

## VYUŽITÍ TEORIE GRAFŮ PRO SVOLÁNÍ ČLENŮ POVODŇOVÝCH KOMISÍ

### USING OF GRAPH THEORY FOR SUMMONING FLOOD OF MEMBERS OF THE COMMISSION

Denisa Mocková<sup>1</sup>

---

*Anotace: Článek se zabývá návrhem tras pro funkci spojky zajišťující obslužnost předsedů a členů povodňových komisí při vydané výstraze od Českého hydrometeorologického ústavu a následně vyhlášení I. stupně povodňové aktivity toku, kdy nelze využít služeb mobilního operátora ať z důvodu lidské chyby nebo výpadku signálu. Je použita úloha obchodního cestujícího, exaktní metodou řešení Littlovým algoritmem a pro srovnání kvality řešení heuristikou heuristickým algoritmem.*

*Klíčová slova: úloha obchodního cestujícího, heuristický algoritmus, Littlův algoritmus.*

*Summary: The article deals with the coupling paths for ensuring accessibility chairmen and members of the commissions on flood alert issued by the Czech Hydrometeorological Institute and the subsequent announcement of the first degree flood flow, which cannot use the services of the mobile operator whether due to human error or loss of signal. It is used in the role of traveling salesman, exact method of solution Little algorithm and for comparing the quality of solutions heuristic by heuristic algorithm.*

*Key words: TSP problem, heuristic algorithm, Little algorithm.*

#### ÚVOD

Tento článek se zabývá velmi aktuálním tématem, a to návrhem tras pro funkci spojky povodňových komisí pro svolání předsedů a členů jednotlivých povodňových komisí (PK) v případě výpadku signálu mobilních operátorů nebo z důvodu lidské chyby. V případě výstrahy od Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) je požadováno, aby spojky kontaktovali předsedy a ti následně členy svých PK, bez časového limitu. V případě vyhlášení prvního stupně povodňové aktivity – stav bdělosti (I. SPA), musí být všichni informováni do 1 hodiny a povodňové komise musí zahájit svou činnost. Trasy byly vybrány na reálných komunikacích měst a obcí a v reálné dopravní situaci v oblasti na toku Litavky. Jsou voleny z hlediska nejkratší vzdálenosti a nejkratšího času. Návrh trasy je řešen úlohou obchodního cestujícího, vhodnou pro obsluhu vrcholů, které představují adresy členů a předsedů povodňových komisí v době uskutečňovaného výjezdu (v době zaměstnání nebo mimo něj), začínající a končící v daném vrcholu a současně prochází všemi ostatními vrcholy sítě právě jednou a zároveň musí být navržena trasa minimální. Ke zjištění tras je použita exaktní metoda (Littlův algoritmus) a pro srovnání kvality řešení i heuristická metoda (Heuristický algoritmus).

---

<sup>1</sup> Ing. Denisa Mocková, Ph.D., ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav logistiky a managementu dopravy, Horská 3, 128 03 Praha 2, Tel.: +420224359160, E-mail: [mockova@fd.cvut.cz](mailto:mockova@fd.cvut.cz)

## 1. POVODŇOVÉ KOMISE

Obec či město, kterou protéká potok či řeka a bylo postiženo povodní, zřídila povodňovou komisi, která v případě I., II., III. SPA má určité pravomoce. Každý člen má přesně v povodňovém plánu své obce či města stanovenou svou činnost v této komisi.

Nejméně jednou ročně je nutné provést povodňovou prohlídku, podle povodňových plánů, zpravidla před obdobím jarního tání (zpravidla březem) nebo před obdobím letních povodní (zpravidla konec května). Na základě těchto prohlídek jsou přijímána patřičná opatření, která vedou k odstranění případných rizik při povodni a vedou ke zvýšení kapacity profilu koryta řeky. Pro ochranu majetku, života a zdraví osob je nutné včasné varování obyvatelstva a zejména včasné svolání PK k jejich činnosti.

Předpovědní služba je na území města či obce organizována následovně:

- Od ČHMÚ nebo Povodí Vltavy s. p. (PV), cestou Povodňové komise obce s rozšířenou působností (PK ORP) Beroun, nebo HZS Středočeského kraje, územní odbor Beroun,
- Zpráva o nebezpečí povodně může přijít i cestou „Hromadných sdělovacích prostředků“,
- Zpráva o nebezpečí povodně může přijít i v případě lokálních dešťů nebo tání sněhu od PK obce Čenkov, města Hořovice, obce Bavoryně, města Žebrák, obce Hředle, obce Libomyšl, obce Lochovice, městyse Komárov, města Králův Dvůr, města Beroun
- Zpráva o nebezpečí původně může přijít i od obyvatel, kteří jsou v okolí vodních toků nebo vodního díla (VD).

