

2. PŘÍPOJOVÉ VAZBY PŘI ZPOŽDĚNÍ

V této kapitole je popsána teoreticky i na praktickém příkladu metodika stanovení optimální doby čekání přípojných vlaků (lze přiměřeně aplikovat i na ostatní prostředky VHD) při vzniku zpoždění u vlaku, který do místa přestupu přijede, z pohledu minimalizace časové újmy cestujících v obou přípojných vlacích.

2.1 *Souvislosti a význam tématu*

Výraznou zvláštností veřejné hromadné dopravy (VHD) je zajištění přestupních vazeb mezi jejími jednotlivými linkami (stejných nebo odlišných druhů dopravy nebo dopravců). Problematika provázanosti linek VHD je ve fázi přípravy jízdních řádů v ČR již dostatečně zvládnuta. Zásady operativního řešení návazností na zpožděné spoje při provozních mimořádnostech však jednoznačné nejsou.

Pro každý předpokládaný přestup může při zpoždění spoje nastat jedna z následujících situací:

- 1) Bude striktně dodržován jízdní řád návazných spojů. To znamená, že se zpoždění nebude přenášet na další spoje s pozitivním dopadem jak pro cestující v návazných spojích, tak pro dopravce. Na druhou stranu však dojde k ujetí přípoje, a tedy k delšímu čekání přestupujících cestujících.
- 2) Bude dodržena stanovená čekací doba návazných spojů. To povede ke vzniku zpoždění v návazných spojích s možností lavinovitého šíření po síti VHD, ale cestující budou považovat systém VHD (resp. IDS) za spolehlivý – budou předpokládat, že se ve většině případů dostanou do svého cíle jen s nepatrným zpožděním.

Obě výše popsané možnosti mají své výhody i nevýhody a vždy je určitá skupina cestujících poškozena. Univerzální rozhodnutí o správnosti té které varianty (ať při sestavě jízdních řádů nebo operativním řízení provozu) neexistuje – záleží na konkrétních případech. Bohužel ze strany objednatelů VHD (Ministerstvo dopravy, kraje), resp. organizátorů IDS, je stále více plošně požadováno nečekání na zpožděné přípoje. V důsledku snahy o zvýšení atraktivity VHD, a tedy mimo jiné o minimalizaci celkové cestovní doby v prostředcích VHD, se objednatelé VHD snaží o zkrácení doby potřebné na přestup mezi linkami VHD. Když však nastane zpoždění, tak to automaticky vede ke zvýšení pravděpodobnosti vzniku negativních důsledků této situace.

Proto je navržena metodika pro optimální řešení provozních mimořádností při přestupech mezi prostředky VHD, zejména mezi vlaky, která je popsána v kap. 2.3 až 2.5. Současný pohled na přípojové vazby mezi vlaky osobní dopravy na české železnici a zejména na jejich zachování při mimořádnostech uvádí kap 2.2.

2.2 *Přípojové vazby na železnici v ČR v současnosti*

Ve veřejné osobní železniční dopravě na území České republiky je mezi vlaky pevně stanoven systém přípojových vazeb. Léta prověřený a zažitý model, který se vyznačoval poměrně dlouhými čekacími dobami valné většiny spojů, byl od prosince 2008 pozměněn, a to zejména díky tlakům objednatelů dopravy na minimalizaci přenášení zpoždění. Ustanovení, jimiž se řídí délka čekací doby vlaků hlavního tuzemského dopravce v osobní železniční dopravě Českých drah, a.s., jsou uvedena ve služební pomůcce pro příslušný jízdní

řád „Čekací doby a opatření při zpoždění vlaků osobní dopravy“. S ohledem na zařazení téměř všech vlaků osobní dopravy ostatních dopravců do závazku veřejné služby jsou pravidla pro čekání mezi přípoji v podstatě všech dopravců obdobná.

Z pravidel pro zachování přípojových vazeb jsou dále uvedeny nejdůležitější zásady:

- Přípojnými vlaky jsou vlaky, kdy mezi příjezdem prvního vlaku a odjezdem druhého vlaku, tj. vlaku přípojného, existuje časový odstup nejvýše 60 min.
- Přípojnými vlaky nejsou vlaky:
 - opačného směru na téže trati (není-li výjimečně stanoveno jinak)
 - vlaky zastavující v různých stanicích nebo zastávkách téže obce
 - vlaky, u nichž není dodržena doba potřebná na přestup z prvního vlaku a přestupní doba je uvedena v knižním jízdním řádu
 - vlaky, u nichž je v knižním jízdním řádu poznámka „není přípoj mezi vlaky“
- Základní výměra čekací doby je stanovena pro vlaky kategorie EC, IC, SC, EN a Ex na 0 min, pro vlaky Os, Sp a R na 5 min. Základní čekací doba platí vždy, není-li příslušnou služební pomůckou stanoveno jinak. Odchylná čekací doba může být buď delší (u silných přestupních vazeb s dlouhým intervalem na přípojovém rameni, u posledních spojů daného dne), nebo naopak kratší. V tomto případě přichází v úvahu varianta „vlak nečeká na žádné přípoje“ nebo „vlak čeká na zpožděné vlaky, které dojedou do času jeho pravidelného odjezdu“⁴. Do hodnoty čekací doby není zahrnuta přestupní doba, která začíná plynout v okamžiku zastavení prvního vlaku. Druhý (přípojný) vlak může odjet teprve po uplynutí přestupní doby, dříve jen tehdy, je-li bezpečně zjištěno, že byl přestup ukončen.
- O změnách ve stanovené čekací době, tj. o jejím zkrácení, není-li přestupní frekvence, nebo výjimečným prodloužením, rozhoduje výhradně dispečerský aparát.

