



ČVUT v Praze Fakulta dopravní
Ústav dopravních systémů



Projekt výzkumu a vývoje Ministerstva dopravy č. 1F82A/029/190

Návrh standardů uspořádání železničních stanic, zastávek a přestupních terminálů
na tratích mimo evropský železniční systém

VYHODNOCENÍ ANKETY MEZI CESTUJÍCÍMI O AKCEPTACI ZPOŽDĚNÍ A ROZVÁZÁNÍ PŘÍPOJOVÝCH VAZEB

VYHODNOCENÍ ANKETY MEZI CESTUJÍCÍMI O AKCEPTACI ZPOŽDĚNÍ A ROZVÁZÁNÍ PŘÍPOJOVÝCH VAZEB

DŮLEŽITOST POPISOVANÉ OBLASTI

Specifickou a zároveň velmi závažnou problematikou veřejné hromadné dopravy (VHD) je zajištění přestupních vazeb mezi jejími jednotlivými linkami (stejných nebo odlišných druhů dopravy) a jejich řešení při vzniku nepravidelností. V současnosti je v ČR vytváření návazností v přestupních uzlech doménou železniční dopravy a objevuje se v rámci integrovaných dopravních systémů (IDS). Tato skutečnost je cestujícími kladně hodnocena a mnohdy u nich rozhoduje o volbě druhu dopravy. Při provozních mimořádnostech jsou přestupní vazby obvykle po stanovenou dobu zachovávány, ale ze strany koordinátorů IDS, resp. objednatelů VHD (Ministerstvo dopravy, kraje), jsou však stále častěji zapracovávány do jízdních řádů požadavky na nečekání na zpožděné přípoje. Proto se členové řešitelského týmu snaží vyvinout metodiku pro optimální řešení provozních mimořádností při přestupech mezi prostředky VHD.

TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Řešitelé projektu nastínili teoretický základ řešení problematiky přestupních vazeb formálním stanovením mezní (optimální) čekací doby mezi přípoji při zpoždění spoje, na něž navazují spoje další.

Při určení čekací doby je zapotřebí hledat nejvyšší míru užitku, resp. nejmenší újmu, pro cestujícího. 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. Na druhé straně je způsobena újma cestujícím, kteří přijíždějí do přestupní stanice v opožděném spoji a ztráta přípoje pro ně znamená zpoždění v cílové zastávce v řádu minut až hodin (podle intervalu a počtu dalších přestupů). Pro porovnání obou naznačených krajních případů navrhli autoři funkci F , která získala matematickou podobu (1).

$$F = O \cdot t_{cek} \cdot c \quad (1)$$

kde: F – újma vzniklá cestujícím zpožděním [os·min]
 O – počet osob ve spoji, cestujících stejnou celkovou cestovní dobu [os]
 t_{cek} – doba čekání (podrobněji viz [1]) [min]
 c – koeficient citlivosti cestujícího na zpoždění [-]: $0 < c < 1$

Pro praktické využití vztahu (1) se jeví jako největší problém určení velikosti koeficientu c , jehož hodnota závisí na subjektivním pocitu každého cestujícího. Řešitelé vytvořili hypotézu, že tolerance cestujícího na délku zpoždění roste s dobou přepravy (čím kratší je celková cestovní doba, tím kratší zpoždění považují cestující za přijatelné) a že závislost mezi těmito veličinami se nejvíce podobá logistické funkci (tzv. S-křivka)¹. Potom určení velikosti koeficientu c odpovídá vztahům (2) a (3).

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

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

kde: C – míra tolerance zpoždění cestujícím [-]: $0 < C < 1$
 c – koeficient citlivosti cestujícího na zpoždění [-]: $0 < c < 1$

¹ Logistická funkce má mimo jiné tu výhodnou vlastnost, že jejím definičním oborem jsou všechna reálná čísla (i když pro naše potřeby bude čas přepravy pouze kladný, resp. nezáporný), zatímco oborem funkčních hodnot je otevřený interval $(0; q)$, kde q je horní asymptota funkce (v našem případě bude q rovno 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, a proto autoři v rámci řešení tohoto projektu vytvořili internetovou anketu pro cestující vlakem v ČR (i na Slovensku), jejíž vyhodnocení obsahuje následující kapitoly.

