kanálu. Tato vstupní data jsou uvedena níže (Tabulka 21).

Tabulka 21: Axiální vstupní data pro modelovou situaci - pouze nenulové hodnoty (vlastní zpracování)

	PM	M1	M2	M3	M4	PA
Manažer (PM)		25	33	20	14	19
Člen 1 (M1)	28		12	36	25	21
Člen 2 (M2)	12	35		28	29	21
Člen 3 (M3)	15	28	28		35	22
Člen 4 (M4)	19	24	35	17		19

	PM	M1	M2	M3	M4	PA
F2F	20					
P						
E						
S						

	F2F	P	E	S
Manažer (PM)	20			
Člen 1 (M1)				
Člen 2 (M2)				
Člen 3 (M3)				
Člen 4 (M4)				

Zadané hodnoty splňují podmínku řešitelnosti (35) pro přijaté zprávy:

$$\sum_{i=1}^5 m_{i1} = 74 = r_1$$

$$\sum_{i=1}^5 m_{i2} = 112 = r_2$$

$$\sum_{i=1}^5 m_{i3} = 108 = r_3$$

$$\sum_{i=1}^5 m_{i4} = 101 = r_4$$

$$\sum_{i=1}^5 m_{i5} = 103 = r_5$$

$$\sum_{i=1}^5 m_{i6} = 102 = r_6$$

a pro odeslané zprávy:

$$\sum_{j=1}^6 m_{1j} = 111 = s_1$$

$$\sum_{j=1}^6 m_{4j} = 128 = s_4$$

$$\sum_{j=1}^6 m_{2j} = 122 = s_2$$

$$\sum_{j=1}^6 m_{5j} = 114 = s_5$$

$$\sum_{j=1}^6 m_{3j} = 125 = s_3$$

Dále data splňují podmínku řešitelnosti (39):

$$\sum_{k=1}^4 \underline{q}_{1k} = 20 + 0 + 0 + 0 \leq r_1 = 74$$

$$\sum_{j=1}^6 \underline{q}_{j1} = 20 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 \leq \bar{w}_1 = \infty$$

a také podmínku (41), což potvrzuje řešitelnost zadaného problému:

$$\sum_{k=1}^4 \underline{q}_{1k} = 20 + 0 + 0 + 0 \leq s_1 = 111$$

$$\sum_{i=1}^5 \underline{q}_{i1} = 20 + 0 + 0 + 0 + 0 \leq \bar{w}_1 = \infty$$

Axiální omezující podmínky zajišťující objem přenesených zpráv mezi jednotlivými členy projektového týmu s využitím dostupných komunikačních kanálů, podle dat, která jsou uvedena v první části výše uvedené tabulky (Tabulka 21) odpovídají těmto zápisům:

$$x_{121} + x_{122} + x_{123} = 25$$

$$x_{251} + x_{252} + x_{253} = 25$$

$$x_{131} + x_{132} + x_{133} = 33$$

$$x_{263} + x_{264} = 21$$

$$x_{141} + x_{142} + x_{143} = 20$$

$$x_{311} + x_{312} + x_{313} = 12$$

$$x_{151} + x_{152} + x_{153} = 14$$

$$x_{321} + x_{322} + x_{323} = 35$$

$$x_{163} + x_{164} = 19$$

$$x_{341} + x_{342} + x_{343} = 28$$

$$x_{211} + x_{212} + x_{213} = 28$$

$$x_{351} + x_{352} + x_{353} = 29$$

$$x_{231} + x_{232} + x_{233} = 12$$

$$x_{363} + x_{364} = 21$$

$$x_{241} + x_{242} + x_{243} = 36$$

$$x_{411} + x_{412} + x_{413} = 15$$

$$x_{421} + x_{422} + x_{423} = 28$$

$$x_{521} + x_{522} + x_{523} = 24$$

$$x_{431} + x_{432} + x_{433} = 28$$

$$x_{531} + x_{532} + x_{533} = 35$$

$$x_{451} + x_{452} + x_{453} = 35$$

$$x_{541} + x_{542} + x_{543} = 17$$

$$x_{463} + x_{464} = 22$$

$$x_{563} + x_{564} = 19$$

$$x_{511} + x_{512} + x_{513} = 19$$

Axiální omezující podmínky z druhé části vstupní tabulky (Tabulka 21) požadují minimální množství zpráv, které by měl obdržet projektový manažer na projektových schůzkách od členů týmu.

$$x_{211} + x_{311} + x_{411} + x_{511} \geq 20$$

Dále jsou zde definovány podmínky zabraňující přenosu zpráv mezi jednotlivými členy projektového týmu a projektovým archivem, s využitím prvního komunikačního kanálu – formou osobního setkání.

$$x_{161} + x_{261} + x_{361} + x_{461} + x_{561} = 0$$

Obdobně následující omezující podmínka zabraňuje přenosu zpráv mezi jednotlivými projektovými členy a projektovým archivem, ale tentokrát při využití telefonu.

$$x_{162} + x_{262} + x_{362} + x_{462} + x_{562} = 0$$

Třetí část tabulky se vstupními daty (Tabulka 21) obsahuje hodnotu pravé strany pro omezující podmínku zajišťující minimální objem odeslaných zpráv projektovým manažerem na pravidelné poradě projektovým členům:

$$x_{121} + x_{131} + x_{141} + x_{151} \geq 20$$

#### **4.5.1.3. Celulární omezující podmínky modelové situace**

Celulární omezující podmínky formulují osobní komunikaci projektového manažera s každým členem projektového týmu (samozřejmě kromě projektového archivu, jelikož přes osobní setkání není možné do projektového archivu odesílat zprávy), a naopak (Tabulka 22).

**Tabulka 22: Celulární vstupní data pro modelovou situaci - pouze nenulové hodnoty (vlastní zpracování)**

F2F	PM	M1	M2	M3	M4	PA
Manažer (PM)		5	5	5	5	
Člen 1 (M1)	5					
Člen 2 (M2)	5					
Člen 3 (M3)	5					
Člen 4 (M4)	5					

Jelikož zadaná data splňují podmínku řešitelnosti (47), je potvrzena řešitelnost matematického modelu:

$$\sum_{k=1}^4 \underline{v}_{ijk} = 20 \leq m_{1j} = 111$$

$$\sum_{k=1}^4 \underline{v}_{ijk} = 20 \leq m_{i1} = 74$$

Matematický zápis omezujících podmínek zajišťující minimální požadavek na osobně odeslané zprávy projektovým manažerem ostatním členům projektového týmu (kromě projektového archivu) jsou následující:

$$x_{121} \geq 5$$

$$x_{141} \geq 5$$

$$x_{131} \geq 5$$

$$x_{151} \geq 5$$

Matematický zápis omezujících podmínek zajišťující minimální požadavek na osobně předané zprávy jednotlivými členy projektového týmu projektovému manažerovi jsou následující:

$$x_{211} \geq 5$$

$$x_{411} \geq 5$$

$$x_{311} \geq 5$$

$$x_{511} \geq 5$$

Jelikož žádný člen projektového týmu nemluví sám se sebou a musí být splněny podmínky nezápornosti, musí platit i následující omezující podmínky:

$$x_{iik} = 0, i = 1, \dots, 5, k = 1, \dots, 4$$

$$x_{ijk} \geq 0, i = 1, \dots, 5, j = 1, \dots, 6, k = 1, \dots, 4$$

#### 4.5.2. Kritéria pro řešení modelové situace

Stejně jako předchozí případová situace je i tato vyhodnocována z pohledu tří kritérií: čas, náklady a kvalita komunikace. K ohodnocení komunikačních tras je podle jednotlivých kritérií opět použita Saatyho metoda párového porovnávání, jejíž preferenční hodnoty stanovila prostřednictvím e-mailové komunikace Deanna M. Kennedy z University of Washington Bothell, School of Business Faculty, která v této oblasti realizuje výzkum a je autorkou modelu popsaného v kapitole 3.3.6.

Z pohledu kritéria kvality (Q) je absolutně preferovaná osobní komunikace (F2F) před písemnou komunikací (S), jen slabě preferovaná telefonní komunikace (P) před elektronickou komunikací (E), která je silně preferována před písemnou komunikací. U nákladového kritéria (C) je absolutně preferovaná osobní komunikace před elektronickou komunikací, která je slabě preferovaná před papírovou komunikací. Z časového pohledu (T) je silně preferována osobní komunikace před telefonickou komunikací a jen slabě preferovaná elektronická komunikace před komunikací papírovou.

Celkový pohled na preference je uveden v následující tabulce obsahující Saatyho matice dle uvažovaných kritérií, včetně geometrických průměrů řádků  $b_i$  (Tabulka 23).

*Tabulka 23: Ohodnocení porovnávaných komunikačních tras podle jednotlivých kritérií pomocí Saatyho metody pro modelovou situaci (vlastní zpracování)*

Q	F2F	P	E	S	$b_i$
F2F	1	3	5	9	3,41
P	1/3	1	3	5	1,50
E	1/5	1/3	1	7	0,83
S	1/9	1/5	1/7	1	0,24

C	F2F	P	E	S	$b_i$
F2F	1	3	9	7	3,71
P	1/3	1	9	7	2,14
E	1/9	1/9	1	3	0,44
S	1/7	1/7	1/3	1	0,29

T	F2F	P	E	S	$b_i$
F2F	1	5	1/5	1/7	0,61
P	1/5	1	1/9	1/7	0,24
E	5	9	1	3	3,41
S	7	7	1/3	1	2,01

Navržené preferenční hodnoty dosahují nepatrně vyšší míry konzistence  $CR$  (Consistency Ratio). Po vydělení jednotlivých hodnot indexů konzistence  $CI$  (Consistency Index;  $CI_Q \cong 0,097$ ;  $CI_C \cong 0,130$ ;  $CI_T \cong 0,139$ ) hodnotou náhodného indexu  $RI = 0,89$  (Random Index pro čtyři kritéria), jsou konkrétní hodnoty míry konzistence následující:  $CR_Q \cong 0,109$ ;  $CR_C \cong 0,146$ ;  $CR_T \cong 0,156$  (Saaty a Tran, 2007). Podle některých autorů je však přípustnou hranicí konzistence také hodnota 0,15 nebo dokonce hodnota 0,2 (viz diskuze několika autorů na ReseachGate: Aminuddin, 2014). Wedley (1993, s. 153) toleruje konzistenci u čtyřrozměrné kriteriální matice v hodnotě 0,18. Jelikož byly preferenční hodnoty určeny výzkumným odborníkem, který však nevyplnil všechna porovnání, a hodnoty míry konzistence jsou menší, než hodnota 0,18, jsou hodnocení za kvalitu, náklady i čas v této modelové situaci považovány za konzistentní.

I zde hodnocení Saatyho matic odráží rozdílnost povahy kritérií. Pro maximalizační rozhodovací kritérium kvality je nejlepším komunikačním kanálem osobní komunikace a nejhorším naopak písemná komunikace. U minimalizačního nákladového kritéria je osobní setkání nejdražší a naopak nejlevnější je papírová a elektronická komunikace. Z minimalizačního časového pohledu je nejméně výhodným, resp. nejpomalejším komunikačním kanálem elektronická komunikace a nejrychlejším způsobem komunikace je naopak telefon. Z tohoto hodnocení vyplývá, že je pro každé kritérium nejvhodnější jiný komunikační kanál (Tabulka 24).

**Tabulka 24: Pořadí vhodného využívání komunikačních kanálů s jejich preferencemi (vlastní zpracování)**

Komunikační kanál	Kvalita	Náklady	Čas
Nejvíce vhodný	F2F 0,57	S 0,04	P 0,04
Vhodný	P 0,25	E 0,07	F2F 0,10
Méně vhodný	E 0,14	P 0,33	S 0,32
Nejméně vhodný	S 0,04	F2F 0,56	E 0,54

Pro uvažovanou modelovou situaci již nevstupují do výpočtů matematického modelu samostatné hodnoty vah  $v_i$  normalizovaných hodnot  $b_i$ , ale je navržen přepoččet, který více odpovídá reálné komunikační praxi. Při komunikaci dochází k přímé interakci dvou osob, a proto

je zapotřebí uvažovat ohodnocení každého z nich. V modelové situaci jsou cenové koeficienty modelu získány sečtením hodnot vah u komunikujících dvojic, čímž vzniká hodnota  $v_{ij} = v_i + v_j$ .