### 1.1 Stupně povodňové aktivity

**Stupeň povodňové aktivity (SPA)** vyjadřuje míru povodňového nebezpečí. Jsou vázány na směrodatné limity, jimiž jsou zpravidla vodní stavy nebo průtoky v hlásných profilech na tocích, popřípadě na mezní nebo kritické hodnoty jiného jevu (denní úhrn srážek, hladina vody v nádrži, vznik ledových nápěchů a zácp, chod ledu, mezní nebo kritické hodnoty sledovaných jevů z hlediska bezpečnosti VD apod.) U zvláštních povodní vyjadřují vývoj a míru povodňového nebezpečí na VD a na území pod ním.

**I. SPA – stav bdělosti** – nastává při nebezpečí přirozené povodně a zaniká, pominou-li příčiny takového nebezpečí. Za stav bdělosti se pokládá rovněž situace takto označená předpovědní povodňovou službou. Na VD nastává také při nepříznivém vývoji bezpečnosti VD, odvozeném podle hodnocení sledovaných jevů a skutečnosti v rámci výkonu technicko – bezpečnostního dohledu (TBD), nebo při zjištění mimořádných okolností, jež by mohly vést ke vzniku zvláštní povodně. Nebezpečí vzniku souvisí s provozní situací, při které může dojít mimořádnému vypouštění nebo k odtoku, při kterém je dosažen stav I. SPA na vybraném vodočtu.

**II. SPA – stav pohotovosti** – vyhláší příslušný povodňový orgán, když nebezpečí povodně přerůstá v povodeň a v době povodně, když však ještě nedochází k větším rozlivům a škodám mimo koryto. Vyhláší se také při pokračujícím nepříznivém vývoji bezpečnosti VD, nebo při mimořádném vypouštění vody nebo odtoku z vodní nádrže, při kterém bude dosažen stav II. SPA na vybraném vodočtu. Bezpečnost díla se odvozuje podle stavu a vývoje

sledovaných jevů a skutečností v rámci výkonu TBD při hodnocení překročení mezních hodnot vybraných veličin.

**III. SPA – stav ohrožení** – vyhláší příslušný povodňový orgán v době povodně při bezprostředním nebezpečí nebo při vzniku větších škod, ohrožení majetku a životů v záplavovém území. Vyhláší se také při vzniku kritické situace na VD podle vyhodnocení TBD při dosažení kritických hodnot sledovaných jevů a skutečností, pokud hrozí havárie díla doprovázení nebezpečím vzniku narušení vzdouvajícího tělesa (hráze) VD, nebo za mimořádného vypouštění vody při použití nouzových opatření s vyvoláním povodňového průtoku, při kterém bude dosažen stav III. SPA na vybraném vodočtu.

## 2. OBLAST VÝZKUMU

Článek a výzkum se zabývá fází výstrahy ČHMÚ a vyhlášením I. SPA na toku Litavka, kdy všechny komunikace měst a obcí jsou průjezdné bez omezení.

V případě obdržení zprávy nebo výstrahy ČHMÚ (zpravidla prostřednictvím OPIS HZS Středočeského kraje nebo ORP Beroun) je nutné upozornit všechny předsedy PK a členy PK a prověřit jejich dosažitelnost podle plánovaného telefonického spojení, které je uvedeno v povodňovém plánu v části složení PK. Předsedové všech PK obdrželi tzv. krizové telefony, které by měly být funkční i v nouzovém režimu, při výpadku mobilní sítě. Pokud telefonické spojení není funkční, je nutné, aby pověřená hlídka předsedou PK ORP popř. sám předseda, předsedy PK osobně informovala a ti následně musí informovat členy svých PK. V případě vyhlášení I. SPA se toto musí uskutečnit do 1 hodiny od vyhlášení.

Když nastane I. SPA je nutná nepřetržitá přítomnost na určeném pracovišti PK a na spojení (ať telefonickém, radiovém nebo při styku se spojkou) musí být předseda PK.