DOTAZNÍK PRO CESTUJÍCÍ

Anketa byla spuštěna na internetové stránce řešeného projektu <http://stanice.fd.cvut.cz> dne 2. 7. 2008 a vyplňování dotazníku bylo cestující veřejnosti umožněno až do 11. 1. 2009.

Anketní otázky

Dotazník pro cestující je složen ze tří částí a obsahuje celkem jedenáct většinou otevřených otázek.

V první části ankety jsou od respondenta zjišťovány údaje o jedné jím vybrané trase, kterou absolvuje (s různou pravidelností) vlakem. Získaná data z této části dotazníku jsou většinou použita jako vysvětlující proměnné pro regresní a korelační analýzu. V odpovědi na první otázku by měl cestující popsat trasu své nejčastější cesty vlakem a v druhé odpovědi pak napsat její cestovní dobu včetně přestupů podle jízdního řádu. Záznamy s nevyplněnou cestovní dobou jsou následně doplněny podle platného knižního jízdního řádu a obdobně jsou namátkově kontrolovány i hodnoty vyplněné. Pokud je na některé trase dosažitelná značně rozdílná cestovní doba (např. v důsledku použití různých kategorií vlaků nebo počtu přestupů), byla jako relevantní pro další úsudky stanovena hodnota nejběžnější nebo pro cestujícího nejvýhodnější. Uzavřená třetí otázka s možnostmi odpovědí uvedených v tab. 1 zjišťuje účel cesty dotazovaného a obdobně otázka čtvrtá zkoumá četnost této cesty (možné odpovědi viz tab. 2). Podle výběru slovně popsané možnosti četnosti cesty v otázce č. 4 pak respondent svoji odpověď upřesní číselným údajem o tom, kolikrát jede danou trasu za stanovenou jednotku času (týden, měsíc, rok). Takto druhotně vybraná jednotka času se pak zobrazuje v druhé části dotazníku. Otázka pátá zjišťuje počet přestupů, které musí cestující na zvolené trase za běžného provozu uskutečnit.

a) zaměstnání, škola	a) každý pracovní den (např. do zaměstnání)
b) služební cesta, pracovní schůzka, úřad, lékař	b) téměř každý týden (např. na chalupu)
c) nákupy, volnočasové aktivity	c) často, ale nepravidelně (např. na směny)
d) ostatní	d) málo (např. na pracovní schůzky)
	e) výjimečně, zřídka (např. na dovolenou)

tab. 1 – možné odpovědi na účel cesty

tab. 2 – možné odpovědi na četnost cesty

Druhá část dotazníku povětšinou zkoumá názor, resp. předpokládané chování, cestujícího na jím popsané cestě z první části dotazníku při provozních mimořádnostech. Šestá otázka se ptá respondenta na potřebnou velikost zkrácení času přepravy na jeho cestě, aby byl ochoten pravidelně kvůli tomu jednou navíc přestupovat. Sedmá otázka sonduje četností pěti různě dlouhých zpoždění na dané trase, které jsou ještě pro cestujícího akceptovatelné, aby ho neodradily od další jízdy na této relaci. Otázka osmá obdobně hledá nejvyšší tolerované zpoždění příjezdu do cílové stanice nebo zastávky z důvodu ujetí přípojného vlaku. Dotaz devátý se obdobně snaží vysledovat míru akceptace zpoždění v případě, že cestující sedí ve vlaku, který čeká na zpožděný přípoj. Odpovědi na otázky č. 7 až 9 jsou postaveny tak, že je pevně vymezeno pět časových údajů o délce zpoždění a

dotazovaný má vyplnit max. počet výskytu stanovené délky zpoždění za danou časovou jednotku, vycházející z odpovědi na otázku č. 4.

Poslední, třetí část ankety se soustředí pouze na dva osobní údaje o respondentovi (rok narození a pohlaví), pokud je chce v rámci odpovídání uvést. V případě, že má dotazovaný zájem se dozvědět výsledky celé ankety, může dále zadat adresu elektronické pošty, na níž mu autoři po uzavření a vyhodnocení ankety zašlou odkaz na výslednou zprávu. Tento kontaktní e-mail se ukládá do samostatné databáze a není provázán s žádnou z předchozích odpovědí, čímž je zajištěna anonymita respondentů.