Kromě toho že mohou být hodnoty vah  $v_{ij}$  u každého člena projektového týmu jiné, lze zohlednit i kritérium, do kterého má hodnota  $v_i$  vstoupit. Jednotliví členové projektového týmu jistě nemají stejné ohodnocení kritérií kvality, nákladů, nebo snad času, proto je možné pro každého člena určovat snížení nebo zvýšení základních hodnot  $v_i$ . V modelové situaci je tato možnost modelována u projektového manažera (PM), u nějž je uvažováno 30% navýšení hodnot vah  $v_i$ , ale pouze u kritérií kvalita (Q) a náklady (C), jelikož se dá předpokládat, že projektový manažer vykonává kvalitnější práci, ale také má vyšší mzdu; a dále byla tato možnost využita u druhého člena projektového týmu (M2), jehož hodnoty  $v_i$  byly u kritéria kvality sníženy o 40 %, jelikož je pravděpodobně méně kvalifikovaný, a zároveň o 50 % navýšeny u časového kritéria (T), jelikož se předpokládá, že řešené problematice méně rozumí, a proto je s ním zapotřebí věnovat více času komunikaci. Členové týmu, u kterých není uvažované snížení nebo zvýšení hodnot  $v_i$  odpovídají původním hodnotám vah  $v_i$  normalizovaných hodnot  $b_i$ . Hodnoty vah  $v_i$ , ze kterých jsou počítány hodnoty  $v_{ij}$  jsou uvedeny v tabulce níže (Tabulka 25).



**Tabulka 25: Hodnoty vah  $v_i$  normalizovaných hodnot  $b_i$  pro výpočet hodnot  $v_{ij}$  (vlastní zpracování)**

Q (MAX)	PM	M1	M2	M3	M4	PA
F2F	0,74	0,57	0,34	0,57	0,57	0,57
P	0,33	0,25	0,15	0,25	0,25	0,25
E	0,18	0,14	0,08	0,14	0,14	0,14
S	0,05	0,04	0,02	0,04	0,04	0,04

C (MIN)	PM	M1	M2	M3	M4	PA
F2F	0,73	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
P	0,42	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
E	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
S	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

T (MIN)	PM	M1	M2	M3	M4	PA
F2F	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10
P	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04
E	0,54	0,54	0,82	0,54	0,54	0,54
S	0,32	0,32	0,48	0,32	0,32	0,32

Hodnoty vah v tabulce výše (Tabulka 25) jsou na hodnoty  $v_{ij}$  přepočítány pro kritérium kvality následovně (Tabulka 26):

**Tabulka 26: Koefficienty účelové funkce kritéria kvalita – ohodnocení komunikačních tras – pouze nenulové hodnoty (vlastní zpracování)**

Kvalita (Q) - MAX	F2F						P					
	PM	M1	M2	M3	M4	PA	PM	M1	M2	M3	M4	PA
Manažer (PM)		1,31	1,09	1,31	1,31	1,31		0,58	0,48	0,58	0,58	0,58
Člen 1 (M1)	1,31		0,91	1,14	1,14	1,14	0,58		0,40	0,50	0,50	0,50
Člen 2 (M2)	1,09	0,91		0,91	0,91	0,91	0,48	0,40		0,40	0,40	0,40
Člen 3 (M3)	1,31	1,14	0,91		1,14	1,14	0,58	0,50	0,40		0,50	0,50
Člen 4 (M4)	1,31	1,14	0,91	1,14		1,14	0,58	0,50	0,40	0,50		0,50
	E						S					
	PM	M1	M2	M3	M4	PA	PM	M1	M2	M3	M4	PA
Manažer (PM)		0,32	0,26	0,32	0,32	0,32		0,09	0,08	0,09	0,09	0,09
Člen 1 (M1)	0,32		0,22	0,28	0,28	0,28	0,09		0,06	0,08	0,08	0,08
Člen 2 (M2)	0,26	0,22		0,22	0,22	0,22	0,08	0,06		0,06	0,06	0,06
Člen 3 (M3)	0,32	0,28	0,22		0,28	0,28	0,09	0,08	0,06		0,08	0,08
Člen 4 (M4)	0,32	0,28	0,22	0,28		0,28	0,09	0,08	0,06	0,08		0,08

Hodnoty vah  $v_i$  (Tabulka 25) byly na hodnoty  $v_{ij}$  přepočítány pro nákladové kritérium následovně (Tabulka 27):

**Tabulka 27: Koeficienty účelové funkce nákladového kritéria - ohodnocení komunikačních tras – pouze nenulové hodnoty (vlastní zpracování)**

Náklady (C) - MIN	F2F						P					
	PM	M1	M2	M3	M4	PA	PM	M1	M2	M3	M4	PA
Manažer (PM)		1,30	1,30	1,30	1,30	1,30		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Člen 1 (M1)	1,30		1,13	1,13	1,13	1,13	0,75		0,65	0,65	0,65	0,65
Člen 2 (M2)	1,30	1,13		1,13	1,13	1,13	0,75	0,65		0,65	0,65	0,65
Člen 3 (M3)	1,30	1,13	1,13		1,13	1,13	0,75	0,65	0,65		0,65	0,65
Člen 4 (M4)	1,30	1,13	1,13	1,13		1,13	0,75	0,65	0,65	0,65		0,65
	E						S					
	PM	M1	M2	M3	M4	PA	PM	M1	M2	M3	M4	PA
Manažer (PM)		0,15	0,15	0,15	0,15	0,15		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Člen 1 (M1)	0,15		0,13	0,13	0,13	0,13	0,10		0,09	0,09	0,09	0,09
Člen 2 (M2)	0,15	0,13		0,13	0,13	0,13	0,10	0,09		0,09	0,09	0,09
Člen 3 (M3)	0,15	0,13	0,13		0,13	0,13	0,10	0,09	0,09		0,09	0,09
Člen 4 (M4)	0,15	0,13	0,13	0,13		0,13	0,10	0,09	0,09	0,09		0,09

Hodnoty vah  $v_i$  (Tabulka 25) byly na hodnoty  $v_{ij}$  přepočítány pro časové kritérium následovně (Tabulka 28):

**Tabulka 28: Koeficienty účelové funkce časového kritéria - ohodnocení komunikačních tras – pouze nenulové hodnoty (vlastní zpracování)**

Čas (T) - MIN	F2F						P					
	PM	M1	M2	M3	M4	PA	PM	M1	M2	M3	M4	PA
Manažer (PM)		0,20	0,25	0,20	0,20	0,20		0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
Člen 1 (M1)	0,20		0,25	0,20	0,20	0,20	0,08		0,09	0,08	0,08	0,08
Člen 2 (M2)	0,25	0,25		0,25	0,25	0,25	0,09	0,09		0,09	0,09	0,09
Člen 3 (M3)	0,20	0,20	0,25		0,20	0,20	0,08	0,08	0,09		0,08	0,08
Člen 4 (M4)	0,20	0,20	0,25	0,20		0,20	0,08	0,08	0,09	0,08		0,08
	E						S					
	PM	M1	M2	M3	M4	PA	PM	M1	M2	M3	M4	PA
Manažer (PM)		1,09	1,36	1,09	1,09	1,09		0,64	0,80	0,64	0,64	0,64
Člen 1 (M1)	1,09		1,36	1,09	1,09	1,09	0,64		0,80	0,64	0,64	0,64
Člen 2 (M2)	1,36	1,36		1,36	1,36	1,36	0,80	0,80		0,80	0,80	0,80
Člen 3 (M3)	1,09	1,09	1,36		1,09	1,09	0,64	0,64	0,80		0,64	0,64
Člen 4 (M4)	1,09	1,09	1,36	1,09		1,09	0,64	0,64	0,80	0,64		0,64

Z koeficientů v tabulkách výše (Tabulka 26, Tabulka 27, Tabulka 28) je možné zapsat účelové funkce pro jednotlivá kritéria. Účelové funkce zahrnují pouze povolené komunikační spojení.

$$\begin{aligned}
 z_Q = & 1,31x_{121} + 1,09x_{131} + 1,31x_{141} + 1,31x_{151} + 1,31x_{211} + 0,91x_{231} + 1,14x_{241} \\
 & + 1,14x_{251} + 1,09x_{311} + 0,91x_{321} + 0,91x_{341} + 0,91x_{351} + 1,31x_{411} \\
 & + 1,14x_{421} + 0,91x_{431} + 1,14x_{451} + 1,31x_{511} + 1,14x_{521} + 0,91x_{531} \\
 & + 1,14x_{541} + 0,58x_{122} + 0,48x_{132} + 0,58x_{142} + 0,58x_{152} + 0,58x_{212} \\
 & + 0,40x_{232} + 0,50x_{242} + 0,50x_{252} + 0,48x_{312} + 0,40x_{322} + 0,40x_{342} \\
 & + 0,40x_{352} + 0,58x_{412} + 0,50x_{422} + 0,40x_{432} + 0,50x_{452} + 0,58x_{512} \\
 & + 0,50x_{522} + 0,40x_{532} + 0,50x_{542} + 0,32x_{123} + 0,26x_{133} + 0,32x_{143} \\
 & + 0,32x_{153} + 0,32x_{163} + 0,32x_{213} + 0,22x_{233} + 0,28x_{243} + 0,28x_{253} \\
 & + 0,28x_{263} + 0,26x_{313} + 0,22x_{323} + 0,22x_{343} + 0,22x_{353} + 0,22x_{363} \\
 & + 0,32x_{413} + 0,28x_{423} + 0,22x_{433} + 0,28x_{453} + 0,28x_{463} + 0,32x_{513} \\
 & + 0,28x_{523} + 0,22x_{533} + 0,28x_{543} + 0,28x_{563} + 0,09x_{164} + 0,08x_{264} \\
 & + 0,06x_{364} + 0,08x_{464} + 0,08x_{564} \rightarrow \max
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 z_C = & 1,30x_{121} + 1,30x_{131} + 1,30x_{141} + 1,30x_{151} + 1,30x_{211} + 1,13x_{231} + 1,13x_{241} \\
 & + 1,13x_{251} + 1,30x_{311} + 1,13x_{321} + 1,13x_{341} + 1,13x_{351} + 1,30x_{411} \\
 & + 1,13x_{421} + 1,13x_{431} + 1,13x_{451} + 1,30x_{511} + 1,13x_{521} + 1,13x_{531} \\
 & + 1,13x_{541} + 0,75x_{122} + 0,75x_{132} + 0,75x_{142} + 0,75x_{152} + 0,75x_{212} \\
 & + 0,65x_{232} + 0,65x_{242} + 0,65x_{252} + 0,75x_{312} + 0,65x_{322} + 0,65x_{342} \\
 & + 0,65x_{352} + 0,75x_{412} + 0,65x_{422} + 0,65x_{432} + 0,65x_{452} + 0,75x_{512} \\
 & + 0,65x_{522} + 0,65x_{532} + 0,65x_{542} + 0,15x_{123} + 0,15x_{133} + 0,15x_{143} \\
 & + 0,15x_{153} + 0,15x_{163} + 0,15x_{213} + 0,13x_{233} + 0,13x_{243} + 0,13x_{253} \\
 & + 0,13x_{263} + 0,15x_{313} + 0,13x_{323} + 0,13x_{343} + 0,13x_{353} + 0,13x_{363} \\
 & + 0,15x_{413} + 0,13x_{423} + 0,13x_{433} + 0,13x_{453} + 0,13x_{463} + 0,15x_{513} \\
 & + 0,13x_{523} + 0,13x_{533} + 0,13x_{543} + 0,13x_{563} + 0,10x_{164} + 0,09x_{264} \\
 & + 0,09x_{364} + 0,09x_{464} + 0,09x_{564} \rightarrow \min
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
z_T = & 0,20x_{121} + 0,25x_{131} + 0,20x_{141} + 0,20x_{151} + 0,20x_{211} + 0,25x_{231} + 0,20x_{241} \\
& + 0,20x_{251} + 0,25x_{311} + 0,25x_{321} + 0,25x_{341} + 0,25x_{351} + 0,20x_{411} \\
& + 0,20x_{421} + 0,25x_{431} + 0,20x_{451} + 0,20x_{511} + 0,20x_{521} + 0,25x_{531} \\
& + 0,20x_{541} + 0,08x_{122} + 0,09x_{132} + 0,08x_{142} + 0,08x_{152} + 0,08x_{212} \\
& + 0,09x_{232} + 0,08x_{242} + 0,08x_{252} + 0,09x_{312} + 0,09x_{322} + 0,09x_{342} \\
& + 0,09x_{352} + 0,08x_{412} + 0,08x_{422} + 0,09x_{432} + 0,08x_{452} + 0,08x_{512} \\
& + 0,08x_{522} + 0,09x_{532} + 0,08x_{542} + 1,09x_{123} + 1,36x_{133} + 1,09x_{143} \\
& + 1,09x_{153} + 1,09x_{163} + 1,09x_{213} + 1,36x_{233} + 1,09x_{243} + 1,09x_{253} \\
& + 1,09x_{263} + 1,36x_{313} + 1,36x_{323} + 1,36x_{343} + 1,36x_{353} + 1,36x_{363} \\
& + 1,09x_{413} + 1,09x_{423} + 1,36x_{433} + 1,09x_{453} + 1,09x_{463} + 1,09x_{513} \\
& + 1,09x_{523} + 1,36x_{533} + 1,09x_{543} + 1,09x_{563} + 0,64x_{164} + 0,64x_{264} \\
& + 0,80x_{364} + 0,64x_{464} + 0,64x_{564} \rightarrow \min
\end{aligned}$$