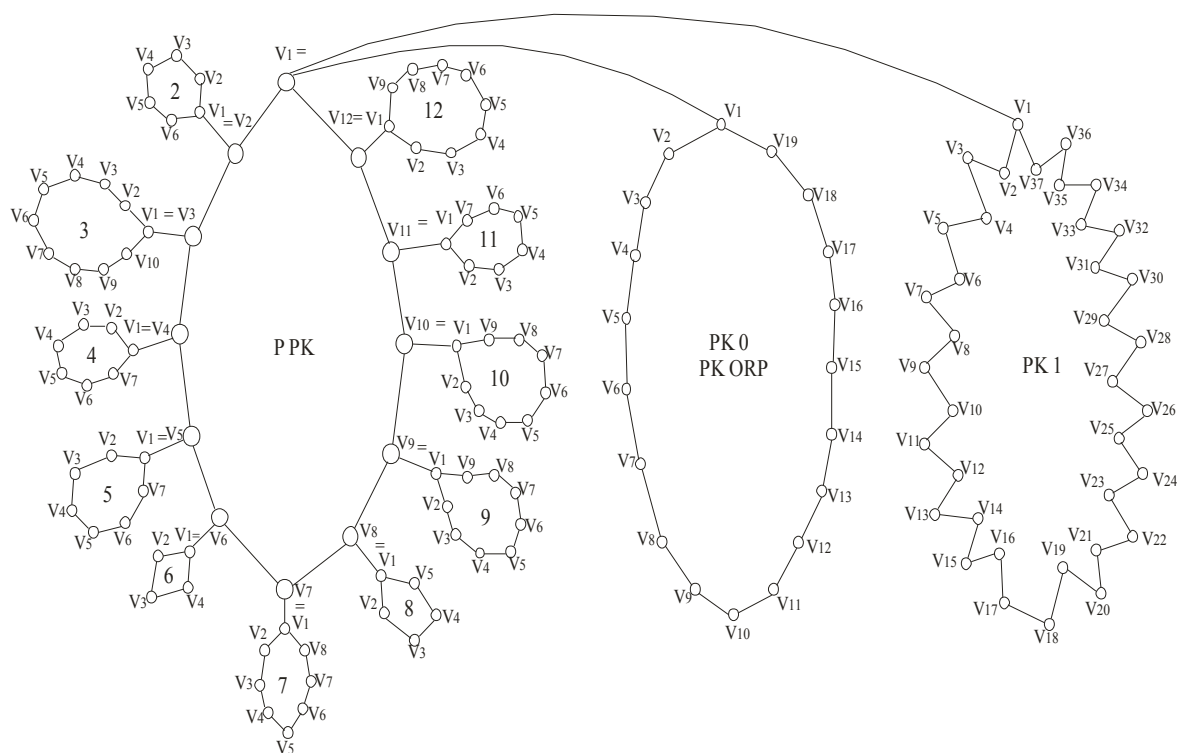
O svolání PK rozhoduje předseda PK, řídí činnost PK, na základě informací o situaci vydává rozhodnutí k řešení protipovodňových opatření, vyhláší jednotlivé SPA, rozhoduje o nasazení sil a prostředků v podřízenosti Obecních úřadů (OÚ), rozhoduje o přidělení humanitární pomoci, schvaluje obsah informací pro sdělovací prostředky aj. Pro svolání PK má předseda k dispozici tzv. krizový telefon, který má fungovat i při výpadku signálu.

Při povodni v letech 1995, 2002 došlo k výpadku signálu operátorů a také k selhání z důvodu lidské chyby (zapomenutý nebo vypnutý mobil aj.). Po obdržení informace od povodňové komise krajského úřadu, popřípadě HZS Středočeského kraje, předseda PK ORP má za povinnost informovat předsedy PK na příslušném toku a ten svolává svou komisi obce. Bylo zjištěno, že neexistují žádné naplánované trasy pro svolání těchto komisí. Při svolávání komisí je důležité, kde se předsedové a členové zdržují. Výsledným řešením jsou trasy pro spojkou při výpadku (selhání) telefonní sítě či radiového spojení, nejprve jsou svoláni předsedové PK a následně jednotliví členové PK dané obce na toku Litavka s rozdělením na svolávání komisí v denní dobu (adresa pracoviště členů PK) a v noční či mimopracovní dobu (svátky, soboty, neděle) – adresa bydliště.