Základní přehled o respondentech

V termínu od 2. 7. 2008 do 11. 1. 2009 odpovědělo na internetových stránkách projektu na anketní otázky 314 cestujících, z nichž 98 % uvedlo svoje pohlaví a z nich bylo 68 % mužů. Věk na sebe prozradilo 93 % respondentů, z nichž bylo 69 % ve věku 21 až 30 let (nejčastější hodnota byla 24 let). Aritmetický průměr věku dosáhl velikosti 29 let, 20% useknutý průměr² 26 let, medián (prostřední hodnota) 25 let a variační koeficient³ 39 %. Přehled o podílu mužů a žen v jednotlivých věkových kategoriích cestujících, kteří odpověděli na příslušné otázky, podává graf 1.

Nejčastější relevantní cestovní doba jedné cesty vybrané dotazovanými se pohybuje v rozmezí 20–99 min (51 % cest), modusem (nejčtenější hodnotou) je pak čas 80 min. Aritmetický průměr cestovní doby dosáhl velikosti 112 min, 20% useknutý průměr 104 min a medián 85 min. Detailní rozdělení četností cestovní doby je možné nalézt v grafu 2.

Četnost zadané cesty byla na základě odpovědi na otázku č. 4 přepočítána na množství uskutečněných cest za rok. Pokud dotazovaný zapsal počet cest za měsíc, pro přepočítání na rok se použil násobek 11 (předpokládá se jeden měsíc v roce bez cest v této relaci), a vyplněný počet cest za týden se ze stejného důvodu pro získání údaje za rok vynásobil 45. Tato veličina obsahuje data nejvíce nesourodá (dosahuje však také nejvyššího variačního rozpětí⁴) – nejčastěji respondenti cestují danou relací méně než 60krát za rok (tj. několikrát do měsíce – 50 % případů), výrazná je také roční četnost 81–100 jízd (28 % – cesty téměř každý týden tam i zpět) a nad 440 cest za rok (14 % záznamů – cesty téměř každý pracovní den tam i zpět). Aritmetický průměr četnosti cestování dosáhl velikosti 114 cest/rok, 20% useknutý průměr 87 cest a medián 61 cest. Podrobné relativní četnosti počtu cest za rok uvádí graf 3.

V úvodu ankety byli cestující dotazováni na účel své cesty – nejčastěji (56 %) se přepravují vlakem do zaměstnání nebo do školy. Podíl zbývajících možností účelu cesty prezentuje graf 4.

Pro větší vypovídací hodnotu ankety by bylo potřeba více cestujících ženského pohlaví. Vyrovnané spektrum respondentů podle věku by zajistilo více odpovědí od cestujících ve věku nad 30 let. Ale i praktickým pozorováním je možno soudit na to, že tato věková skupina, cestující zejména na studentské ubytovny, ve spektru všech cestujících ve vlacích na území ČR, převažuje. Rovněž pro cestovní dobu platí, že hodnoty nejsou příliš rovnoměrné (variační koeficient vychází 68 %), a bylo by proto žádoucí získat více údajů o delších cestách, trvajících zejména 100–159 min.

² Protože aritmetický průměr není rezistentní vůči extrémním hodnotám v souboru, je možné kromě kupř. mediánu použít k hledání typické hodnoty α % useknutý průměr, který se spočte jako prostý aritmetický průměr z nového souboru dat, který z původního vznikne vyloučením $\alpha/2$ % nejnižších a $\alpha/2$ % nejvyšších hodnot.

³ Variační koeficient je nejvýznamnější mírou relativní variability (proměnlivosti) hodnoceného statistického souboru a je definován jako podíl směrodatné odchylky a aritmetického průměru. Výsledkem je vždy bezrozměrné číslo, resp. po vynásobení stem vychází v procentech. Obecně může tato veličina nabývat všech reálných čísel a lze jí srovnávat proměnlivost hodnot v různých souborech.

⁴ Variační rozpětí je nejjednodušší mírou absolutní variability (proměnlivosti) hodnoceného statistického souboru, která je definována jako rozdíl mezi největší a nejmenší hodnotou sledovaného znaku v souboru.