V modelu problémové situace s projektovým archivem je 5 odesílatelů, 6 příjemců a 4 komunikační kanály, proto je v modelu 120 rozhodovacích proměnných (a tomu odpovídá 120 podmínek nezápornosti), z nichž 20 proměnných musí být rovno nule, jelikož není povolena komunikace sám se sebou, jde o 20 celulárních podmínek rovnicového typu. Dále bylo zformulováno 8 celulárních podmínek požadavkového typu, 15 planárních omezujících podmínek požadavkového a rovnicového typu a 29 axiálních omezujících podmínek požadavkového a rovnicového typu. Řešení bylo hledáno pro tři kritéria. Model byl zformulován a řešen v MS Excel 2016.

### 4.5.3. Výsledné řešení modelové situace

Výsledkem výše popsané třidimenzionální dopravní úlohy jsou tři dílčí optimální řešení, a dále kompromisní řešení získané pomocí agregace kritériálních funkcí podle vzorce (57). Jednotlivým kritériím byla přiřazena stejná relativní důležitost, tedy  $1/3$  z celkové váhy. Výsledky dílčích optimálních řešení za jednotlivá kritéria a za agregované kritérium jsou uvedeny v tabulkách níže (Tabulka 29, Tabulka 30, Tabulka 31 a Tabulka 32).

Z pohledu kritéria kvality (Tabulka 29) by měla být v průběhu projektu používána osobní komunikace, která zde tvoří více jak 80 % celkové komunikace. Toto doporučení je v souladu například s agilními metodami projektového řízení, které jsou na osobní komunikaci postaveny. Ostatní komunikační kanály pak v praxi buď nejsou v optimálním případě vůbec doporučeny ke komunikaci (zde telefon), nebo slouží jako zdroj informací (zde elektronická a papírová komunikace). Výsledky jsou samozřejmě ovlivněny preferenčními hodnotami, ve kterých je více jak 2x preferována osobní komunikace před telefonem a více jak 4x před elektronickou komunikací. Tyto preference však odpovídají zařazení osobní komunikace mezi tzv. „rich media“, jelikož při jejich použití dochází k předávání verbálních, paraverbálních, ale také neverbálních informací (Kennedy a kol., 2011).

Projektová komunikace z pohledu nákladového kritéria (Tabulka 30) vychází ve prospěch elektronické komunikace, která společně s osobní komunikací tvoří opět více jak 80 % celkové komunikace. Z pohledu časového kritéria (Tabulka 31) je pak ke komunikaci nejvhodnější telefon, který opět v kombinaci s osobní komunikací tvoří více jak 80 % z celkové komunikace.

Pro každé kritérium je nejvhodnější jiný komunikační kanál: pro kvalitu osobní komunikace, pro náklady e-mail a pro čas telefon. Přesto však na základě těchto dílčích výsledků lze usuzovat na významnou důležitost osobní komunikace v projektovém řízení, která sama nebo společně s některým dalším komunikačním kanálem tvoří většinu projektové komunikace.

Z výsledků kritériální agregace (Tabulka 32) vyplývá, že při stanovených podmínkách, požadavcích a preferencích je nejvyužívanějším komunikačním kanálem v projektovém řízení

osobní komunikace, která by měla tvořit téměř polovinu využívaných komunikačních kanálů. Druhým nejvyužívanějším komunikačním kanálem by měl být telefon, jelikož je to velmi rychlý způsob komunikace, při kterém jsou přenášeny verbální i paraverbální informace (ztráta „pouze“ neverbálních informací). Elektronická komunikace sice přináší jisté výhody v možnosti archivace projektových zpráv, nicméně dochází ke ztrátě paraverbálních i neverbálních informací, čímž může docházet ke komunikačním nedorozuměním, nepochopením a zdoluhavým procesům vysvětlování. Všichni členové projektového týmu se podílejí na komunikaci, ať už jako odesílatelé nebo příjemci zpráv a kromě e-mailu využívají všechny komunikační kanály.

*Tabulka 29: Dílčí optimální řešení dle kritéria kvalita (vlastní zpracování)*

Kvalita (Q) – MAX	F2F							P						
	PM	M1	M2	M3	M4	PA		PM	M1	M2	M3	M4	PA	
Manažer (PM)	0	25	33	20	14	0	<b>92</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Člen 1 (M1)	28	0	12	36	25	0	<b>101</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Člen 2 (M2)	12	35	0	28	29	0	<b>104</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Člen 3 (M3)	15	28	28	0	35	0	<b>106</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Člen 4 (M4)	19	24	35	17	0	0	<b>95</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>74</b>	<b>112</b>	<b>108</b>	<b>101</b>	<b>103</b>	<b>74</b>	<b>498</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	E							S						
	PM	M1	M2	M3	M4	PA		PM	M1	M2	M3	M4	PA	
Manažer (PM)	0	0	0	0	0	19	<b>19</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Člen 1 (M1)	0	0	0	0	0	1	<b>1</b>	0	0	0	0	0	20	<b>20</b>
Člen 2 (M2)	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	21	<b>21</b>
Člen 3 (M3)	0	0	0	0	0	22	<b>22</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Člen 4 (M4)	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	19	<b>19</b>
	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>60</b>

Tabulka 30: Dílčí optimální řešení dle kritéria náklady (vlastní zpracování)

Náklady (C) – MIN	F2F							P						
	PM	M1	M2	M3	M4	PA		PM	M1	M2	M3	M4	PA	
Manažer (PM)	0	5	5	5	5	0	<b>20</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Člen 1 (M1)	5	0	12	36	25	0	<b>78</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Člen 2 (M2)	5	35	0	15	0	0	<b>55</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Člen 3 (M3)	5	0	0	0	0	0	<b>5</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Člen 4 (M4)	5	0	0	17	0	0	<b>22</b>	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>17</b>	<b>73</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>E</b>							<b>S</b>						
	PM	M1	M2	M3	M4	PA		PM	M1	M2	M3	M4	PA	
Manažer (PM)	0	20	28	15	9	0	<b>72</b>	0	0	0	0	0	19	<b>19</b>
Člen 1 (M1)	23	0	0	0	0	0	<b>23</b>	0	0	0	0	0	21	<b>21</b>
Člen 2 (M2)	7	0	0	13	29	0	<b>49</b>	0	0	0	0	0	21	<b>21</b>
Člen 3 (M3)	10	28	28	0	35	0	<b>101</b>	0	0	0	0	0	22	<b>22</b>
Člen 4 (M4)	14	24	35	0	0	0	<b>73</b>	0	0	0	0	0	19	<b>19</b>
	<b>54</b>	<b>72</b>	<b>91</b>	<b>28</b>	<b>73</b>	<b>0</b>	<b>318</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>102</b>	<b>102</b>

Tabulka 31: Dílčí optimální řešení dle kritéria čas (vlastní zpracování)

Čas (T) - MIN	F2F							P						
	PM	M1	M2	M3	M4	PA		PM	M1	M2	M3	M4	PA	
Manažer (PM)	0	25	5	20	14	0	<b>64</b>	0	0	28	0	0	0	<b>28</b>
Člen 1 (M1)	28	0	0	32	0	0	<b>60</b>	0	0	12	4	25	0	<b>41</b>
Člen 2 (M2)	5	0	0	0	0	0	<b>5</b>	7	35	0	28	29	0	<b>99</b>
Člen 3 (M3)	15	0	0	0	0	0	<b>15</b>	0	28	28	0	35	0	<b>91</b>
Člen 4 (M4)	19	0	0	17	0	0	<b>36</b>	0	24	35	0	0	0	<b>59</b>
	<b>67</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>69</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>180</b>	<b>7</b>	<b>87</b>	<b>103</b>	<b>32</b>	<b>89</b>	<b>0</b>	<b>318</b>
	<b>E</b>							<b>S</b>						
	PM	M1	M2	M3	M4	PA		PM	M1	M2	M3	M4	PA	
Manažer (PM)	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	19	<b>19</b>
Člen 1 (M1)	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	21	<b>21</b>
Člen 2 (M2)	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	21	<b>21</b>
Člen 3 (M3)	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	22	<b>22</b>
Člen 4 (M4)	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	19	<b>19</b>
	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>102</b>	<b>102</b>