Pro názornost je na obr. 1 fiktivní schéma jednotlivých PK tak, jak by po obdržení výstrahy od ČHMÚ mělo být předsedou PK ORP realizováno. Předseda (ve schématu je označen jako *V1*) současně nechá spojkou kontaktovat předsedy PK obcí a měst (předsedové PK jsou ve všech případech starostové obcí a měst), ve schématu P PK jsou označeni jako *V*

s číslem své komise a zároveň ve své komisi jsou vrcholem  $V1$ , zahájí práci PK ORP (PK 0) – kterou nechá svolat a zároveň zahájí činnost PK 1, kterou také nechá svolat. Celé schéma je fiktivní, jelikož až po aplikaci dané metody do návrhu či vlastním návrhu budou známy trasy mezi jednotlivými vrcholy. Také umístění vrcholů, které reprezentují členy komise, je pouze ilustrativní. Ve schématu jsou zachována čísla PK.

Dané schéma bude shodné při obdržení výstrahy v pracovní době členů PK nebo při obdržení výstrahy mimo zaměstnání členů komisí (toto schéma by mělo být uvedeno dvakrát), ale vrcholy budou představovat jinou adresu členů.



zdroj: (1)

Obr. 1 - Fiktivní schéma uspořádání PK

### 3. VÝBĚR VHODNÝCH METOD APARÁTU TEORIE GRAFŮ

Výzkum se zabývá dopravní obsluhou vrcholů, což představuje adresu člena PK v době výstrahy od ČHMÚ a následně svolání v případě vyhlášení I. SPA v případě výpadku signálu operátora mobilního telefonu (popř. lidské chyby). Úkolem je najít nejkratší trasu, začínající a končící ve stejném místě (ve vrcholu  $V1$ ), která zahrnuje všechna místa seznamu členů PK. Podmínkou je, že každé místo bude navštíveno pouze jednou a součet ohodnocení hran bude minimální. Vrcholy grafu představují adresy bydliště či adresa zaměstnavatele členů a předsedů PK v době zahájení činnosti spojky. Ohodnocené hrany grafu – skutečné délky využití komunikace.

Pro řešení úlohy obchodního cestujícího bylo použito dvou známých metod:

- Heuristická metoda – heuristický algoritmus – známý i pod označením hladový nebo žravý algoritmus, je jednoduchým algoritmem na určení minimální Hamiltonovské

kružnice (HK) v kompletním, hranově ohodnoceném grafu, poskytuje pouze suboptimální řešení, nezaručuje, že nalezená kružnice bude skutečně minimální (2).

- Exaktní metoda – Littlův algoritmus (LA) – založený na principu Metody větví a hranic poskytující optimální řešení (3).

#### 4. POSTUP ŘEŠENÍ

Všechny trasy jsou měřeny a navrženy pro jízdu automobilem. Jelikož trasy jsou vedeny po skutečných komunikacích (dálnice, rychlostní komunikace, silnice II. a III. tříd, místní komunikace a veřejně přístupné účelové komunikace), kde se provoz řídí dopravními značkami, nemusí být délky trasy z vrcholu  $V1$  do vrcholu  $V2$  a zpět shodné. Na vyhledání vzdáleností byla použita webová aplikace <http://maps.google.cz/>. Další postup řešení je popsán v následujících šesti krocích:

1. Sestavení jednotlivých PK řeky Litavky včetně adres – viz obr. 1.

- P PK
- PK ORP Beroun (č. 0)
- PK města Beroun (č. 1)
- PK Králův Dvůr (č. 2)
- PK Zdice (č. 3)
- PK Chodouň (č. 4)
- PK Bavoryně (č. 5)
- PK Hředle (č. 6)
- PK Žebrák (č. 7)
- PK Libomyšl (č. 8)
- PK Lochovice (č. 9)
- PK Hořovice (č. 10)
- PK Komárov (č. 11)
- PK Čenkov (č. 12)

2. Podle schématu na obr. 1 jsou vytvořeny matice vzdáleností mezi předsedou povodňové komise obce s rozšířenou působností a předsedy povodňových komisí, v jednotlivých povodňových komisích mezi předsedou a členy povodňové komise ve dvou variantách, a to v čase zaměstnání a v mimo pracovní dobu. V závorce je uvedena velikost matice = počet obslužených vrcholů, předsedů resp. členů.