Rozbor skupin odpovědí respondentů

Z podílu 25 % respondentů, kteří cestují 20krát za rok a méně, jich v rámci této skupiny 40 % cestuje z jiných důvodů, než byly v nabídce možností popsány. Naopak u skupiny cestujících absolvujících zvolenou trasu 81krát až 100krát za rok (tj. většinou každý týden tam a zpět), respektive 441krát až 460krát ročně (tedy téměř každý pracovní den tam a zpět), je nejčastějším důvodem cesta za prací a do školy – přesněji vždy z dané skupiny četností dosahuje podílu 79 %, resp. 86 %. Respondenti s týdenním dojížděním v dané relaci jsou většinou studenti, kteří cestují ze svého bydliště do středoškolských internátů a vysokoškolských kolejí a naopak. Zevrubný rozbor podílu cestujících podle jejich ročního počtu cest, rozdělený dále v každé skupině podle účelu jejich cesty, představuje graf 5.

Jestliže se provede rozbor relativní četnosti získaných odpovědí podle relevantní cestovní doby vybrané relace a zároveň podle účelu cesty, ve všech statistických třídách variačního rozpětí této veličiny jednoznačně převažují cesty za prací a do školy. O tom se lze přesvědčit pohledem na graf 6.

V otázce ankety č. 6 byl respondent tázán na potřebnou velikost zkrácení času přepravy na jeho cestě, aby byl ochoten pravidelně kvůli tomu jednou navíc přestupovat. Aby bylo možné porovnávat mezi sebou různě časově náročné cesty, byla spočtena ke každé odpovědi ankety veličina relativní zkrácení relevantní cestovní doby nutné pro ochotu cestujícího během jeho cesty jednou navíc přestupovat (dále jen zkráceně „relativní zkrácení cestovní doby za přestup navíc“) jako podíl odpovědi na otázku č. 6 ku příslušné relevantní cestovní době a následně byla převedena na procenta. Pokud relativní zkrácení cestovní doby za přestup bylo nulové (nevyplněná položka v dotazníku nebo zkrácení cestovní doby nemá pro daného cestujícího vliv na počet přestupů na jeho trase), nebyla tato odpověď brána v úvahu – takto bylo vyřazeno 20 % odpovědí na otázku zkrácení cestovní doby za přestup navíc. Jestliže naopak relativní zkrácení cestovní doby vycházelo rovné nebo větší než 100 % (požadované zkrácení bylo stejné nebo dokonce větší než vlastní relevantní cestovní doba), byla tato hodnota upravena na nejvyšší možnou logickou míru, tedy 99 %.

Z dále zpracovatelných výsledků relativního zkrácení cestovní doby za přestup navíc bylo zjištěno (jak dokládá graf 7), že 60 % cestujících stačí zkrácení o 10 % až 29 %, aby byli ochotni jednou navíc přestupovat. Z této skupiny cestujících 60 % cestuje za prací nebo do školy.

Při rozboru počtu přestupů mezi vlaky v relacích, které si dotazovaní zvolili, se ukazuje, že většinou nepřestupují vůbec (61 %) nebo jednou (30 %). Při ročním počtu cest do dvaceti 56 % cestujících nepřestupuje a 36 % přestupuje jednou, při absolvování 81–100 cest za rok 61 % cestujících použije jen jeden vlak a 32 % musí použít vlaky dva a při častém dojíždění (441krát až 460krát ročně) se absolvuje 79 % tras vyplněných v anketě pouze v jednom vlaku a 14 % tras ve dvou. Další údaje je možné vyčíst z grafu 8.

Posuzování počtu přestupů v závislosti na relevantní cestovní době jednotlivých cestujících lze provést z grafu 9. Z něj například vyplývá, že 51 % cestujících stráví na své cestě vlaky 20–99 min a v rámci této skupiny 78 % respondentů vůbec nepřestupuje a 22 % přestupuje jednou.

Jiný pohled na rozdělení relativního zkrácení cestovní doby za přestup navíc představuje graf 10. Ten například překvapivě ukazuje na to, že při ročním počtu cest do dvaceti je 48 % dotázaných z této skupiny ochotno jednou navíc přestoupit, pokud se jim jejich cesta zkrátí jen o 19 % a méně, a 30 % za předpokladu, že dojde ke zkrácení jejich cesty o 20–39 %. Při absolvování 81–100 cest za rok stačí z této skupiny 52 % respondentům zkrácení cestovní doby do 19 % včetně a 34 % cestujícím o 20–39 %. Ještě je zajímavé se zmínit o skupině odpovědí, která spadá do statistické třídy 441–460 cest za rok, neboť z nich plyne, že pouze 10 % respondentů stačí zkrácení o 19 % a méně, zatímco pro 50 %

dotazovaných je nutné zkrácení o 20–39 %. Při této příležitosti je však nutno zdůraznit, že z hodnocení byly vyřazeny odpovědi o nulové velikosti.