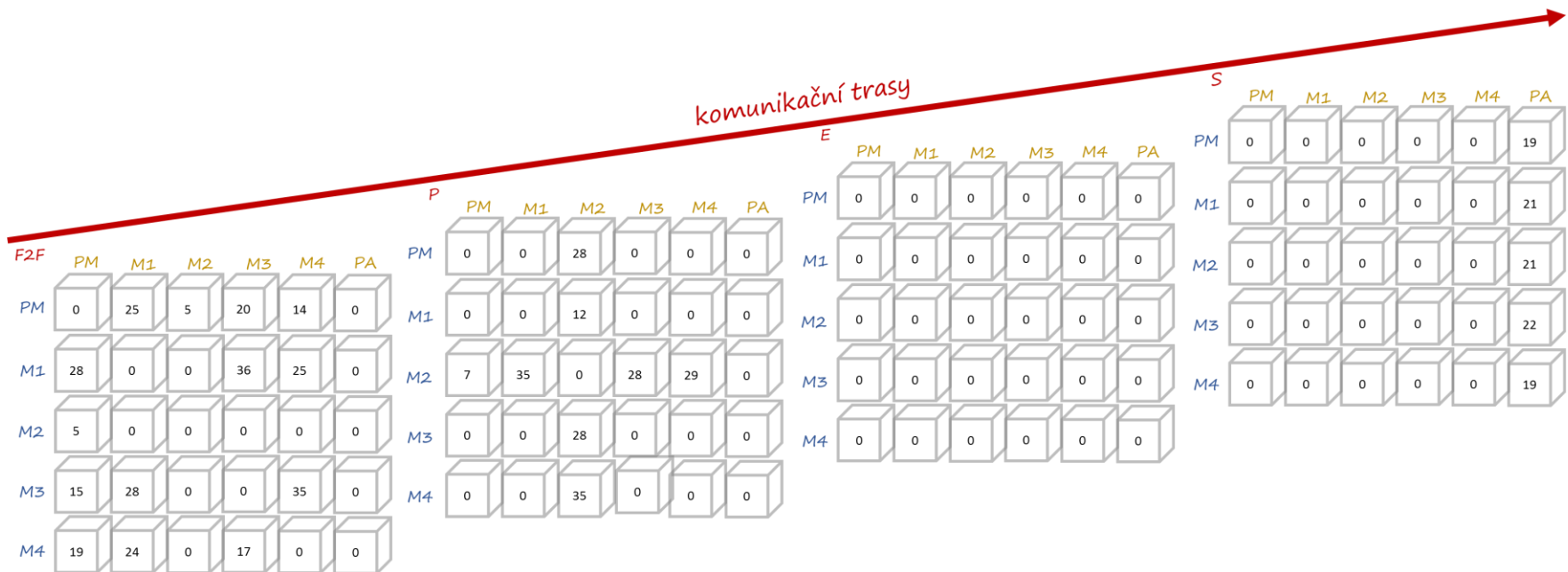
Tabulka 32: Optimální řešení dle agregovaného kritéria (vlastní zpracování)

Agregované kritérium (MAX)	F2F							P						
	PM	M1	M2	M3	M4	PA		PM	M1	M2	M3	M4	PA	
Manažer (PM)	0	25	5	20	14	0	<b>64</b>	0	0	28	0	0	0	<b>28</b>
Člen 1 (M1)	28	0	0	36	25	0	<b>89</b>	0	0	12	0	0	0	<b>12</b>
Člen 2 (M2)	5	0	0	0	0	0	<b>5</b>	7	35	0	28	29	0	<b>99</b>
Člen 3 (M3)	15	28	0	0	35	0	<b>78</b>	0	0	28	0	0	0	<b>28</b>
Člen 4 (M4)	19	24	0	17	0	0	<b>60</b>	0	0	35	0	0	0	<b>35</b>
	<b>67</b>	<b>77</b>	<b>5</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>0</b>	<b>296</b>	<b>7</b>	<b>35</b>	<b>103</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>202</b>
	E							S						
	PM	M1	M2	M3	M4	PA		PM	M1	M2	M3	M4	PA	
Manažer (PM)	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	19	<b>19</b>
Člen 1 (M1)	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	21	<b>21</b>
Člen 2 (M2)	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	21	<b>21</b>
Člen 3 (M3)	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	22	<b>22</b>
Člen 4 (M4)	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	19	<b>19</b>
	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>102</b>	<b>102</b>

Výsledky optimálního řešení dle agregovaného kritéria opět mohou být zobrazeny v řezech komunikační kostky. S ohledem na rozměr komunikačního problému je zobrazen pouze nejúspěšnější řez, a sice řez přes komunikační trasy (viz Obrázek 23).



Obrázek 23: Optimální řešení druhé modelové situace dle agregovaného kritéria v komunikační kostce z pohledu komunikačních tras (vlastní zpracování)



#### 4.6. Závěr a diskuze k řešení modelové situace

Rozšíření modelového komunikačního problému o další členy, komunikační trasy i omezující podmínky ukazuje další možnosti využití třídimenzionální dopravní úlohy v modelování komunikace v projektovém řízení, ale také se tím navrhovaný postup přiblížil praxi projektového řízení. Výsledky ukazují, že by při daném nastavení v optimálním případě vůbec nemusely být využívány nebo alespoň silně redukovány komunikační trasy, které v běžné pracovní praxi mnozí a mnohdy i neefektivně využívají. Například podle Scrum Mastera z nejménované české telekomunikační společnosti nemá smysl využívat telefon pro řešení projektových problémů, jelikož by měly být veškeré problémy vyřešeny v rámci pravidelných projektových porad.

Současný výzkum v některých případech potvrzuje menší využívání telefonu při větším užívání komunikačního kanálu „face-to-face“, spíše je ale role telefonu v projektech dost nejasná a pravděpodobně je tato komunikační cesta nahrazována e-mailem (Patraskova-Volzdoska a kol., 2003). Naproti tomu však stále telefon společně s osobními setkáními, prezentacemi a video hovory patří mezi aktivní komunikační kanály na rozdíl od e-mailů, které však zase více reflektují na časové možnosti komunikujících (Cervone, 2014). Zlatou střední cestu podporují autoři Otter a Emmitt (2007), kteří zastávají názor, že je nutné udržovat rovnováhu mezi synchronními a asynchronními komunikačními kanály pro dosažení efektivní týmové komunikace, tzn. mezi využíváním osobních setkání a telefonování na jedné straně a e-mailů na straně druhé. Při výběru komunikačních kanálů je ale samozřejmě nutné uvažovat i využívané firemní strategie pracovišť zaměstnanců (např. v případě práce z domova, sdíleného pracovního místa, apod.). V takových případech se komunikace do značné míry musí opírat o elektronické komunikační kanály, jako je telefon nebo e-mail (Young, 1995).

Výsledky agregace tří účelových funkcí (Tabulka 32) jsou odrazem vstupních podmínek, parametrů a předpokládají stejnou relativní důležitost uvažovaných kritérií. Změní-li se váhy, změní se samozřejmě i doporučení na optimální využívání komunikačních kanálů. Jen

pro ukázkou, při stoprocentní preferenci kritéria kvality (dílní optimální řešení podle kritéria kvalita) probíhá 100 % komunikace mezi členy projektového týmu formou osobních setkání. Jedná se sice „jen“ o 83 % z celkové komunikace, nicméně zbývajících 17 % jde ve prospěch komunikace s projektovým archivem. Pro stoprocentně preferované nákladové kritérium (dílní optimální řešení podle kritéria náklady) se těchto 83 % komunikace rozloží mezi elektronickou komunikaci (53 %) a osobní komunikaci (30 %), přičemž veškerá komunikace s projektovým archivem probíhá pouze písemnou formou. A nakonec při stoprocentně preferovaném časovém kritériu (dílní optimální řešení podle kritéria čas) se elektronická komunikace přesune na telefon (53 %) a osobní a papírová komunikace zůstává beze změny.

Změny relativních důležitostí jednotlivých kritérií se promítají i do dynamiky projektového trojimperativu, která je pro výše popsané změny zobrazena na níže uvedeném obrázku (Obrázek 24). Hodnoty zobrazené u vrcholů jednotlivých trojúhelníků jsou vypočítány normalizační maxima, resp. minima sloupců, podle toho, o jaké kritérium se jedná. Pro maximalizační kritérium kvality jsou tyto hodnoty spočítány jako podíl konkrétní hodnoty účelové funkce  $z_{ij}$  k maximální hodnotě účelové funkce z celého sloupce  $\max(z_j)$ , tzn.:  $\frac{z_{ij}}{\max(z_j)}$ , a pro minimalizační kritéria času a nákladů je tato hodnota spočítána jako podíl minimální hodnoty účelové funkce z celého sloupce  $\min(z_j)$  ke konkrétní hodnotě účelové funkce  $z_{ij}$ , tzn.  $\frac{\min(z_j)}{z_{ij}}$ . Konkrétní vstupní a následně normalizované hodnoty jsou uvedeny v tabulce níže (Tabulka 33).

**Tabulka 33: Normalizace hodnot účelových funkcí (vlastní zpracování)**

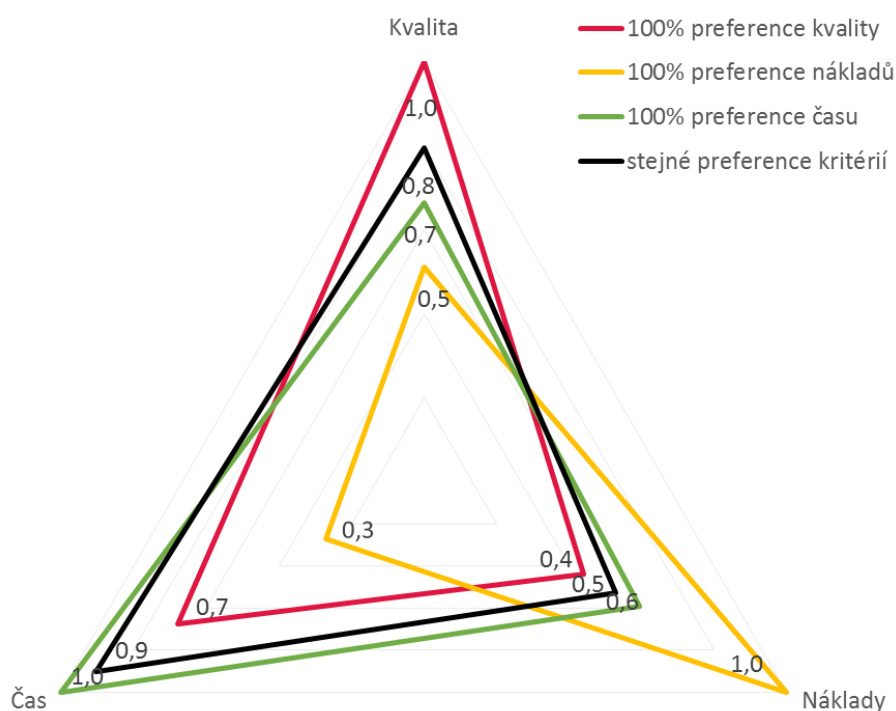
	Hodnoty účelové funkce			Normalizované hodnoty		
	Kvalita	Náklady	Čas	Kvalita	Náklady	Čas
<b>100% preference kvality</b>	565,8	601,0	195,5	1,00	0,44	0,68
<b>100% preference nákladů</b>	289,6	263,9	491,3	0,51	1,00	0,27
<b>100% preference času</b>	375,5	444,9	132,4	0,66	0,59	1,00
<b>Stejné preference kritérií</b>	449,9	500,2	146,4	0,80	0,53	0,90

Na rozdíl od teoretického předpokladu fixní úrovně kvality s možností změny pouze u časového a nákladového kritéria (klasické pojetí projektového řízení), resp. fixní úrovně nákladů

a času s možností změny v dosažené úrovni projektového výstupu (agilní pojetí projektového řízení) je z modelové situace patrné, že při 100% preferencích jednoho z kritérií dochází k vychýlení všech vrcholů projektového trojimperativu. Interpretace trojúhelníků na níže uvedeném obrázku (Obrázek 24) vychází z předpokladu, že hypoteticky nejlepší projektový stav odpovídá vrcholům trojúhelníku [1; 1; 1] – co nejvyšší kvalita, při co nejmenších nákladech a čase. Bude-li černý trojúhelník chápán jako „základní“ stav, ve kterém jsou všechna kritéria preferována stejně, je patrné, že při:

- 100% preferenci maximalizace kritéria kvality dochází ke zvýšení kvality (dodržení požadované kvality) na úkor času a nákladů – projekt bude o to delší a dražší;
- 100% preferenci minimalizace nákladového kritéria dochází ke zlevnění projektu na úkor dosažené kvality a trvání projektu – v projektu se dosáhne nižší kvality a bude déle trvat;
- 100% preferenci minimalizace časového kritéria dochází k rychlejšímu dokončení projektu na úkor kvality, ale ne na úkor nákladů – v rámci projektu bude dosažena nižší kvalita, ale z pohledu nákladů dochází v modelové situaci k jejich snížení.