2.3 Objektivní újma cestujících při zpoždění spoje

Při každé přestupní vazbě, jejíž zachování je ohroženo zpožděním spoje, od něhož je přestup naplánován, se střetávají zájmy dvou skupin cestujících: Na jedné straně budou výrazně poškozeni cestující vyčkávající v přestupním bodě v dopravním prostředku na opožděný spoj a nastupující v nácestných zastávkách do zpožděného spoje (skupina „odjezdová“). Na druhé straně je způsobena újma cestujícím, kteří přijíždějí do přestupní stanice v opožděném spoji (skupina „příjezdová“) a ztráta přípoje pro ně znamená další (většinou výrazný – dle intervalu a počtu dalších přestupů) nárůst zpoždění v cílové zastávce.

Pro porovnání obou naznačených krajních případů byla navržena veličina, která v podstatě představuje souhrnný ztrátový čas cestujících z jedné nebo z druhé skupiny. Spočte se pro obě skupiny cestujících jako součin doby jejich čekání a součtu součinnů počtu osob, cestujících stejnou celkovou cestovní dobu, a koeficientu citlivosti cestujícího na zpoždění – viz výraz (1).

$$F = t_{cek} \cdot \sum_{(j)} O_j \cdot c_j \quad (1)$$

⁴ Přestup je umožněn pouze z vlaků, které dojedou nejpozději v čase pravidelného odjezdu přípojného vlaku. Ten následně vyčká uplynutí přestupní doby, tzn. nejvyšší hodnota zpoždění zapříčiněná přestupní vazbou odpovídá přestupní době.

kde: F – újma vzniklá cestujícím zpožděním [os·min]
 O_j – počet osob ve skupině j , cestujících stejnou celkovou cestovní dobu [os]
 t_{cek} – doba čekání (podrobněji vysvětlena dále) [min]
 c_j – koeficient citlivosti cestujícího skupiny j na zpoždění [-]: $0 < c_j < 1$

Koeficient citlivosti na zpoždění c byl do výrazu zařazen proto, že subjektivní negativní vnímání zpoždění cestujícím závisí především na jeho celkové cestovní době. Při praktickém použití popsaného matematického aparátu se dá předpokládat, že bude při vzniku mimořádnosti personálem dopravce možné odhadnout dobu čekání, počty cestujících i jejich trasu cesty (tedy rovněž cestovní dobu), ovšem koeficient c musí být známý již před vznikem takové situace. Byla vytvořena hypotéza, že tolerance cestujícího na délku zpoždění C roste s dobou přepravy podle tzv. logistické funkce⁵ – viz výraz (2).

Aby dosažení míry tolerance do funkce újmy cestujících ze zpoždění F odpovídalo logice skutečnosti (funkce F nabývá tím větších hodnot, čím je větší negativní vliv ze zpoždění na cestující), je nutné provést převod z veličiny míra tolerance na proměnnou koeficient citlivosti cestujícího podle vztahu (3). Teoretický průběh funkcí (2) a (3) a zároveň vztah mezi nimi dokresluje graf 1 (umístěný na konci kapitoly 2).

$$C = \frac{q}{1 + b_0 \cdot b_1^{t_{celk}}} \quad (2)$$

$$c = 1 - C \quad (3)$$

kde: C – míra tolerance zpoždění cestujícím [-]: $0 < C < 1$
 c – koeficient citlivosti cestujícího na zpoždění [-]: $0 < c < 1$
 q – horní asymptota logistické funkce [-]: $q = 1$
 b_0 – parametr logistické funkce [-]: $b_0 > 1$
 b_1 – parametr logistické funkce [-]: $0 < b_1 < 1$
 t_{celk} – celková cestovní doba cestujícího [min]

Určení obou neznámých parametrů logistické funkce b_0 a b_1 je možné pouze na základě regresní analýzy výsledků průzkumu mezi cestujícími. Proto byla v rámci řešení projektu výzkumu a vývoje MD, jehož jedním z výstupů je tato metodika, vytvořena anketa pro cestující vlakem v ČR a na Slovensku, jejímž hlavním výsledkem jsou průběhy regresních logistických funkcí pro tři různé případy zpoždění. Se závěry hledání parametrů b_0 a b_1 budou čtenáři seznámeni v kap. 2.4.

2.3.1 Mezní čekací doba

Při učení mezní doby zpoždění, při které se z hlediska újmy cestujících vyplatí ještě čekat v přestupním bodě na zpožděný spoj, se vychází z porovnání funkce F ve dvou extrémních případech. První krajní situace nastane tehdy, když v přestupním bodě nebude přípojný spoj nikdy čekat. V tom případě budou cestující ve spoji, který do přestupního bodu přijel (skupina „příjezdová“), čekat na další spoj návazné linky dobu t_{cek} , která je rovna linkovému (příp. traťovému) intervalu navazující linky VHD zkrácenému o zpoždění, tj. čas zbývající do pravidelného odjezdu navazujícího spoje. K druhému meznímu případu dojde tehdy, když naopak přípojný spoj čeká vždy na příjezd spoje, pro nějž je přípojem. Pak je

⁵ Logistická funkce se používá pro popis výkonnosti technického systému nebo poptávky po drahém spotřebním zboží v čase. Jde o dvě exponenciály spojené v inflexním bodě v hladkou křivku ve tvaru písmene „S“, která má dvě vodorovné asymptoty. Funkční hodnoty logistické křivky se zvyšují nejprve pozvolna, v okolí inflexního bodu rostou velmi výrazně, poté významně na růstu ubírají a pomalu se přibližují k horní asymptotě.

postižena skupina „odjezdová“ a dobou čekání t_{cek} je pro ni právě doba zpoždění spoje, na nějž se čeká v přestupním bodě, protože o tento čas déle musí cestující této skupiny setrvat v dopravním prostředku VHD.