- P PK (12)
- PK ORP Beroun (19)
- PK města Beroun (37)
- PK Králův Dvůr (6)
- PK Zdice (10)
- PK Chodouň (7)

- PK Bavoryně (7)
  - PK Hředle (4)
  - PK Žebrák (8)
  - PK Libomyšl (5)
  - PK Lochovice (9)
  - PK Hořovice (9)
  - PK Komárov (7)
  - PK Čenkov (9)
3. Pro určení hodnoty minimální hamiltonovské kružnice je použit nejprve heuristický algoritmus a následně Littlův algoritmus. Z výsledků řešení jednotlivých použitých algoritmů představující hodnotu minimální HK je vytvořen graf trasy (není uvedeno, velké množství vytvořených grafů) mezi vrcholy a změřen průjezd vozidla touto trasou. Tento čas je bez obsluhy vrcholu (zazvonění, cesta ke dveřím člena PK, podání informace aj.), podle sdělení hlídky městské policie se jedná o cca 3-5 minut. Tento čas byl zprůměrován na 4 minuty na jeden vrchol.
4. Bylo vyšetřeno, ve kterých komisích nebude spojkou možné, při vyhlášení I. SPA, splnit časový limit jedné hodiny pro objížděku předsedů a členů povodňových komisí. V povodňových komisích kde tento limit nebyl splněn, bylo nutné zvolit jiné trasy pro případ výstrahy a jiné pro vyhlášení I. SPA. V PK bylo nutné vytvořit okruhy, které splnily časovou podmínku a v těchto okruzích byla Littlovým algoritmem zvolena nejkratší trasa mezi vrcholy. Nově vypočtená celková trasa byla porovnána (z hlediska délky) s původně vypočtenou trasou LA. Byly použity hodnoty minimální HK z výpočtu LA. Okruhy byly voleny v intravilánu obce, a extravilánu obce a dále na okruhy podle okresů nebo směrů. V P PK byly využity skutečnosti, že některá města si zřídila, v rámci boje s kriminalitou, nepřetržité služby městské policie, jejichž výbavou je radiové spojení v rámci IZS. Předseda PK je ve všech komisích starosta města, který je velitelem městské policie. Ale přesto bylo nalezeno řešení, kdy je zajištěna informovanost P PK do stanoveného limitu i bez použití radiového spojení. Protože všechny komise nemají k dispozici hlídku městské policie, proto tuto funkci spojky PK vykonává sám předseda PK. Ten podle nalezené cesty Littlovým algoritmem dojede k nejbližšímu členovi PK v intravilánu obce, který zajistí objížděku po členech v extravilánu obce, starosta pokračuje v objížděce členů PK intravilánu obce. Pokud je komise vícečlenná, zajistí tento člen jen vyhrazenou část extravilánové části, tak aby objížděka nepřesáhla časový limit. Následující člen PK, kontaktován starostou v rámci své objížděky, zajistí objížděku členů další části členů PK. HK bude tvořena z vrcholu *VI* k členovi PK a zde se bude dělit – trasa člena PK a trasa starosty, ukončena bude vždy ve výchozím vrcholu *VI* – viz tab. 1.
5. Obsluha vrcholů v intravilánu obce – pro PK, které nesplňují časový limit 1 hodina při vyhlášení I. SPA, byl proveden návrh obsluhy všech vrcholů grafu. Při dodržení časového limitu a podmínky obsluhy všech vrcholů jsou výsledné hodnoty minimálních HK vysoké, a proto je vhodné uvést i jiný návrh. Obsluhu vrcholů PK, které se nalézají v extravilánu, mohou příslušné obce zabezpečit jiným způsobem,



např. krizovým telefonem nebo již při kontaktování členů PK spojkou v rámci vydané výstrahy by se tento člen dostavil na pracoviště PK. Po vyřešení obslužnosti vrcholů (krizový telefon, nebo dostavení se na pracoviště PK), které se nacházejí v extravilánu, bude zajištěna obslužnost vrcholů v intravilánu obce. Tyto vrcholy budou z původního grafu vypuštěny a nově budou přepočteny výsledné trasy pro spojkou. Tímto řešením bude při vyhlášení I. SPA výsledná hodnota minimální HK nižší než při zajištění obsluhy vrcholů při výstraze od ČHMÚ – viz tab. 2.