**Obrázek 24: Dynamika projektového trojimperativu na modelové situaci (vlastní zpracování)**



Z popsané dynamiky projektového trojimperativu vyplývá, že je potřeba hledat určitou bilanci mezi zvolenými projektovými kritérii hodnocení úspěchu. Klasické pojetí projektového trojimperativu předpokládá, že nelze preferovat všechna kritéria zároveň, že lze vybírat pouze dvě, čímž však trpí třetí kritérium. Výsledky řešeného problému však ukazují, že ve většině případů je možné preferovat jediné kritérium na úkor zbývajících. Jakoby i zde platilo rčení „dva se perou a třetí se směje“.

## 5. Závěr

Zpracování tohoto tématu reaguje na předešlé výzkumy potvrzující důležitost projektové komunikace pro úspěch celého projektu. V praxi jsou pro řízení komunikace využívány především kvalitativní techniky, které neuvažují možnost její optimalizace. Z tohoto důvodu je disertační práce zaměřena na možnosti kvantifikace komunikace a sestavení vlastního návrhu optimalizačního matematického modelu projektové komunikace. Projektová komunikace byla v disertační práci hodnocena se zřetelem na základní projektový trojimperativ (kvalita, čas a náklady), jehož vlastnosti byly přeneseny na projektovou komunikaci a jeho jednotlivé vrcholy byly využity jako rozhodovací kritéria, podle kterých byla projektová komunikace posuzována a následně i optimalizována.

V této kapitole bude shrnuta míra splnění vytyčených cílů, praktický a vědecký přínos navrhovaného řešení s návrhy na další vědecké zkoumání.

### 5.1. Splnění cílů

V rámci přípravy teoretických východisek se autorka seznámila s existujícími vědeckými matematickými přístupy, které již byly využity v oblasti modelování komunikace, nebo by do této oblasti mohly být přeneseny. Jelikož si autorka kladla za cíl optimalizaci projektové komunikace při více rozhodovacích kritériích mezi jednotlivými členy týmu, resp. optimalizované využívání komunikačních kanálů, které by pomohlo částečné kvantifikaci plánu projektové komunikace, za nejvhodnější matematický přístup se ukázalo matematické programování. To totiž umožňuje nalézt optimální řešení, definovat podmínky ovlivňující řešení zadaného problému, kterými lze projektovou komunikaci v daném prostředí popsat, a dále formulovat kritériální funkce, podle kterých lze celé řešení vyhodnotit (maximalizace kvality komunikace, minimalizace stráveného času komunikací a minimalizace vynaložených nákladů na komunikaci). Shodou okolností v témže roce tvorby disertační práce byl publikován výzkum autorek Kennedy a kol. (2017), které zaměřily svůj výzkum na optimalizaci způsobů komunikace přes různé komunikační kanály, omezení a komplexitu projektu

v mezinárodním projektovém týmu, který byl geograficky rozdělen. Tímto byl vybrán vhodný teoretický základ pro matematickou formulaci problému projektové komunikace ve vlastní části disertační práce.

Jelikož je možné mezilidskou komunikaci chápat jako distribuční systém, byly z oblasti matematického programování vybrány distribuční úlohy. V řešeném problému bylo však zapotřebí nalézt optimální přepravní plán mezi skupinou odesílatelů a příjemců zpráv s možností výběru komunikační trasy, nebylo tedy možné využít klasickou jednostupňovou dopravní úlohu. Tato skutečnost byla vyřešena využitím třídimenzionální dopravní úlohy, na níž stojí celý řešený matematický model. V rámci třídimenzionální dopravní úlohy byly využity již existující formulace planárních a axiálních řezů, které byly doplněny o návrh formulace řezu celulárního, resp. buněčného.

Kromě třídimenzionální dopravní úlohy je neopomenutelnou součástí využitého teoretického základu také projektový trojimperativ. Společně tvoří jádro kvantifikace komunikace se zohledněním času, nákladů a kvality projektové komunikace. Na jedné straně tedy stojí matematický model třídimenzionální dopravní úlohy pomáhající s rozhodováním o výběru komunikačních tras s doporučeným rozsahem používání a na straně druhé ukazatele základního projektového trojimperativu.

Pro sestavení matematického modelu byly nejprve formulovány jeho předpoklady, teoretické omezující podmínky planární, axiální a celulární (s respektem k podmínkám řešitelnosti) a účelové funkce.

První sestavený matematický model třídimenzionální dopravní úlohy řešený s optimalizací přes tři účelové funkce, jehož návrh byl publikován v článku Křečková a kol. (2017a), pojednával o řešení komunikačního problému mezi čtyřmi členy projektového týmu, pro nějž byla data získána od českého distributora americké značky zemědělské, zahradní a jiné techniky. Na základě těchto dat a podmínek stanovených majitelem společnosti byl matematický model ověřen a jeho výsledky byly v podniku využity pro vytvoření pravidel komunikace. Matematický model byl konstruován pro tři kritéria (čas strávený komunikací, náklady vynaložené na komunikaci a kvalita komunikace), což vedlo k získání tří dílčích optimálních

řešení, z nichž bylo získáno výsledné kompromisní řešení pro každou komunikační trasu za pomoci lineární agregace dílčích optimálních řešení. Z optimálních výsledků matematického modelu bylo doporučeno ze 41 % využívání elektronické pošty, 32 % využívání osobní komunikace a 27 % využívání telefonu.

V rámci druhé, hypotetické problémové situace byl navržen rozšířený matematický model komunikačního plánu, který byl obohacen o pasivního příjemce, jenž byl uvažován pouze pro roli příjemce projektových zpráv (nikoliv odesílatele), čímž byla vytvořena asymetrie v počtu odesílatelů a příjemců zpráv. Kromě toho byl matematický model rozšířen o další komunikační kanály, byla zvětšena velikost projektového týmu a byl navržen přesnější způsob stanovení cenových koeficientů pro účelové funkce s možností zohlednit specifika jednotlivých pracovníků. Pro komunikační kanály byly zformulovány podmínky jejich využití pro komunikaci v týmu (komunikační kanál výhradně pro komunikaci s projektovým archivem; komunikační kanál pro komunikaci s členy projektového týmu, ale i s projektovým archivem; komunikační kanály výhradně pro komunikaci s jednotlivými členy projektového týmu vyjma projektového archivu). I v této případové studii bylo řešení získáno podle tří kritérií základního projektového trojimperativu (čas, náklady a kvalita). Vstupní data pro výpočet matematického modelu byla získána z diskuze s odborníkem z praxe. Výsledkem druhé, hypotetické problémové situace byla opět tři dílčí optimální řešení a následně i kompromisní řešení získané pomocí agregace kritériálních funkcí. Z řešení vyplynulo, že je pro každé kritérium nejvhodnější jiný komunikační kanál (kvalita: osobní komunikace, náklady: e-mail, čas: telefon). Vždy by však osobní komunikace buď sama, nebo společně s jiným komunikačním kanálem měla tvořit většinu projektové komunikace. S výsledky agregované účelové funkce je možné „manipulovat“ pomocí změny vah jednotlivých dílčích optimálních řešení, při jejichž změně se pak samozřejmě mění i doporučení na optimální využívání komunikačních kanálů. Změny těchto relativních důležitosti jednotlivých kritérií pak byly graficky znázorněny dynamikou projektového trojimperativu.



## 5.2. Praktický přínos práce

Praktickým přínosem disertační práce je navržení matematického modelu, který projektovému manažerovi umožní kvantitativní řízení komunikace v projektu s ohledem na jeho tři základní projektová omezení – čas, náklady a kvalita. Na základě tohoto přístupu mohou být optimalizovány komunikační vzorce projektového jednání, stejně tak jako je podpořena jejich větší říditelnost. Projektový manažer může aktivně plánovat projektovou komunikaci, usměrňovat probíhající projektovou komunikaci především v oblasti využívaných komunikačních kanálů a může analyzovat a posuzovat různé varianty vzorců projektové komunikace. S využitím takového matematického modelu může projektový manažer vyhodnocovat změny způsobené upřednostňováním některého z projektových kritérií (čas, náklady a kvalita), a tím podporovat efektivitu komunikace, která zpravidla vede k lepším výsledkům, a tedy i větší pravděpodobnosti úspěchu celého projektu (Cervone, 2014).

Matematický model byl navržen tak, aby mohl být uplatněn v praxi týmové komunikace projektového řízení a jako takový byl následně ověřen na reálné a hypotetické situaci. V obou případech bylo dosaženo matematické i logické řešitelnosti zadaného problému. Řešením byla vyzdvižena důležitost projektové komunikace jako takové, ale především i potřeba jejího kvantitativního posuzování. Předkládaný model byl v první řadě otestován na řešení praktického komunikačního problému v rámci čtyřčlenného týmu v konkrétním podniku, jež se zabývá distribucí zemědělské, zahradní a jiné techniky. Výsledky tohoto výzkumu potvrdily vhodnost navrhovaného modelu a byly prezentovány v článku Křečková a kol. (2017a). Tento matematický model byl použit jako výchozí základna pro druhý matematický model, který již znázorňuje hypotetickou případovou situaci, která byla rozšířena nejen v objemu přenášených zpráv, ale také v počtu členů projektového týmu, ve využívání pasivního příjemce, v počtu využívaných komunikačních kanálů a ve specifickém nastavení cenových koeficientů pro jednotlivé pracovníky projektového týmu. Druhý model, leč hypotetický, více odráží praktické možnosti využití a nabízí pestrou paletu způsobů využití pro projektového manažera, včetně návodného popisu, jak model dle vlastních specifík sestavit.

### 5.3. Vědecký přínos práce a další směry výzkumu

Tato práce navazuje na vědecké výzkumy zabývající se otázkou důležitosti komunikace v projektovém řízení, jejího modelování a kvantifikace a rozšiřuje tuto oblast o modelování a kvantifikaci komunikace mezi jednotlivými členy projektového týmu, tzn. modelování vnitřních komunikačních vazeb s využitím třidimenzionální dopravní úlohy a hodnotících kritérií základního projektového trojimperativu. Řešená problematika reflektuje na nedostatky v plánování projektové komunikace, na které poukazuje ve svém výzkumu například Ramsing (2009), a v rámci navržených matematických modelů nabízí disertační práce možné řešení tohoto nedostatku.

Základním problémem týmové komunikace, resp. výběrem komunikačních tras pro přenos zpráv při zohlednění několika kritérií (čas, náklady a kvalita), se autorka zabývala ve svém článku Křečková a kol. (2017a). Toto pojetí vyžadovalo při řešení optimalizace týmové komunikace využití vícekritériálního matematického modelu, který umožňuje hledání optimálního řešení přes více kritérií (čas, náklady a kvalita) a dimenzí (odesílatelé zpráv, příjemci zpráv a různé komunikační kanály). Z těchto důvodů využila autorka třidimenzionální dopravní úlohu jako základní strukturu modelu. Pomocí této struktury byl vytvořen model, jehož cílem bylo nalezení optimálního komunikačního (dopravního) plánu mezi skupinou odesílatelů zpráv (dodavatelů), skupinou příjemců zpráv (odběratelů), s využitím různých komunikačních tras (druhů dopravy).

Formulování problematiky projektové komunikace pomocí matematického modelu podpořilo pochopení vztahu mezi projektovou komunikací a projektovým trojimperativem a tedy i problematiky vlivu projektové komunikace na úspěšnost řešeného projektu. Ramsing (2009) sice uznává komunikaci v projektech za základní podmínku projektového úspěchu, nicméně také upozorňuje na to, že se stává dalším buzzword\* v projektovém řízení, jelikož považuje projektovou komunikaci za black box (\*buzzword je pojem používající se pro

označení momentálně populárního nebo módního slova, většinou s pejorativním podtextem). Proto je přínosem vnímání projektové komunikace optikou matematického modelu, čímž se zvyšuje míra poznání projektové komunikace a snižuje se míra její entropie.