Upřesněná podoba výrazu (1) tedy odpovídá vztahům (4) a (5).

$$F_{prij} = (i - t_z) \cdot \sum_{(j)} O_j \cdot c_j \quad (4)$$

$$F_{odj} = t_z \cdot \sum_{(k)} O_k \cdot c_k \quad (5)$$

kde: F_{prij} – újma vzniklá „příjezdové“ skupině cestujících [os·min]
 F_{odj} – újma vzniklá „odjezdové“ skupině cestujících [os·min]
 i – linkový interval přípojně linky (příp. traťový interval) [min]
 t_z – doba zpoždění [min]: $t_z < i$

Mezní doba zpoždění se tedy spočte z rovnosti pravých stran výrazů (4) a (5), a získá tak podobu vztahu (6):

$$t_{z,lim} = \frac{\sum_{(j)} O_j \cdot c_j}{\sum_{(j)} O_j \cdot c_j + \sum_{(k)} O_k \cdot c_k} \cdot i \quad (6)$$

kde: $t_{z,lim}$ – mezní doba zpoždění [min]

Výraz (6) lze interpretovat tak, že mezní doba zpoždění je takovým dílem intervalu přípojně linky, který je roven podílu redukovaného počtu cestujících (počet cestujících násobený koeficientem citlivosti cestujících na zpoždění) „příjezdových“ na celkovém počtu cestujících v obou spojích (tj. „příjezdovém“ i „odjezdovém“).

2.4 Anketa pro cestující

Anketa pro cestující probíhala jednak od 2. 7. 2008 do 11. 1. 2009 přes formulář na internetové stránce projektu, a jednak v červnu a červenci 2009 ústním dotazováním v železničních stanicích a zastávkách v Praze a okolí.

2.4.1 Obsah dotazníku

Dotazník byl složen ze tří částí; elektronická verze a ústní se mírně lišily z důvodu rozdílných časových možností respondentů a kvůli nemožnosti přímého kontaktu kvalifikované osoby, která může otázku dovysvětlit, v elektronické verzi ankety.

V první části ankety byly od respondenta získávány údaje o jedné jím vybrané trase, kterou vlakem absolvuje. Data získaná z této části dotazníku byla zejména použita jako vysvětlující proměnné pro regresní a korelační analýzu. Byla zjišťována trasa vybrané cesty, její cestovní doba (korigovaná následně podle jízdního řádu), účel a četnost. Otázka pátá zjišťovala počet přestupů, které musí cestující na zvolené trase za běžného provozu uskutečnit.

Šestá otázka, začínající druhou část dotazníku, se ptala respondenta na potřebnou velikost zkrácení času přepravy na jeho cestě, aby byl ochoten pravidelně kvůli tomu jednou navíc přestupovat. Sedmá otázka zjišťovala mezní četnosti různě dlouhých zpoždění na dané trase, které ještě cestujícího neodradí od další jízdy. Otázka osmá obdobně hledala nejvyšší tolerované zpoždění příjezdu do cílové stanice z důvodu ujetí přípojně vlaku. Dotaz devátý se podobně snažil vysledovat míru akceptace zpoždění v případě, že cestující sedí ve vlaku,

který čeká na zpožděný přípoj. Poslední, třetí část ankety se soustředila na osobní údaje o respondentovi (rok narození a pohlaví), pokud je chtěl uvést.

Cílem této publikace není seznámit čtenáře s kompletními výsledky anketního průzkumu mezi cestující veřejností, ale pouze s parametry funkcí míry tolerance zpoždění cestujícím. Podrobné výsledky dotazníkového šetření mezi cestujícími a způsob získání údajů pro stanovení parametrů logistické funkce jsou předmětem článků publikovaných v rámci projektu výzkumu a vývoje.

2.4.2 Výsledky regrese tolerance zpoždění na cestovní době

Ankety se zúčastnilo celkem 404 cestujících, z nichž 78 % vyplnilo internetovou verzi dotazníku. Výsledky regresní analýzy, vč. charakteristiky její kvality indexem determinace I^2 , lze nalézt v Tab. 2.1 a v grafech 2, 3 a 4 (umístěných na konci kapitoly 2).

Označení v Tab. 2.1 odpovídá značení v kapitole 2.3. Jedním z parametrů, kterým byla hodnocena kvalita zjištěných regresních funkcí, je index determinace I^2 , který může nabývat hodnot $\langle 0; 1 \rangle$, resp. $\langle 0; 100 \rangle$ %, a jehož zvyšující se hodnota ukazuje na více výstižnou regresní funkci; aby byla regresní funkce považována za kvalitní obraz zpracovávaných dat, je jeho hodnota obecně požadována větší než 0,5, resp. 50 %. V grafech 2, 3 a 4 znázorňují body spočtené hodnoty míry tolerance zpoždění cestujícím C_i a silná křivka představuje zjištěnou regresní logistickou křivku s parametry podle Tab. 2.1.