Další rozbor požadovaného relativního zkrácení cestovní doby za přestup navíc je možno shlédnout na grafu 11. Z něj lze kupříkladu vyčíst, že při relevantní cestovní době do 40 min požadují cestující zkrácení alespoň o 20 %, aby byli ochotni jednou navíc z vlaku do vlaku přestoupit. Od 140 min včetně do 160 min cestovní doby převažuje nutnost relativního zkrácení o 20–39 %.

Grafy 12 a 13 charakterizují skupiny odpovědí cestujících o relativním zkrácení cestovní doby za přestup navíc v jednotlivých kategoriích – graf 12 podle účelu cesty a graf 13 podle počtu cest za rok. S ohledem na účel cesty jsou průměrná odpověď i její směrodatná odchylka poměrně vyrovnané ve všech nabídnutých možnostech účelu cesty. U rozdělení podle počtu cest za rok je možno vysledovat při cestování 100krát ročně a méně nutné zkrácení cestovní doby za přestup navíc o průměrně 24 % a při intenzitě cestování více než 100krát za rok pak o 35 %.

Teoretické předpoklady pro analýzu závislosti tolerance zpoždění

Jak je uvedeno v závěru kapitoly „Teoretická východiska“, hlavním cílem ankety mezi cestujícími je určení konstant logistické funkce (2), která by měla určovat míru tolerance zpoždění cestujícími. Protože logistická funkce není lineární v parametrech, není možné při obecném určování všech tří jejích konstant q , b_0 a b_1 regresní analýzou použít jednoznačnou metodu nejmenších čtverců. Jelikož však v našem konkrétním případě máme předem nadefinovanou hodnotu $q = 1$ (viz výše), vytvořili členové řešitelského týmu substituci (4), kterou se logistická funkce transformuje na lineární funkci $C' = B_0 + B_1 \cdot t_{celk}$. Standardně se tedy nejprve metodou nejmenších čtverců určí hodnoty parametrů B_0 a B_1 a zpětnou substitucí se zjistí hodnoty konstant b_0 a b_1 .

$$C' = \log\left(\frac{1}{C} - 1\right); B_0 = \log b_0; B_1 = \log b_1 \quad (4)$$

Kvalita zjištěné regresní logistické funkce byla hodnocena především indexem determinace I^2 , který může nabývat hodnot $\langle 0; 1 \rangle$, resp. $\langle 0; 100 \rangle$ %, a jeho zvyšující se hodnota ukazuje na více výstižnou regresní funkci (udává podíl rozptylu závislé proměnné, který byl regresí vysvětlen). Drobným problémem při výpočtu indexu determinace v uvedeném případě, kdy je použito substituce, a tak není regresní funkce počítána přímo metodou nejmenších čtverců, je fakt, že aritmetický průměr skutečně zjištěných hodnot se nemusí shodovat s průměrem vyrovnaných hodnot, zjištěných regresní analýzou. Proto je vhodné (byť rozdíly proti klasickému výpočtu indexu determinace nejsou velké) použít vztah (5), který představuje podíl teoretického a empirického rozptylu.

Dalším použitým parametrem pro určení vypovídací hodnoty regresní funkce je střední čtvercová chyba odhadu (MSE)⁵, která dokládá tím lepší regresní funkci, čím více klesá k nule. Také byl pro každou regresi proveden tzv. celkový F-test analýzy rozptylu o vhodnosti vytvořeného modelu (kvalitativní test vyrovnání bodů regresní křivkou). Nulová hypotéza testu tvrdí, že vypočtená regresní funkce nemá žádnou vypovídací schopnost.

$$I^2 = \frac{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (5)$$

⁵ Střední čtvercová chyba odhadu (MSE) se používá především při analýze časových řad a při regresní analýze v podstatě odpovídá reziduálnímu rozptylu, tj. průměru čtverců odchylek skutečných hodnot od hodnot na regresní křivce.