V rámci tvorby disertační práce byla navázána spolupráce s profesorkou Deannou M. Kennedy z University of Washington Bothell, School of Business Faculty, jejíž výzkum (především výzkum popsáný v kapitole 3.3.6.) byl inspirací pro zvolení řešeného tématu disertační práce. Při této spolupráci byl získán cenný vhled do výzkumné oblasti týkající se projektového řízení, týmů, komunikace a jejího modelování. Kromě teoretického přínosu věnovala D. M. Kennedy cenné připomínky k článku Křečková a kol. (2017a) a podílela se na tvorbě preferenčních hodnot k ohodnocení komunikačních tras podle jednotlivých kritérií při použití Saatyho metody párového porovnávání v druhé případové studii. S tvorbou druhé případové studie tak vznikla výzkumná spolupráce. Kromě toho je naplánována její návštěva České republiky, jelikož si na základě této spolupráce zažádala v průběhu roku 2017 u mezinárodní česko-americké organizace Fulbright o výměny pobyt na rok 2019.

Pro další rozvoj této vědní oblasti by bylo velice přínosné prozkoumat spojitost mezi výběrem komunikačních tras a jednotlivými fázemi projektu, resp. jeho životním cyklem. V průběhu projektu se mohou měnit komunikační požadavky, odborné složení projektového týmu, množství potřebné komunikace, atd. (Cervone, 2014). To vše pak může mít vliv na výsledná doporučení. Například podle Boddy (2001) je osobní komunikace používána především na začátku projektu. Jako řešení se nabízí vytvoření dílčích matematických modelů, a sice pro každou fázi životního cyklu zvlášť (např. příprava, plánování, realizace, ukončení, ...). Tento přístup by byl řešením i pro problém odhadování času a nákladů v době, kdy je o projektu známo nejméně (Atkinson, 1999), a sice před každou fází životního cyklu. Na pravděpodobné změny v užívání komunikačních kanálů během projektu upozorňoval již Atkinson (1999) přes fenomén kvality. Kvalitu popsal jakožto souhrn různých postojů a přesvědčení lidí, jenž se velmi často v průběhu životních cyklů projektů mění.

S ohledem na rozvoj behaviorálního operačního výzkumu se nabízí možnost ověřit schopnost přenášení implicitních znalostí přes některé komunikační kanály, jako je například

e-mail. Na problematiku neschopnosti a nedostatečnosti předávání implicitních znalostí členy virtuálního projektového týmu, který je odkázán především na elektronické komunikační kanály poukázal Sarhadi (2016). V některých projektových fázích by pak možná nebylo vůbec vhodné některé komunikační kanály používat.

Zajímavé by bylo ověření efektu zařazení dalších kritérií do matematického modelu, podle kterých by byly vybírány projektové komunikační kanály. Na výběru hodnotících kritérií by se měli společně podílet projektový manažer, vrcholový management, zákazník a členové týmu. Existují však i názory, že by mohla být hodnotící kritéria omezena pouze na čas a náklady, jelikož bude projekt vždy dokončen více či méně dle zadaných specifik, ale málo kdy v zadaném čase a nákladech (Wright, 1997). Proto Wright (1997) považuje za hlavní kritéria pouze čas a náklady. Mimo jiné, jeho vnímání variabilní úrovně kvality podporuje nesmyslnost klasického projektového pohledu na projekt, který tvrdí, že kvalita projektu musí být zachována. Bezesporu však existuje mnoho příkladů projektů, u nichž je nutné projekt dokončit ve stanoveném čase, bez ohledu na úroveň aktuální kvality – viz například projekty ústící v nabídnutí výsledku nebo produktu na trh v limitovaný časový okamžik, jako jsou například Vánoce.

V disertační práci bylo pro výběr komunikačních kanálů využito matematické programování, a však za vyzkoušení by stály i interaktivní postupy vícekriteriálního rozhodování. Za zmínku stojí například vícekriteriální optimalizační metoda ALOP (Aspiration Levels Oriented Procedure), při které je prohledáván prostor množiny přípustných řešení dle zadaných aspiračních úrovní. Řešení je kompromisní s výsledky napříč definovanými aspiračními úrovněmi, čímž je patrná trajektorie možných řešení dle postupně upravované úrovně cílů pro jednotlivá kritéria účelových funkcí. Předpokládám tedy, že by i tato metoda mohla být využita pro výběr komunikačních kanálů při více kritériích rozhodování.

## 6. Seznam odborné literatury

ALIAS, Zarina, E. M. A., ZAWAWI, Khalid, YUSOF a N. M., ARIS, 2014. Determining critical success factors of project management practice: A conceptual framework. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. **153**, 61-69. ISSN 1877-0428. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.041>

ARROW, Holly, Joseph Edward, MCGRATH a Jennifer L., BERDAHL, ©2000. *Small groups as complex systems: formation, coordination, development and adaptation*. Thousand Oaks, California: Sage Publications. ISBN 08-039-7230-X.

ATKINSON, Roger, 1999. Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management*. **17**(6), 337-342. ISSN 0263-7863. [http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863\(98\)00069-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863(98)00069-6)

BACCARINI, David, 1996. The concept of project complexity – a review. *International Journal of Project Management*. **14**(4), 201-204. ISSN 0263-7863. [http://dx.doi.org/10.1016/0263-7863\(95\)00093-3](http://dx.doi.org/10.1016/0263-7863(95)00093-3)

BADIRU, Adedeji B., 2008. *Triple C Model of Project Management: Communication, Cooperation, and Coordination*. London: CRC Press. ISBN 9781420051113.

BAVELAS, Alex, 1950. Communication patterns in task-oriented groups. *The Journal of the Acoustical Society of America*. **22**(6), 725-730. ISSN 00014966. <http://dx.doi.org/10.1121/1.1906679>

BECKER, Kai Helge, 2016. An outlook on behavioural OR – Three tasks, three pitfalls, one definition. *European Journal of Operational Research*. **249**(3), 806-815. ISSN 03772217. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2015.09.055>

BELASSI, Walid a Oya Icmeli, TUKEL, 1996. A new framework for determining critical success/failure factors in projects. *International Journal of Project Management*. **14**(3), 141-151. ISSN 02637863. [http://dx.doi.org/10.1016/0263-7863\(95\)00064-X](http://dx.doi.org/10.1016/0263-7863(95)00064-X)

- BENDOLY, Elliot, Rachel, CROSON, Paulo, GONCALVES a Kenneth, SCHULTZ, 2010. Bodies of knowledge for research in behavioral operations. *Production and Operations Management*. **19**(4), 434-452. ISSN 1059-1478. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1937-5956.2009.01108.x>
- BODDY, David, 2001. *Managing projects: building and leading the team*. Pearson Education. ISBN 978-0-273-65128-4.
- BOLAT, Bersam, Ferhan, ÇEBİ, Gül Tekin, TEMUR a İrem, OTAY, 2014. A fuzzy integrated approach for project selection. *Journal of Enterprise Information Management*. **27**(3), 247-260. ISSN 17410398. <http://dx.doi.org/10.1108/JEIM-12-2013-0091>
- BRILL, Jennifer M., M. J., BISHOP a Andrew E., WALKER, 2006. The competencies and characteristics required of an effective project manager: A web-based Delphi study. *Educational Technology Research and Development*. **54**(2), 115-140. ISSN 10421629. <http://dx.doi.org/10.1007/s11423-006-8251-y>
- CERVONE, Frank H., 2014. Effective communication for project success. *OCLC Systems and Services: International Digital Library Perspectives*. **30**(2), 74-77. ISSN 1065-075X. <https://doi.org/10.1108/OCLC-02-2014-0014>
- CICMIL, Svetlana J. K., 1997. Critical factors of effective project management. *The TQM magazine*. **9**(6), 390-396. ISSN 0954-478X. <https://doi.org/10.1108/09544789710186902>
- CURLEE, Wanda a Robert L., GORDON, ©2011. *Complexity theory and project management*. Hoboken, N.J.: Wiley. ISBN 978-0-470-54596-6.
- ČESKÁ SPOLEČNOST PRO JAKOST, 2013. *ČSN ISO 21500: Návod k managementu projektu*. Praha: ÚNMZ.
- DAFT, Richard L. a Robert H., LENGEL, 1986. Organizational information requirements, media richness and structural design. *Management Science*. **32**(5), 554-571. ISSN 00251909. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.32.5.554>

DAINTY, Andrew, David, MOORE a Mike, MURRAY, 2006. *Communication in construction: theory and practice*. New York: Taylor. ISBN 978-0415327237.

DANTZIG, George Bernard, 1963. *Linear programming and extensions*. Princeton. N.J.: Princeton University Press.

DOLEŽAL, Jan, 2016. *Projektový management: komplexně, prakticky a podle světových standardů*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5620-2.

DOLEŽAL, Jan, Pavel, MÁCHAL, Branislav, LACKO a kol., 2012. *Projektový management podle IPMA®*. 2. aktualizované a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4275-5.

DOSTÁL, Petr, Karel, RAIS a Zdeněk, SOJKA, 2005. *Pokročilé metody manažerského rozhodování: konkrétní příklady využití metod v praxi*. Praha: Grada. ISBN 80-247-1338-1.

EVARISTO, J. Roberto, Richard, SCUDDER, Kevin C., DESOUZA a Osam, SATO, 2004. A dimensional analysis of geographically distributed project teams: a case study. *Journal of Engineering and Technology Management*. **21**(3), 175-189. ISSN 09234748. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jengtecman.2003.05.001>

FUSSELL, Susan R., Robert E., KRAUT, Javier, JERCH, William L., SCHERLIS, Matthew M., McNALLY a Jonathan J., CADIZ, 1998. Coordination, overload and team performance: effects of team communication strategies. **In:** Proceedings of the 1998 ACM conference on Computer supported cooperative work. *ACM*. 275-284. ISBN 1581130090. <http://dx.doi.org/10.1145/289444.289502>

GADDIS, Paul O., 1959. *The project manager*. Boston MA: Harvard University.

GASS, Saul I. a Arjang A., ASSAD, ©2005. *An Annotated Timeline of Operations Research: An Informal History*. Boston: Kluwer Academic Publishers. ISBN 14-020-8116-2.

GROS, Ivan a Jakub, DYNTAR, 2015. *Matematické modely pro manažerské rozhodování*. 2. upr. a rozš. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-910-5.

- HABR, Jaroslav a Jaromír, VEPŘEK, 1972. *Systémová analýza a syntéza (moderní přístup k řízení a rozhodování)*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury.
- HALEY, K. B., 1963. The multi-index problem. *Operations Research*. **11**(3), 368-379. ISSN 0030364X. <http://dx.doi.org/10.1287/opre.11.3.368>
- HÄMÄLÄINEN, Raimo P., Jukka, LUOMA a Esa, SAARINEN, 2013. On the importance of behavioral operational research: The case of understanding and communicating about dynamic systems. *European Journal of Operational Research*. **228**(3), 623-634. ISSN 03772217. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2013.02.001>
- HAVLÍČEK, Jaroslav, 1991. *Optimalizace vícerozměrných dopravních systémů*. Vysoká škola zemědělská Praha. Habilitační práce.
- HOEGL, Martin a Hans Georg, GEMUENDEN, 2001. Teamwork quality and the success of innovative projects: A theoretical concept and empirical evidence. *Organization Science*. **12**(4), 435-449. ISSN 10477039. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.12.4.435.10635>
- HSU, Jack Shih-Chieh, Sheng-Pao, SHIH, Jerry C., CHIANG a Julie Yu-Chih, LIU, 2012. The impact of transactive memory systems on IS development teams' coordination, communication, and performance. *International Journal of Project Management*. **30**(3), 329-340. ISSN 02637863. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2011.08.003>
- HWANG, Ching-Lai a Abu Syed Md., MASUD, 1979. *Multiple Objective Decision Making — Methods and Applications*. New York. ISBN 9783540091110.
- HWANG, Ching-Lai a Kwangsun, YOON, 1981. *Multiple Attribute Decision Making*. New York. ISBN 978-3-642-48318-9.
- IYER, P. Sankara, 2008. *Operations research*. New Delhi: Tata McGraw-Hill. ISBN 0-07-066902-3.
- JABLONSKÝ, Josef, 2007. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-44-3.