#### 6. Zhodnocení a porovnání jednotlivých řešení.

Tab. 1 - Přehled hodnot minimálních HK PK

Č. PK	Místo pobytu	Heuristický algoritmus		Littlův algoritmus			
		km	t [h, min]	km	t [h, min]	Počet členů x 4 min	t celkem [h, min]
P PK	Zaměstnání	92,8	2:11	82,2	2:02	11x4	2:46
	Domov	106,57	2:28	87,2	2:10	11x4	2:54
PK ORP (PK 0)	Zaměstnání	7,68	0:22	6,65	0:19	6x4	0:43
	Domov	127,40	2:43	117,82	2:30	18x4	3:42
PK 1	Zaměstnání	4,7	0:15	4,15	0:14	4x4	0:30
	Domov	122,72	3:05	109,25	2:45	26x4	4:29
PK 2	Zaměstnání	14,8	0:33	13,9	0:29	4x4	0:45
	Domov	5,84	0:16	5,44	0:15	5x4	0:35
PK 3	Zaměstnání	91,14	1:26	87,64	1:19	5x4	1:39
	Domov	133,42	2:47	115,57	2:14	9x4	2:50
PK 4	Zaměstnání	3,15	0:10	3,09	0:10	5x4	0:30
	Domov	4,26	0:13	3,83	0:11	5x4	0:31
PK 5	Zaměstnání	9,274	0:19	9,25	0:19	6x4	0:43
	Domov	2,544	0:07	2,403	0:07	6x4	0:31
PK 6	Zaměstnání	0,801	0:03	0,801	0:03	3x4	0:15
	Domov	1,002	0:05	1,002	0:05	3x4	0:17
PK 7	Zaměstnání	14,77	0:29	14,77	0:29	5x4	0:49
	Domov	3,72	0:13	3,72	0:13	7x4	0:41
PK 8	Zaměstnání	45,45	0:52	45,05	0:51	4x4	1:07
	Domov	3,37	0:07	3,37	0:07	4x4	0:23
PK 9	Zaměstnání	57,8	1:07	53,94	0:59	7x4	1:27
	Domov	4,6	0:13	4,241	0:12	8x4	0:44
PK 10	Zaměstnání	47,89	0:50	47,74	0:49	8x4	1:21
	Domov	109,06	2:07	102,66	1:59	8x4	2:31
PK 11	Zaměstnání	59,1	1:03	57,18	0:59	6x4	1:23
	Domov	4,32	0:11	4,32	0:11	6x4	0:35
PK 12	Zaměstnání	5,14	0:14	4,83	0:10	5x4	0:30
	Domov	3,576	0:11	3,576	0:11	8x4	0:43

zdroj: (1)

Littlův algoritmus nám poskytuje optimální řešení a je vidět v tab. 1, že heuristikou nalezneme shodné řešení jen v 7 případech, jako v případě PK 6 zaměstnání, PK 6 domov, PK 7 zaměstnání, PK 7 domov, PK 8 domov, PK 11 domov, PK 12 domov.

V tab. 2 jsou povodňové komise, které nesplňovali časový limit při použití Littlova algoritmu. Jsou zde uvedeny časy průjezdů vozidla trasou, celkový čas při obsluze vrcholů podle okruhů. Do výsledného času je započten i čas strávený na cestě a obsluha vrcholu předcházejícího před vrcholem, který je počátečním vrcholem pro nový okruh. Pouze při využití radiového spojení se tento čas nezapočítává.