- kde: I^2 – index determinace [-]
 n – počet hodnot regresního souboru [-]
 y_i – i -tá skutečně zjištěná hodnota
 Y_i – i -tá vyrovnaná hodnota zjištěná regresní analýzou

Aby bylo možné převést odpovědi respondentů na otázky č. 7–9 na veličinu odpovídající míře tolerance zpoždění C_i , která musí mimo jiné splnit požadavek na svůj rozsah v intervalu (0; 1), navrhli autoři vztah (6). Ve jmenovateli tohoto výrazu je nejvyšší celková doba zpoždění, kterou nabízí daná otázka v dotazníku (60 min pro otázku č. 7 a 9 a 90 min pro otázku č. 8), za časovou jednotku, která vychází z odpovědi respondenta na otázku č. 4 (týden, měsíc, rok). Jinými slovy, je to součet zpoždění při všech cestách za zvolenou časovou jednotku, když bude při každé cestě zpoždění nejvyšší v nabídnuté odpovědi. V čitateli vztahu (6) je v podstatě uveden skalární součin vektoru pevně stanovených pěti hodnot zpoždění $z t$ v příslušné otázce a vektoru nejvýše tolerovaných počtů výskytu daného zpoždění n za vybranou jednotku času. Jinak řečeno, jde o celkový součet mezního akceptovatelného zpoždění, zadaného respondentem, za danou časovou jednotku.

Celý výraz (6) tedy vyjadřuje podíl celkového zpoždění snesitelného pro dotazovaného ku nejvyššímu zpoždění nabídnutému v odpovědi na příslušnou otázku za zvolenou časovou jednotku. V některých odpovědích může nastat situace, kdy součet četností výskytu jednotlivých nabídnutých zpoždění překročí předtím cestujícím zadaný počet jeho cest za vybranou časovou jednotku. Pro tento případ (tedy pouze tehdy, když $\sum n_{i,j} > N_i$), jsou původně zadané četnosti akceptovatelného zpoždění $n'_{i,j}$ nahrazeny hodnotami ze vztahu (7), který zachová cestujícím zadaný poměr výskytu jednotlivých délek zpoždění, ale součet četností výskytů zpoždění bude roven počtu cest cestujícího N_i za danou časovou jednotku. Do výpočtu podílu jsou záměrně vneseny malé přírážky ε a $2 \cdot \varepsilon$, které zajistí při jakékoli kombinaci četností $n_{i,j}$ požadovaný výsledný interval veličiny C_i (bez krajních hodnot 0 a 1) a nedělení nulou, aniž by výrazně zkreslily výsledek. Pro každého cestujícího je hodnota C_i spočtena zvlášť třikrát, tedy samostatně z odpovědí na otázky č. 7, 8 a 9.

$$C_i = \frac{\varepsilon + \sum_{j=1}^k z t_j \cdot n_{i,j}}{2 \cdot \varepsilon + N_i \cdot \max_{j=1}^k (z t_j)} \quad (6)$$

$$n_{i,j} = \frac{n'_{i,j}}{\sum_{j=1}^k n'_{i,j}} \cdot N_i \quad (7)$$

- kde: C_i – míra tolerance zpoždění i -tým cestujícím [-]: $0 < C_i < 1$
 ε – záměrně vložená chyba (vysvětlení viz výše) [min]: $\varepsilon = 10^{-7}$ min
 $z t_j$ – j -tá doba zpoždění ve skupině k možností odpovědí [min]
 N_i – kolikrát i -tý cestující absolvuje danou cestu za zvolenou časovou jednotku [-]
 $n'_{i,j}$ – max. akceptovatelná četnost j -té doby zpoždění i -tým cestujícím z dotazníku [-]
 $n_{i,j}$ – upravená max. akceptovatelná četnost j -té doby zpoždění i -tým cestujícím [-]
 k – počet nabízených možností délky zpoždění v každé odpovědi [-]: $k = 5$

Výsledky regrese tolerance zpoždění na cestovní době

Na základě poznatků uvedených v předchozím textu byla provedena regresní analýza logistické závislosti míry tolerance zpoždění cestujícím na celkové cestovní době na jím vybrané trase. Výsledky této regresní analýzy, včetně charakteristiky její kvality, jsou uvedeny v tab. 3 a v grafech 14, 15 a 16. Označení v tab. 3 odpovídá vzorcí (2) a údajům v předchozí kapitole. Kvantil F-rozdělení pro porovnání s hodnotou testové statistiky F s 1 a