JANIČEK, Přemysl, 2014. *Systémová metodologie: brána do řešení problémů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-7204-887-8.

JANIŠOVÁ, Dana a Mirko, KŘIVÁNEK, 2013. *Velká kniha o řízení firmy*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4337-0.

KATSIKOPOULOS, Konstantinos V, 2011. Psychological heuristics for making inferences: Definition, performance, and the emerging theory and practice. *Decision Analysis*. **8**(1), 10-29. ISSN 15458490. <http://dx.doi.org/10.1287/deca.1100.0191>

KATSIKOPOULOS, Konstantinos V. a Gerd, GIGERENZER, 2013. Behavioral operations management: A blind spot and a research program. *Journal of Supply Chain Management*. **49**(1), 3-7. ISSN 15232409. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-493x.2012.03285.x>

KATZ, Ralph a Thomas J., ALLEN, 1982. Investigating the Not Invented Here (NIH) syndrome: A look at the performance, tenure, and communication patterns of 50 R & D Project Groups. *R&D Management*. **12**(1), 7-20. ISSN 00336807. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9310.1982.tb00478.x>

KENNEDY, Deanna M., S. Amy, SOMMER a Phuong Anh, NGUYEN, 2017. Optimizing multi-team system behaviors: Insights from modeling team communication. *European Journal of Operational Research*. **258**(1), 264-278. ISSN 03772217. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2016.08.036>

KENNEDY, Deanna M., Sara A., MCCOMB a Ralitz R., VOZDOLSKA, 2011. An investigation of project complexity's influence on team communication using Monte Carlo simulation. *Journal of Engineering and Technology Management*. **28**(3), 109-127. ISSN 09234748. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jengtecman.2011.03.001>

KERZNER, Harold a Carl, BELACK, 2010. *Managing complex projects*. New Jersey: John Wiley & Sons. ISBN 978-0-470-60034-9.

KERZNER, Harold, 2013. *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. Eleventh edition. New York: John Wiley. ISBN 978-1-118-02227-6.

- KŘEČKOVÁ, Jana a Helena, BROŽOVÁ, 2017. Agricultural Insurance and Bounded Rationality. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*. **9**(1), 91-97. ISSN 18041930. <http://dx.doi.org/10.7160/aol.2017.090108>
- KŘEČKOVÁ, Jana, Jan, RYDVAL, Helena, BROŽOVÁ a Andrea, HORNICKÁ, 2017a. Selection of Communication Routes in Agriculture Equipment Company. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*. **9**(4), 69-79. ISSN 18041930. <http://dx.doi.org/10.7160/aol.2017.090407>
- LINGARD, Lorelei, Sarah, WHYTE, Sherry, ESPIN, Ross G., BAKER, Beverley, ORSER a Diane, DORAN, 2016. Towards safer interprofessional communication: constructing a model of “utility” from preoperative team briefings. *Journal of Interprofessional Care*. **20**(5), 471-483. ISSN 13561820. <http://dx.doi.org/10.1080/13561820600921865>
- LOCH, Christoph a Yaozhong, WU, 2005. Behavioral operation management. *Foundations and Trends in Technology, Information, and Operations Management*. **1**(3), 121-232. ISSN 15719545. <http://dx.doi.org/10.1561/02000000009>
- MARCH, James G. a Chip, HEATH, ©1994. *A primer on decision making: how decisions happen*. New York: Maxwell Macmillan International. ISBN 00-292-0035-0.
- MARKS, Michelle A., John E., MATHIEU a Stephen J., ZACCARO, 2001. A temporally based framework and taxonomy of team processes. *Academy of Management Review*. **26**(3), 356-376. ISSN 03637425. <http://dx.doi.org/10.5465/AMR.2001.4845785>
- MATOUŠEK, Jiří, 2006. *Lineární programování: Úvod do informatiky*. KAM MFF UK.
- MELNIK, Grigori a Frank, MAURER, 2004. Direct verbal communication as a catalyst of agile knowledge sharing. **In:** Agile Development Conference. IEEE. 21-31. ISBN 0769522483. <http://dx.doi.org/10.1109/ADEV.2004.12>
- MORÁVEK, Jaroslav a Milan, VLACH, 1967. Letter to the Editor - On the Necessary Conditions for the Existence of the Solution of the Multi-Index Transportation Problem. *Operations Research*. **15**(3), 542-545. ISSN 0030364X. <http://dx.doi.org/10.1287/opre.15.3.542>

- O'SULLIVAN, Alan, 2003. Dispersed collaboration in a multi-firm, multi-team product-development project. *Journal of Engineering and Technology Management*. **20**(1-2), 93-116. ISSN 09234748. [http://dx.doi.org/10.1016/S0923-4748\(03\)00006-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0923-4748(03)00006-7)
- OGC [Office of Government Commerce], 2005. *Managing successful projects with PRINCE2®*. 4th ed. London: TSO. ISBN 01-133-0946-5.
- OTTER, Den Ad a Stephen, EMMITT, 2007. Exploring effectiveness of team communication: Balancing synchronous and asynchronous communication in design teams. *Engineering, Construction and Architectural Management*. **14**(5), 408-419. ISSN 09699988. <http://dx.doi.org/10.1108/09699980710780728>
- PACKENDORFF, Johann, 1995. Inquiring into the temporary organization: new directions for project management research. *Scandinavian Journal of Management*. **11**(4), 319-333. ISSN 09565221. [http://dx.doi.org/10.1016/0956-5221\(95\)00018-Q](http://dx.doi.org/10.1016/0956-5221(95)00018-Q)
- PANNEERSELVAM, R., 2012. *Operations Research*. 2nd ed. New Delhi: Phi. ISBN 978-81-203-2928-7.
- PAROLIA, Neeraj, James J., JIANG, Gary, KLEIN a Shin Tsong, SHEU, 2011. The contribution of resource interdependence to IT program performance: A social interdependence perspective. *International Journal of Project Management*. **29**(3), 313-324. ISSN 02637863. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.03.004>
- PATRASHKOVA-VOLZDOSKA, Ralitza R., Sara A., MCCOMB, Stephen G., GREEN a W. Dale, COMPTON, 2003. Examining a curvilinear relationship between communication frequency and team performance in cross-functional project teams. *IEEE Transactions on Engineering Management*. **50**(3), 262-269. ISSN 00189391. <http://dx.doi.org/10.1109/TEM.2003.817298>
- PELIKÁN, Jan, 2001. *Diskrétní modely v operačním výzkumu*. Brno: Professional Publishing. ISBN 80-864-1917-7.

- PINTO, Jeffrey K. a John E., PRESCOTT, 1990. Planning and tactical factors in the project implementation process. *Journal of Management Studies*. **27**(3), 305-327. ISSN 00222380. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-6486.1990.tb00249.x>
- PMI [Project Management Institute], 2013. *PMBok® Guide: A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. 5th ed. Newton Square: Project Management Institute. ISBN 978-1-935589679.
- PŘIKRYLOVÁ, Jana a Hana, JAHODOVÁ, 2010. *Moderní marketingová komunikace*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3622-8.
- RADNER, Roy, 1962. Team decision problems. *The Annals of Mathematical Statistics*. **33**(3), 857-881. ISSN 00034851. <http://dx.doi.org/10.1214/aoms/1177704455>
- RAJKUMAR, Sivasankari, 2010. Art of communication in project management. **In:** PMI® Research Conference: Defining the Future of Project Management. Washington, DC.
- RAMSING, Line, 2009. Project communication in a strategic internal perspective. *Corporate Communications: An International Journal*. **14**(3), 345-357. ISSN 13563289. <http://dx.doi.org/10.1108/13563280910980113>
- SAATY, Thomas L. a Liem T., TRAN, 2007. On the invalidity of fuzzifying numerical judgments in the Analytic Hierarchy Process. *Mathematical and Computer Modelling*. **46**(7-8), 962-975. ISSN 08957177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mcm.2007.03.022>
- SAATY, Thomas L., 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*. **15**(3), 234-281. ISSN 00222496. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](http://dx.doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- SALEH, Mohamed, Rogelio, OLIVA, Christian Erik, KAMPMANN a Pål, DAVIDEN, 2010. A comprehensive analytical approach for policy analysis of system dynamics models. *European Journal of Operational Research*. **203**(3), 673-683. ISSN 03772217. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2009.09.016>

- SARHADI, Mehrdad, 2016. Comparing Communication Style within Project Teams of three Project-oriented Organizations in Iran. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. **226**, 226-235. ISSN 18770428. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.183>
- SCHELL, Emil D, 1955. Distribution of a product by several properties. **In:** 2nd Symposium in Linear Programming, Washington, DC. 615-642.
- SCHWABER, Ken, ©2004. *Agile project management with Scrum*. Redmond, Wash.: Microsoft Press. ISBN 07-356-1993-X.
- SMITH, Graham, 1973. Technical note - Further necessary conditions for the existence of a solution to the multi-index problem. *Operations Research*. **21**(1), 380-386. ISSN 0030364X. <http://dx.doi.org/10.1287/opre.21.1.380>
- SÖDERLUND, Jonas, 2004. Building theories of project management: past research, questions for the future. *International Journal of Project Management*. **22**(3), 183-191. ISSN 02637863. [http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863\(03\)00070-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863(03)00070-X)
- SÖDERLUND, Jonas, 2011. Pluralism in project management: navigating the crossroads of specialization and fragmentation. *International Journal of Management Reviews*. **13**(2), 153-176. ISSN 14608545. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2370.2010.00290.x>
- STERMAN, John D, 2000. *Business dynamics systems thinking and modeling for a complex world*. Boston: Irwin/McGraw-Hill. ISBN 007238915X.
- SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Projektový management*. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3611-2.
- ŠOCHOVÁ, Zuzana a Eduard, KUNCE, 2014. *Agilní metody řízení projektů*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-4194-6.
- ŠVEC, Václav, 2013. Pilot Run of the Experiential Exercise: Are Students Able to Find and Eliminate Team Loafers?. **In:** 10th International Conference on Efficiency and Responsibility in Education. Prague, 603-610. ISBN 978-80-213-2378-0.