Tab. 2.1 – charakteristiky regresní logistické funkce míry tolerance zpoždění na celkové cestovní době

| otázka č. | charakteristika zpoždění | b_0 | b_1 | I^2 [%] |
|-----------|--------------------------|---------|-------|-----------|
| 7 | zpoždění v cíli cesty | 11,530 | 0,993 | 39,68 |
| 8 | ujetí přípojného vlaku | 236,592 | 0,987 | 35,03 |
| 9 | čekání na přípojný vlak | 31,912 | 0,989 | 54,99 |

Jako nejlépe vysvětlená se jeví citlivost při čekání na přípojný vlak, i když její index determinace přesahuje mez 50 % jen mírně. Závislosti ve zbývajících dvou případech nebyly regresí vysvětleny tak kvalitně, i přesto dávají alespoň hrubou představu o trendu závislosti.

2.5 Praktické použití metodiky

V této podkapitole bude na konkrétním případě demonstrováno praktické použití výše popsané metodiky pro rozhodování o optimální době čekání na zpožděný přípoj v přestupním uzlu VHD. Následující situace vychází z údajů platných pro GVD 2008/2009 po 2. změně.

Byla vybrána žel. stanice Česká Lípa hl. n. v severních Čechách, do níž jsou zaústěny jednokolejné tratě Liberec – Česká Lípa hl. n. – Děčín východ a Bakov nad Jizerou – Česká Lípa hl. n. – Jedlová a která je přípojnou stanicí pro trať do Lovosic. Podle jízdního řádu má do této stanice každý den v 16:21 přijet rychlík R 1163 dálkové železniční linky Ústí nad Labem hl. n. – Děčín hl. n. – Česká Lípa hl. n. – Liberec. Přípojem je pro tento vlak rychlík R 1117 linky Rumburk – Česká Lípa hl. n. – Nymburk hl. n. – Kolín s pravidelným odjezdem v 16:24. Přestupní doba mezi zmíněnými dvěma vlaky činí podle služební pomůcky Českých drah 3 min.

Pokud má možnost výpravčí nebo dispečer ovlivnit dobu čekání R 1117 (tzv. druhý, přípojný vlak) v případě zpoždění R 1163 (tzv. první vlak) a chce (nebo musí) přihlídnout k časové újmě cestujících obou vlaků, nechá si od vlakového doprovodu obou vlaků zjistit

trasu jízdy cestujících obou vlaků, přičemž z vlaku R 1163 ho zajímají pouze cestující přestupující na R 1117. Příklad získaných údajů ukazuje Tab. 2.2. Při praktickém použití by v mnoha případech bylo zdoluhavé zadávat do dalšího výpočtu přesnou trasu každého cestujícího, a tak je samozřejmě možné při minimálním zkreslení výsledku podobné relace sdužit do jednoho záznamu. Získávání údajů o cílové stanici cestujících a jejich předávání dispečerovi osobní dopravy v případě rozhodování o čekání návazného spoje při přestupu probíhá i v současnosti.

Tab. 2.2 – Počet cestujících a trasa jejich cesty ve vlacích R 1163 a R 1117 v modelovém příkladu, určeném pro demonstraci popisované metodiky

| R 1163 | | | R 1117 | | |
|-------------|---|------------------|-------------|---|------------------|
| počet cest. | trasa jejich cesty | celk. cest. doba | počet cest. | trasa jejich cesty | celk. cest. doba |
| 5 | Ústí n. Lab. hl. n. – Doksy | 1:12 | 10 | Č. Lípa hl. n. – Doksy | 0:19 |
| 4 | Děčín hl. n. – Mšeno | 2:25 | 14 | Č. Lípa hl. n. – Ml. Boleslav hl. n. | 0:56 |
| 2 | Děčín hl. n. – Poděbrady | 2:10 | 4 | Svor – Nymburk hl. n. | 2:00 |
| 4 | Benešov n. Pl. – Č. Třebová | 3:10 | 12 | N. Bor – Ml. Boleslav hl. n. | 1:24 |
| 6 | Benešov n. Pl. – Ml. Boleslav hl. n. | 1:20 | 4 | Rybniště – Kolín | 2:42 |
| | | | 3 | Krásná Lípa – Brno hl. n. | 4:59 |
| | | | 2 | Rumburk – Pardubice hl. n. | 3:25 |

Následně odpovědný zaměstnanec (výpravčí, dispečer) s využitím softwaru (IDOS) nebo na základě vlastních znalostí přiřadí jednotlivým trasám cestujících jejich celkovou cestovní dobu (tzn. cestovní dobu nikoli z místa přestupu do cíle cesty, ale celé cesty) podle jízdního řádu. Počet cestujících a jejich celkovou cestovní dobu ze zpožděného vlaku (tzv. skupina „příjezdová“ – konkrétně R 1163) i vlaku návazného (tzv. skupina „odjezdová“ – konkrétně R 1117) poté příslušný pracovník vloží do internetového formuláře umístěného na webových stránkách projektu výzkumu a vývoje, jehož výstupem je tato metodika (<http://stanice.fd.cvut.cz>). Doplní také interval (linkový, příp. traťový – viz dále) navazujícího přípoje, tzn. za jak dlouho podle jízdního řádu pojedou ve stejné trase a stejnými místy zastavení nejbližší vhodný vlak.⁶

Formulář zhruba koresponduje s Tab. 2.3 a je v něm pochopitelně možné zadat libovolný počet skupin cestujících se stejnou celkovou cestovní dobou v obou vlacích. Označení veličin se shoduje se vztahy v podkapitole 2.3. Hodnoty parametrů logistických funkcí b_0 a b_1 jsou předvyplněny, ale je možné je změnit – např. podle vlastních průzkumů. Po stisknutí tlačítka „Vypočítat“ získá uživatel on-line aplikace mezní dobu zpoždění prvního vlaku $t_{z,lim}$ (v podobě podílu z intervalu druhého vlaku – přípoje i absolutní hodnoty) a, jestliže zadá pravidelný příjezd prvního vlaku do stanice i odjezd přípojného (druhého) vlaku a přestupní dobu mezi těmito vlaky, přesný čas, který této mezní době zpoždění odpovídá.