Tab. 2 - Přehled výsledků obsluhy všech vrcholů grafu

Č. PK	Místo pobytu	Způsob obsluhy	okruhy	t [h, min]	t celkem [h, min]	Výsledná hodnota min. HK – při t limitu [km]	Výsledná hodnota min. HK – bez t limitu [km]
P PK	zaměstnání	Radiové spojení	1.	0:22	0:30	106,62	82,2
			2.	0:28	0:44		
			3.	0:25	0:40		
		Bez rad. spojení	1.	0:35	0:59	118,7	82,2
			2.	0:36	0:56		
			3.	0:35	0:51		
	domov	Radiové spojení	1.	0:24	0:36	109,2	87,2
			2.	0:25	0:27		
			3.	0:39	0:51		
		Bez rad. Spojení	1.	0:35	0:51	126,1	87,2
			2.	0:20	0:46		
			3.	0:35	0:60		
PK ORP	Domov	1 spojka	1.	0:34	0:58	158,35	117,82
			2.	0:22	0:38		
			3.	0:46	0:60		
		2 spojka	1.	0:21	0:57		
			2.	0:45	0:59		
			3.	0:42	0:59		
PK 1	domov	1 spojka	1.	0:27	0:55	132,53	109,25
			2.	0:35	0:59		
		2 spojka	1.	0:21	0:57		
			2.	0:44	0:58		
			3.	0:26	0:54		
			4.	0:22	0:42		
PK 3	zaměstnání		1.	0:11	0:24	108,09	87,64
			2.	0:55	0:59		
			3.	0:26	0:30		
	domov		1.	0:17	0:42	142,07	115,57
			2.	1:21	1:35		
			3.	0:34	0:48		
			4.	0:22	0:42		
			5.	0:22	0:42		
PK 8	zaměstnání		1.	0:25	0:35	48,6	45,05



			2.	0:34	0:46		
PK 9	zaměstnání		1.	0:24	0:44	61,84	53,94
			2.	0:30	0:34		
PK 10	zaměstnání		1.	0:13	0:38	49,94	47,74
			2.	0:34	0:46		
	domov		1.	0:13	0:38	139,86	102,66
			2.	0:31	0:39		
			3.	0:48	0:60		
PK 11	zaměstnání		1.	0:13	0:29	59,38	57,18
			2.	0:44	0:60		

zdroj: (1)

Na základě výsledné hodnoty minimální HK při časovém limitu s porovnáním výsledné hodnoty HK bez časového limitu lze v komisích PK 11 zaměstnání, PK 10 zaměstnání, PK 9 zaměstnání a PK 8 zaměstnání využít možnosti obsluhy všech vrcholů bez použití krizových telefonů pro obsluhu vrcholů umístěných v extravilánu. Výsledná hodnota nalezené celkové minimální HK při obsluze všech vrcholů v časovém limitu je vyšší, protože je tvořena několika okruhy. Z nalezeného řešení vyplývá, že pokud člen PK má bydliště v takové vzdálenosti, že není možné najít trasu, po které by mohl být tento vrchol obsloužen v limitujícím čase, je nutné najít jiné alternativní řešení např. krizovým telefonem. Při kontaktu v rámci výstrahy od ČHMÚ spojkou, bude člen PK v kontaktu s předsedou PK, nebo se dostaví na pracoviště PK, aniž by vyčkal vyhlášení I. SPA.

Tab. 3 - Přehled výsledků obsluhy vrcholů grafu v intravilánu obce

Č. PK	Místo obsluhy	Okruh č.	Hodnota minimální HK [km]	t průjezdu [h, min]	Celkový t obsluhy [h, min]
PK ORP	domov	1.	17,05	0:34	0:58
		2.	6,23	0:21	0:45
PK 1	domov	1.	18,05	0:24	0:60
		2.	6,23	0:21	0:57
PK 3	zaměstnání	1.	3,39	0:11	0:23
PK 3	domov	1.	11,37	0:17	0:41
PK 8	zaměstnání	1.	18,65	0:25	0:33
PK 9	zaměstnání	1.	1,09	0:03	0:15
PK 10	zaměstnání	1.	4,04	0:12	0:36
PK 10	domov	1.	4,78	0:15	0:35
PK 11	zaměstnání	1.	4,98	0:13	0:29

zdroj: (1)

V komisi P PK nelze použít řešení obsluhy vrcholů nacházejícím se v intravilánu města, protože každý vrchol je pro předsedu PK ORP v extravilánu. Na základě získaných výsledků by bylo výhodnější u P PK, aby při výkonu funkce spojky, při výstraze od ČHMÚ zajistili, aby krizové telefony předsedů byly funkční

a předsedové sami v rámci těchto krizových telefonů navázali kontakt s předsedou PK ORP a při vyhlášení I. SPA si organizovali svolání své komise. Spojka povodňové komise vyslaná předsedou PK by v rámci výstrahy ČHMÚ o možném vyhlášení I. SPA zajistila obslužnost vrcholů (členů PK). Členové, kteří se zdržují v extravilánu obce (např. PK 3 domov – není možné v jednom z okruhů zajistit, aby člen PK splnil podmínku 1 hodiny), budou vybaveni těmito krizovými telefony a při informování spojkou dojde prověření funkčnosti spojení s předsedou PK. Tento člen bude řízen přes tento krizový telefon, nebo při informování spojkou se tento člen sám dostaví na pracoviště PK a vyčká na vývoj situace.