- TUKEL, Oya Icmeli a Walter O., ROM, 1998. Analysis of the characteristics of projects in diverse industries. *Journal of Operations Management*. **16**(1), 43-61. ISSN 02726963. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(97\)00016-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(97)00016-8)
- TVERSKY, Amos a Daniel, KAHNEMAN, 1974. Judgement under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*. **185**(4157), 1124-1131. ISSN 00368075. <http://dx.doi.org/10.1126/science.185.4157.1124>
- TVERSKY, Amos a Daniel, KAHNEMAN, 1981. The framing of decisions and the rationality of choice. *Science*. **211**(4481), 453-458. ISSN 00368075. <http://dx.doi.org/10.1126/science.7455683>
- VLACH, Milan, 1986. Conditions for the existence of solutions of the three-dimensional planar transportation problem. *Discrete Applied Mathematics*. **13**(1), 61-78. ISSN 0166218X. [http://dx.doi.org/10.1016/0166-218X\(86\)90069-7](http://dx.doi.org/10.1016/0166-218X(86)90069-7)
- VYMĚTAL, Jan, 2008. *Průvodce úspěšnou komunikací: efektivní komunikace v praxi*. Praha: Grada. Manažer. ISBN 978-80-247-2614-4.
- WEDLEY, William C, 1993. Consistency prediction for incomplete AHP matrices. *Mathematical and Computer Modelling*. **17**(4-5), 151-161. ISSN 08957177. [http://dx.doi.org/10.1016/0895-7177\(93\)90183-Y](http://dx.doi.org/10.1016/0895-7177(93)90183-Y)
- WINCH, Graham M., 2000. The management of projects as a generic business process. **In:** Projects as business constituents and guiding motives. Springer US. 117-130. ISBN 9781461370314. [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-4505-7\\_9](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-4505-7_9)
- WRIGHT, J. Nevan, 1997. Time and budget: the twin imperatives of a project sponsor. *International Journal of Project Management*. **15**(3), 181-186. ISSN 02637863. [http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863\(96\)00059-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863(96)00059-2)
- YOUNG, David P., 1995. The relationship between electronic and face-to-face communication and its implication for alternative workplace strategies. *Facilities*. **13**(6), 20-27. ISSN 02632772. <http://dx.doi.org/10.1108/02632779510085186>

ZADEH, Lotfi A., 1965. Fuzzy sets. *Information and Control*. **8**(3), 338-353. ISSN 00199958. [http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)

ZIEK, Paul a J. Dwight, ANDERSON, 2015. Communication, dialogue and project management. *International Journal of Managing Projects in Business*. **8**(4), 788-803. ISSN 17538378. <http://dx.doi.org/10.1108/IJMPB-04-2014-0034>

ZIONTS, Stanley, 1979. MCDM—If not a Roman numeral, then what?. *Interfaces*. **9**(4), 94-101. ISSN 00922102. <http://dx.doi.org/10.1287/inte.9.4.94>

ZULCH, B. G., 2014. Communication: The foundation of project management. *Procedia Technology*. **16**, 1000-1009. ISSN 22120173. <http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2014.10.054>

## 7. Seznam webových zdrojů

AMINUDDIN, Md Arof, 2014. What is the permissible Consistency Ratio for the Analytic Hierarchy Process (AHP) instrument? *ResearchGate* [online]. University of Kuala Lumpur [cit. 2017-12-11]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/post/What\\_is\\_the\\_permis-sible\\_Consistency\\_Ratio\\_for\\_the\\_Analytic\\_Hierarchy\\_Process\\_AHP\\_instrument](https://www.researchgate.net/post/What_is_the_permis-sible_Consistency_Ratio_for_the_Analytic_Hierarchy_Process_AHP_instrument)

BIERNÁTOVÁ, Olga a SKŮPA, Jan, 2011. Bibliografické odkazy a citace dokumentů dle ČSN ISO 690 (01 0197) platné od 1. dubna 2011. *Citace.com* [online]. [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <https://www.citace.com/CSN-ISO-690>

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 2017. *Cambridge Dictionary* [online]. Cambridge University: Cambridge University Press [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <http://dictionary.cambridge.org/>

DOUGLAS HARPER, ©2001-2017. *Online Etymology Dictionary* [online]. [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.etymonline.com/index.php>

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, ©2017. *Encyclopædia Britannica* [online]. Encyclopædia Britannica Inc. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/>

INFOQ, 2015. *Standish Group 2015 Chaos Report*. *InfoQ* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <https://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>

METHOD123, 2017. *MPMM* [online]. Greenville: Palmetto Document Systems [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.mppmm.com/>

NETPOINT, ©2005-2011. *Vševěd: Encyklopedie v pohybu* [online]. Praha: Netpoint [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.vseved.cz/>

PM CONSULTING, ©2017. *PM Slovník: Komunikační plán* [online]. [cit. 2017-10-08]. Dostupné z: <http://www.pmconsulting.cz/slovníkovy-pojem/komunikacni-plan/>

PROJECT SMART, ©2017. *Obstacles to Project Communication*. *Project Smart* [online]. United Kingdom: Project Smart [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <https://www.project-smart.co.uk/obstacles-to-project-communication.php>



SCRUM ALLIANCE, 2014. *Scrum Communication* [online]. Raj Kasturi, [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <https://www.scrumalliance.org/community/articles/2014/october/scrum-communication>

UNIVERSITY OF NOTRE DAME, ©1993-2007. *Latin Dictionary and Grammar Aid* [online]. Notre Dame: University of Notre Dame [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <http://archives.nd.edu/latgramm.htm>

URBANEK, Stefan, 2014. OLAP Cubes and Logical Models. *Open Knowledge Labs* [online]. [cit. 2017-08-07]. Dostupné z: <http://okfnlabs.org/blog/2014/01/20/olap-cubes-and-logical-model.html>

VEERENDRA, K Rai, 2015. How to define and measure complexity of systems? Is complexity and variety one and the same thing? *ResearchGate: Imre Horvath's comment* [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/post/How\\_to\\_define\\_and\\_measure\\_complexity\\_of\\_systems\\_Is\\_complexity\\_and\\_variety\\_one\\_and\\_the\\_same\\_thing](https://www.researchgate.net/post/How_to_define_and_measure_complexity_of_systems_Is_complexity_and_variety_one_and_the_same_thing)

WEBFINANCE, 2017. *Business Dictionary* [online]. WebFinance [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://www.businessdictionary.com/>

## Přehled obrázků

Obrázek 1: Model komunikačního procesu (Přikrylová a Jahodová, 2010, s. 22) .....	17
Obrázek 2: Role kvalitativní stránky projektového řízení (Badiru, 2008, s. 3).....	20
Obrázek 3: Triple C model v rámci projektového trojimperativu (Badiru, 2008, s. 5) .....	21
Obrázek 4: Předvídatelnost systémů založená na jejich komplikovanosti a pozorovatelnosti (Veerendra, 2015) .....	23
Obrázek 5: Interdisciplinární vazby behaviorálního operačního výzkumu (Becker, 2016, s. 811).....	27
Obrázek 6: Projektové řízení - rámec různých perspektiv (Cicmil, 1997, s. 391).....	30
Obrázek 7: Efekt nedostatečné komunikace v projektu (Kerzner, 2013, s. 265) .....	30
Obrázek 8: Komunikační základový model (vlastní tvorba dle Zulch, 2014, s. 1008) .....	34
Obrázek 9: Různorodost role Projektového Manažera (OGC, 2005, s. 213) .....	37
Obrázek 10: Proces fuzzy zpracování (Dostál a kol., 2005, s. 23) .....	41
Obrázek 11: Planární a axiální řez (vlastní zpracování)* .....	52
Obrázek 12: Planární, axiální a celulární řez (Křečková a kol., 2017a, s. 71) .....	59
Obrázek 13: Znázornění odesílatelů a příjemců v komunikační kostce (vlastní zpracování) .....	62
Obrázek 14: Znázornění komunikačních tras v komunikační kostce (vlastní zpracování) ..	62
Obrázek 15: Pořadí dimenzí pro matematický zápis indexů u proměnných (vlastní zpracování).....	63
Obrázek 16: Planární, axiální a celulární řez v komunikační kostce (vlastní zpracování) ..	65
Obrázek 17: Nadřazenost omezujících podmínek v podmínkách řešitelnosti (vlastní zpracování).....	66
Obrázek 18: Komunikační kostka problémové situace (vlastní zpracování) .....	78

Obrázek 19: Výsledky lineární agregace problémové situace v komunikační kostce z pohledu komunikačních tras (vlastní zpracování) .....	89
Obrázek 20: Výsledky lineární agregace problémové situace v komunikační kostce z pohledu odesílatele (vlastní zpracování).....	89
Obrázek 21: Výsledky lineární agregace problémové situace v komunikační kostce z pohledu příjemce (vlastní zpracování).....	90
Obrázek 22: Komunikační kostka modelové situace (vlastní zpracování).....	95
Obrázek 23: Optimální řešení druhé modelové situace dle agregovaného kritéria v komunikační kostce z pohledu komunikačních tras (vlastní zpracování) .....	113
Obrázek 24: Dynamika projektového trojimperativu na modelové situaci (vlastní zpracování).....	116

## Přehled tabulek

Tabulka 1: Popis typů komunikačních tras (vlastní tvorba dle Kennedy a kol., 2017).....	18
Tabulka 2: Dopad komunikačních dovedností projektového manažera na úspěch projektu napříč oblastmi projektového řízení (Zulch, 2014, s. 1007)* .....	31
Tabulka 3: Úspěšnost projektů za roky 2011 - 2015 (InfoQ, 2015) .....	32
Tabulka 4: Výsledky projektů podle jejich velikosti – souhrnně za roky 2011-2015 (InfoQ, 2015) .....	32
Tabulka 5: Výsledky projektů podle použité metody za roky 2011-2015 (InfoQ, 2015) ...	33
Tabulka 6: Faktory působící na úspěch projektu (InfoQ, 2015).....	33
Tabulka 7: Tabulky planárních vstupních dat (Křečková a kol., 2017a).....	63
Tabulka 8: Tabulky axiálních vstupních dat (Křečková a kol., 2017a).....	64
Tabulka 9: Tabulky celulárních vstupních dat (Křečková a kol., 2017a).....	64
Tabulka 10: Průměrné týdenní množství předávaných zpráv v podniku (vlastní zpracování) .....	78
Tabulka 11: Planární vstupní data pro komunikační problém distributora - pouze nenulové hodnoty (Křečková a kol., 2017a) .....	79
Tabulka 12: Axiální vstupní data pro komunikační problém distributora - pouze nenulové hodnoty (Křečková a kol., 2017a) .....	80
Tabulka 13: Celulární vstupní data pro komunikační problém distributora - pouze nenulové hodnoty (Křečková a kol., 2017a) .....	82
Tabulka 14: Ohodnocení porovnávaných komunikačních tras podle jednotlivých kritérií pomocí Saatyho metody (vlastní zpracování).....	84
Tabulka 15: Koeficienty účelové funkce - ohodnocení komunikačních tras – pouze nenulové hodnoty (Křečková a kol., 2017a) .....	85

Tabulka 16: Doporučené používání osobní komunikace ve vybraném podniku (Křečková a kol., 2017a) .....	87
Tabulka 17: Doporučené používání telefonu ve vybraném podniku (Křečková a kol., 2017a) .....	88
Tabulka 18: Doporučené používání elektronické pošty ve vybraném podniku (Křečková a kol., 2017a) .....	88
Tabulka 19: Průměrné týdenní množství předávaných zpráv v projektovém týmu (vlastní zpracování).....	96
Tabulka 20: Planární vstupní data pro modelovou situaci - pouze nenulové hodnoty (vlastní zpracování).....	96
Tabulka 21: Axiální vstupní data pro modelovou situaci - pouze nenulové hodnoty (vlastní zpracování).....	98
Tabulka 22: Celulární vstupní data pro modelovou situaci - pouze nenulové hodnoty (vlastní zpracování).....	101
Tabulka 23: Ohodnocení porovnávaných komunikačních tras podle jednotlivých kritérií pomocí Saatyho metody pro modelovou situaci (vlastní zpracování).....	102
Tabulka 24: Pořadí vhodného využívání komunikačních kanálů s jejich preferencemi (vlastní zpracování).....	103
Tabulka 25: Hodnoty vah $v_i$ normalizovaných hodnot $b_i$ pro výpočet hodnot $v_{ij}$ (vlastní zpracování).....	105
Tabulka 26: Koeficienty účelové funkce kritéria kvalita – ohodnocení komunikačních tras – pouze nenulové hodnoty (vlastní zpracování) .....	105
Tabulka 27: Koeficienty účelové funkce nákladového kritéria - ohodnocení komunikačních tras – pouze nenulové hodnoty (vlastní zpracování) .....	106

Tabulka 28: Koeficienty účelové funkce časového kritéria - ohodnocení komunikačních tras – pouze nenulové hodnoty (vlastní zpracování) .....	106
Tabulka 29: Dílčí optimální řešení dle kritéria kvalita (vlastní zpracování) .....	110
Tabulka 30: Dílčí optimální řešení dle kritéria náklady (vlastní zpracování) .....	111
Tabulka 31: Dílčí optimální řešení dle kritéria čas (vlastní zpracování) .....	111
Tabulka 32: Optimální řešení dle agregovaného kritéria (vlastní zpracování).....	112
Tabulka 33: Normalizace hodnot účelových funkcí (vlastní zpracování) .....	115