Pro údaje ve výše popsaném příkladu vyšlo, že v žst. Česká Lípa hl. n. činí mezní doba zpoždění tzv. prvního vlaku R 1163, po kterou se ještě na něj vyplatí čekat tzv. druhým,

⁶ Při rutinním používání popisované metodiky je vhodné, aby byla přímo propojena s aplikací na vyhledávání spojení pro cestující, resp. počítající celkové cestovní doby, protože v opačném případě manuální určování cestovních dob zabírá příliš mnoho času.

přípojným vlakem R 1117, 32 % z linkového intervalu (rychlíky Rumburk – Česká Lípa hl. n. – Nymburk hl. n. – Kolín) dvě hodiny, tj. 38 min. Tato doba se zdá být na první pohled dlouhá, ale nutno poukázat na čtyři skutečnosti:

- 1) Pakliže 21 cestujících z R 1163 přestoupí do R 1117, zvýší jeho obsazenost o 43 %, což je velký podíl.
- 2) Byť je ve vlaku R 1117 více cestujících než v R 1163, jejich tzv. redukovaný počet (součin počtu cestujících a koeficientu citlivosti cestujících na zpoždění) tvoří pouze 90 % fyzického počtu cestujících, zatímco u R 1163 je to 98 %. Nízká hodnota redukovaného počtu cestujících u R 1117 je způsobena cestujícími, kteří cestují dlouhou dobu, a tudíž je jejich citlivost na zpoždění nižší než u cestujících, kteří se vydávají na cestu krátkou (viz např. graf 1). Problém nastává u cestujících, kteří se vydali v R 1117 do Pardubic a Brna a v R 1163 do České Třebové, protože ty čeká ještě přestup do EC 177 v žst. Kolín, kde by se musel také řešit problém čekání přípojného vlaku jedoucího z Berlína do Vídně. Obdobně čtyři cestující z R 1163 do Mšena musí přestoupit v žst. Mladá Boleslav hl. n. Z toho plyne, že problematiku čekacích dob v přestupních uzlech nelze v reálném provozu řešit pouze jako situaci v konkrétním bodě, ale je na ní nutno pohlížet jako na systémovou záležitost mající vliv na provoz na celé železniční síti včetně zohlednění hrozby rozvázání přípojových vazeb v dalších přestupních uzlech.
- 3) Cestující, kteří hodlají vystoupit v úseku Česká Lípa hl. n. – Bakov nad Jizerou (tj. v našem případě do Doks pět lidí z R 1163 a deset z R 1117), mohou místo R 1117 použít vlaku Os 6013, který jede pouze v uvedeném úseku, zastavuje ve všech stanicích a zastávkách, jeho pravidelný odjezd ze žst. Česká Lípa hl. n. je v 16:38 (tj. o 14 min později než R 1117) a pravidelný příjezd do Doks je v 17:03, což je „jen“ o 23 min později než načas jedoucím R 1117. Takto lze tedy zadání výpočtu mezní doby zpoždění úpravou počtu cestujících jednotlivých relací změnit jak tak, že pět cestujících z R 1163 využije Os 6013 do Doks v případě, že by přípojný R 1117 na R 1163 nečekal, tak také tak,

Tab. 2.3 – Zpracování a výsledek příkladu určení mezního zpoždění prvního vlaku v případě přípojové vazby s vlakem druhým (přípojným)

| | | | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|--|--|---|
| č. ot. 8 | $b_0 = 236,592$ | č. ot. 9 | $b_0 = 31,912$ | |
| ankety: | $b_1 = 0,987$ | ankety: | $b_1 = 0,989$ | |
| Skupina "příjezdová": | | Skupina "odjezdová": | | |
| vlak: R 1163 prav. příj.: 16:21 | | vlak: R 1117 prav. odj.: 16:24 | | |
| poř. č. skupiny cest. j [-] | počet cest. ve skupině O_j [os] | celková cestovní doba $t_{celk,j}$ [min] | koef. citlivosti cest. na zpoždění c_j [-] | reduk. počet cest. $O_j \cdot c_j$ [os] |
| 1 | 5 | 72 | 0,989 | 4,946 |
| 2 | 4 | 145 | 0,973 | 3,890 |
| 3 | 2 | 130 | 0,977 | 1,955 |
| 4 | 4 | 190 | 0,952 | 3,807 |
| 5 | 6 | 80 | 0,988 | 5,929 |
| suma | 21 | | | 20,527 |
| linkový interval i : | | 120 min | | |
| $t_{z,lim} =$ | $0,318 \cdot i =$ | 38 min | | |
| přestupní doba: | | 3 min | | |
| | | | | nejpozdější odjezd R 1117 v: 16:59 |
| | | | | čekat na příjezd R 1163 do: 16:56 |

že R 1117 se nechá zpozdít tak, že vyjede až po Os 6013, že Os 6013 vyjede podle svého jízdního řádu i s deseti cestujícími do Doks z R 1117 a že následně R 1117 předjede Os 6013 např. v žst. Doksy nebo Okna.