## ZÁVĚR

Článek se zabývá návrhem trasy pro funkci spojky povodňových komisí pro svolání předsedů a členů jednotlivých povodňových komisí na toku Litavka při vydání výstrahy od ČHMÚ a při vyhlášení I. SPA, kdy musí spojka PK předsedy a ten následně členy PK informovat do jedné hodiny. Povodňové komise musí zahájit v tomto termínu svou činnost.

V současné době je každý předseda PK vybaven krizovým telefonem. V případě výstrahy ČHMÚ by spojka (vyslaná z ORP) zajistila objížďku všech PK v souladu s výsledkem nalezené trasy Littlovým algoritmem. Při této objížďce v PK předsedů by spojka ověřila funkčnost spojení předsedy PK a předsedy PK ORP. Pokud by spojení bylo navázáno, odpadl by důvod zajišťovat objížďku spojky při vyhlášení I. SPA. Předseda PK by při vyhlášení I. SPA již organizoval svolání pouze své komise.

Spojka povodňové komise vyslaná předsedou PK by v rámci výstrahy ČHMÚ o možném vyhlášení I. SPA zajistila obslužnost vrcholů (členů PK). Členové, kteří se zdržují v extravilánu obce (např. PK 3 domov – není možné v jednom z okruhů zajistit, aby člen PK splnil podmínku 1 hodiny), budou vybaveni těmito krizovými telefony a při informování spojkou dojde k prověření funkčnosti spojení s předsedou PK. Tento člen bude řízen přes tento krizový telefon, nebo při informování spojkou se tento člen sám dostaví na pracoviště PK a vyčká na vývoj situace. Někteří členové PK (zařazení v intravilánových vrcholech) jsou v rámci výkonu svého povolání krizovými telefony dnes již vybaveni nebo pracují v IZS. Např. PK ORP i některých dalších PK již některým svým členům žijícím mimo intravilán města zajistila krizové telefony.

Povinnosti vytvořených objíždných tras a objíždných povinností pro funkci spojky pro jednotlivé členy PK (při vyhlášení I. SPA) by bylo nutné zapracovat do povodňových plánů jednotlivých obcí.

Nalezené trasy pro tyto komise znamenají úsporu v čase zefektivnění práce spojek PK a možnost, aby povodňová komise obce svou činností vykonávala v souladu se schváleným protipovodňovým plánem a pomohla v ochraně života, zdraví a majetku svým občanům při ohrožení povodní. Trasy a jejich řešení jsou za ideální situace provozu bez kongescí.

Zpracování dat bylo řešeno v rámci diplomové práce (1), kterou jsem vedla jako vedoucí diplomové práce.

Článek byl zpracován s podporou výzkumného záměru „Rozvoj metod návrhu a provozu dopravních sítí z hlediska jejich optimalizace“, (MSM6840770043).

## POUŽITÁ LITERATURA

- (1) JÍCHOVÁ, A. *Obchodní cestující pro svolání členů povodňových komisí na toku Litavka*, Praha: ČVUT v Praze Fakulta dopravní, diplomová práce, 2013
- (2) MOCKOVÁ, D. *Základy teorie dopravy, úlohy*, Praha: Vydavatelství ČVUT v Praze, 2007. 96 s., ISBN 978-80-01-03791-1
- (3) VOLEK, J., LINDA, B. *Teorie grafů – aplikace v dopravě a veřejné správě*, Pardubice: Univerzita Pardubice, 2012, 192 s., ISBN 978-80-7395-225-9
- (4) BAUDYŠ, K. - JANOŠ, V. *Hierarchické plánování v regionální dopravě*. In Telematika pro regionální dopravu 2007. Brno: KPM Consult, 2007, ISBN 978-80-239-9273-1.
- (5) PROCHÁZKOVÁ, D. - LÁNSKÁ, M. - MOCKOVÁ, D. *Impacts of The Failure of Selected Transport Infrastructure Elements*. Perner's Contacts. 2012, vol. 7, no. 4, p. 126-137. ISSN 1801-674X.
- (6) MĚSTO ZDICE (PAPEŽ, J.) *Povodňový plán Města Zdice*, Koordinace, Otovice, 2004
- (7) <http://maps.google.cz/>.