- 4) Jestliže se bude na řešený příklad pohlížet tak, že místo R 1117 může většina cestujících z R 1163 využít osobní vlak Os 6013 (viz bod 3), pak je možné zaměnit linkový interval za traťový, dosadit tedy za i hodnotu 14 min. Pak mezní doba zpoždění vlaku R 1163 vyjde 32 % ze 14 min, tj. 4 min. Aby tato změna pohledu na popisovaný příklad přesněji odrážela realitu, bylo by nutné rozdělit příklad v podstatě na případy dva: V prvním případě vybrat do skupiny „příjezdové“ ty cestující, kteří mohou po přestupu využít návazný vlak jiné linky (kategorie), přepočítat pro ně celkovou cestovní dobu při použití tohoto a návazných jiných vlaků, do skupiny „odjezdové“ zařadit cestující příslušného vlaku a změnit interval linkový na traťový. Do druhého případu použít do „příjezdové“ skupiny zbývající cestující ze zpožděného vlaku a ponechat interval linkový. Ze dvou výsledných hodnot mezní doby zpoždění pak vybrat tu, která bude výhodnější podle dalších hledisek (zejm. s ohledem na přenášení zpoždění dále po železniční síti).

2.6 Zhodnocení kapitoly

Řešení přípojových vazeb ve VHD při zpožděních jednotlivých spojů nabývá v ČR v souvislosti s rozvojem IDS a taktové dálkové železniční dopravy čím dál více na významu. Při rozhodování o tom, zda při zpoždění přípoje na něj čekat či nikoli, může pomoci v této kapitole popsaná metodika.

Výše uvedený postup zohledňuje pouze subjektivní pocity cestujících z pohledu jejich časové újmy a pouze ve dvou vlacích, které mají v dané stanici mezi sebou přípojovou vazbu. Při praktickém použití je tedy nutné zohlednit také přenášení zpoždění po železniční síti a provozní záležitosti (oběhy náležitostí apod.), a tudíž je zmíněný algoritmus nutné chápat pouze jako jedno z rozhodovacích kritérií. Proto musí do hry též vstoupit omezení nejvyšší přijatelnou čekací dobou stanovenou v pomůckách GVD, jež určí horní hranici, za níž již nebude brán ohled na hledisko citlivosti cestujících na zpoždění. Avšak stávající standardní čekací doby považují pro tento účel řešitelé za příliš malé.

Metodiku lze využít i při návrhu GVD, kdy lze na základě pravidelného sčítání cestujících dopravcem odhadnout přepravní proudy při přestupech a na základě toho v rámci optimální obsluhy území a provázanosti jednotlivých linek VHD stanovit čekací doby mezi přípoji.

I když vypovídací schopnost vytvořených regresních funkcí ani vzorek respondentů není ideální, neboť se index determinace neblíží 100 %, je možné výsledky průzkumu využít a případně v budoucnu při jiných příležitostech upřesňovat.

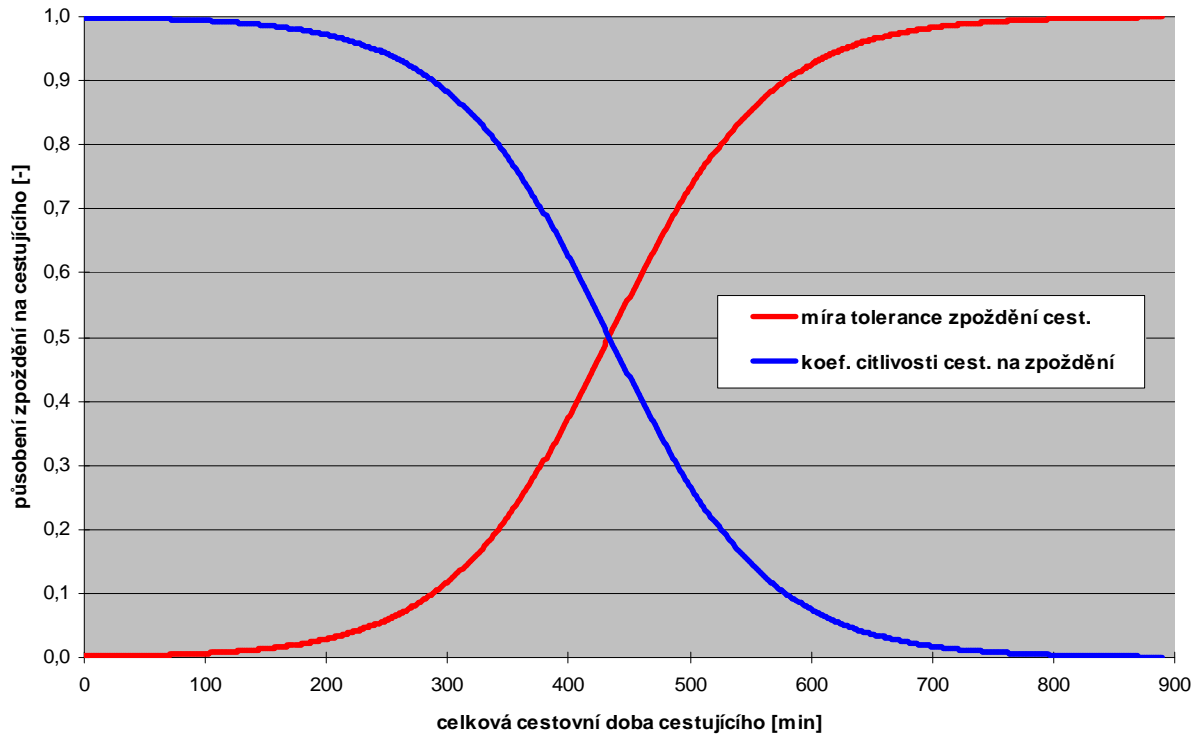
2.7 Literatura

- [1] Hindls, R. et al. Statistika pro ekonomy. Vydání 5. Praha : Professional Publishing, 2004. 415 s. ISBN 80-86419-59-2.
- [2] Jacura, M., Pöschl, D., Týfa, L. Hodnocení zpoždění a přípojových vazeb cestujícími v železniční dopravě. In *Verejná osobná doprava 2009*, s. 97–100. ISBN 978-80-89275-18-2.
- [3] Jacura, M., Týfa, L. Problematika čekacích dob a zastavování ve veřejné hromadné dopravě. In *Verejná osobná doprava 2007*, s. 125–130. ISBN 978-80-89275-09-0.

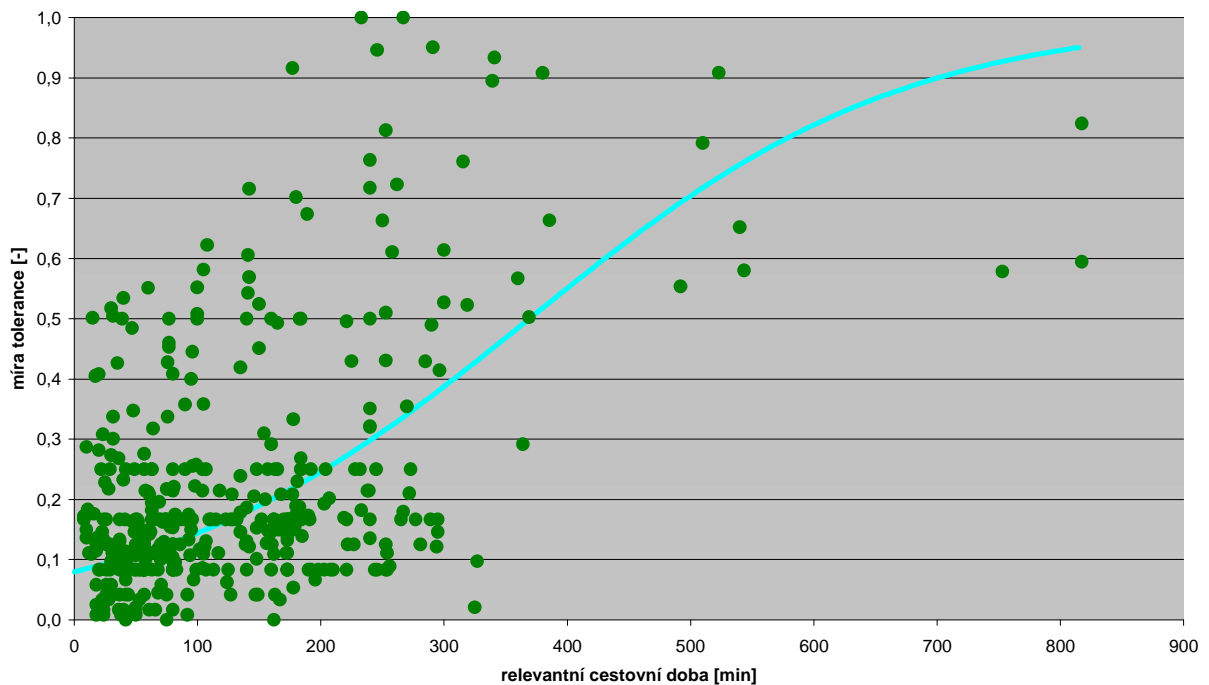
- [4] Řezánková, H. Analýza dat z dotazníkových šetření. Vydání 1. Praha : Professional Publishing, 2007. 212 s. ISBN 978-80-86946-49-8.
- [5] Služební pomůcka Českých drah, a.s., pro jízdní řád 2009/2010 „Čekací doby a opatření při zpoždění vlaků osobní dopravy“.

2.8 Poděkování

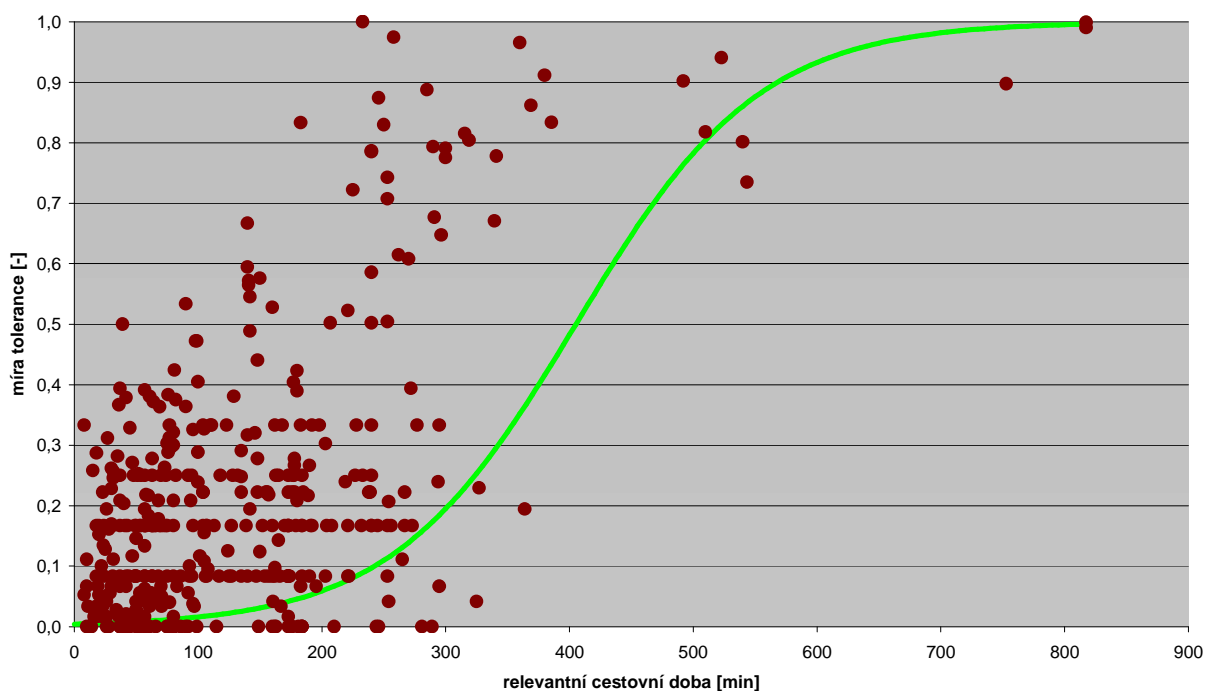
Na tvorbě dotazníku pro anketní průzkum mezi cestujícími spolupracovala *Mgr. Olga Nešporová* z Výzkumného ústavu práce a sociálních věcí v Praze a při jeho zpracování byl nápomocen *doc. Ing. Ivan Nagy, CSc.*, z Ústavu aplikované matematiky ČVUT v Praze Fakulty dopravní. Oběma kolegům patří poděkování za jejich ochotu a věnovaný čas.



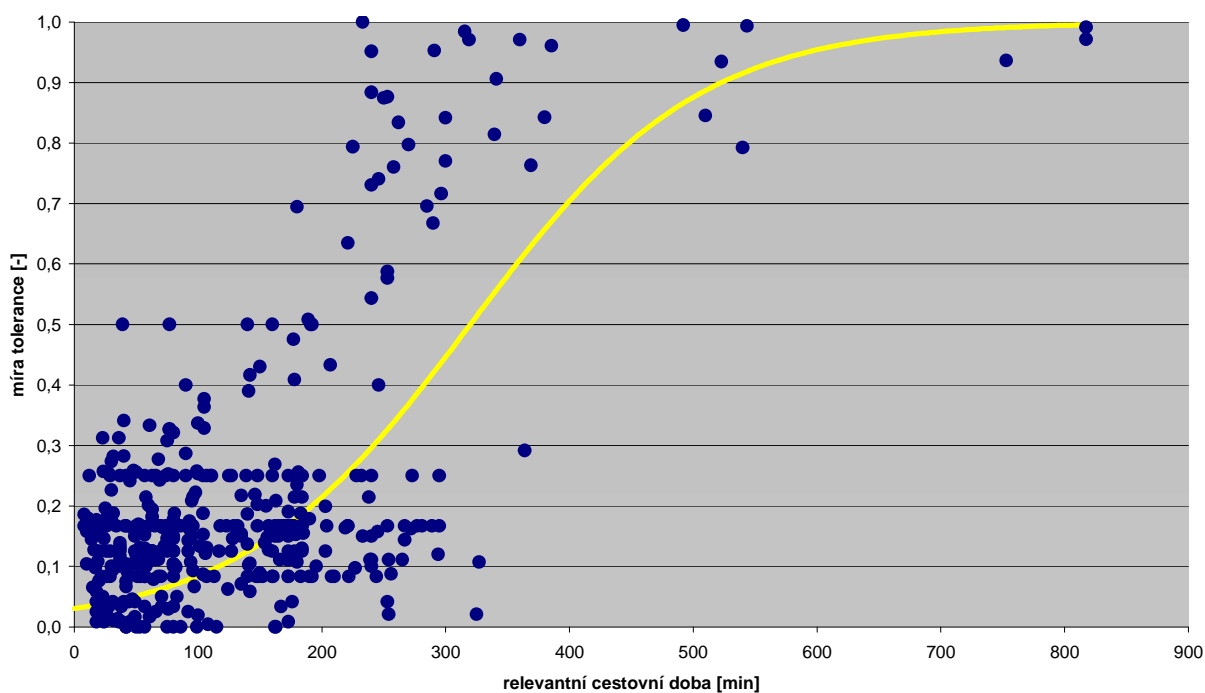
Graf 1: Teoretická závislost míry tolerance zpoždění cestujícím a koeficientu citlivosti cestujících na zpoždění – vztah mezi oběma funkcemi a průběh logistické funkce



Graf 2: Závislost míry tolerance cestujícího na zpoždění v cíli jeho cesty na jeho relevantní cestovní době (body – odpovědi z ankety, křivka – regresní křivka)



Graf 3: Závislost míry tolerance cestujícího na zpoždění při ujetí přípojného vlaku na jeho relevantní cestovní době (body – odpovědi z ankety, křivka – regresní křivka)



Graf 4: Závislost míry tolerance cestujícího na zpoždění při čekání na zpožděný spoj na jeho relevantní cestovní době (body – odpovědi z ankety, křivka – regresní křivka)