314-1-1 = 312 stupni volnosti $F_{0,95}[1; 312] = 3,871$. Testování nulové hypotézy (H_0) o nevhodném modelu regrese bylo prováděno na hladině významnosti 5 %. Čím je hodnota statistiky F^6 větší než kvantil F-rozdělení, tím je proložení skutečných hodnot posuzovanou regresní křivkou vhodnější. V grafech 14, 15 a 16 barevné body znázorňují spočtené hodnoty C_i podle vztahu (6), silná barevná křivka představuje zjištěnou regresní logistickou křivku s parametry podle tab. 3 a černá plná čára reprezentuje regresní přímku pro porovnání s křivkou logistickou.

ot. č.	charakteristika zpoždění	b_0	b_1	F^2	MSE	hodnota statistiky F	zamítnutí H_0
7	zpoždění v cíli cesty	16,604	0,993	36,09 %	0,014	103,539	ano
8	ujetí přípojného vlaku	337,950	0,990	0,93 %	0,038	1,472	ne
9	čekání na přípojný vlak	30,022	0,993	19,50 %	0,015	40,991	ano

tab. 3 – charakteristiky regresní logistické funkce míry tolerance zpoždění na celkové cestovní době

Při celkovém hodnocení kvality regresní logistické funkce je nutné konstatovat, že index determinace v žádném ze tří případů nepřesahuje velikost 0,5, resp. 50 %, tedy zjištěná data mají pro tyto regresní křivky sníženou výstižnost. Vypovídací hodnota logistické křivky hodnotící míru tolerance cestujícího na ujetí přípojného vlaku (otázka č. 8) je nadto minimalizována nezamítnutím nulové hypotézy o vhodnosti regresní funkce. V tomto případě dokonce dosáhl čtverec koeficientu korelace lineární regrese velikosti 5,26 %, a je tedy vhodnější než logistická křivka. V ostatních dvou případech je kvalita lineární regrese výrazně horší než logistická.

ZÁVĚR

Řešení přípojových vazeb ve VHD při zpožděních jednotlivých spojů je v současnosti v ČR čím dál více aktuální, a to v souvislosti s rozvojem IDS a taktové dálkové železniční dopravy, kdy se časy na přestup minimalizují a jednotlivé linky VHD jsou mezi sebou úzce provázány. Při rozhodování o tom, zda při zpožděném přípoji na něj čekat či nikoli může pomoci v příspěvku naznačená metodika, kterou hodlají autoři dále rozvíjet, zpřesňovat a upravit pro praktické použití. Mělo by jít totiž především o minimalizaci časové újmy všech cestujících, kterých se to v každém konkrétním případě dotýká.

K určení velikosti konstant v teoretickém vztahu bylo zapotřebí vytvořit anketu pro cestující veřejnost a z jejich výsledků se pokusit regresní analýzou tyto údaje určit. Kvalita získaných regresních funkcí však zatím není taková, aby je bylo možno prakticky využít. I když byla možnost vyplnění dotazníku pro cestující na internetu oficiálně ukončena, řešitelé projektu se pokusí v roce 2009 uspořádat anketu mezi cestujícími osobním dotazováním, čímž by se mimo jiné jednak mělo zabránit některým nelogickým odpovědím, a jednak má tazatel možnost vysvětlit respondentům případné nejasnosti. Dále tento způsob získávání odpovědí umožní cíleně se soustředit na skupiny cestujících, které jsou v průzkumu málo zastoupeny (ženy, cestující ve věku nad třicet let), aby byl vzorek dotazovaných reprezentativní. V neposlední řadě bude dále zkoumána možnost použití jiných tvarů regresních křivek a případně i dalších nezávislých proměnných či jejich kombinací.

⁶ Statistika F se určí jako podíl průměrného regresního součtu čtverců ku průměrnému reziduálnímu součtu čtverců. Průměrný regresní součet čtverců se spočte tak, že se regresní součet čtverců (součet druhých mocnin rozdílů regresí zjištěných hodnot od průměru naměřených hodnot) vydělí počtem parametrů regrese. Průměrný reziduální součet čtverců je definován tak, že se reziduální součet čtverců (součet druhých mocnin rozdílů regresí zjištěných hodnot od naměřených hodnot) vydělí počtem změřených hodnot (velikostí souboru), od nějž se ještě odečte počet parametrů regrese a číslo jedna.

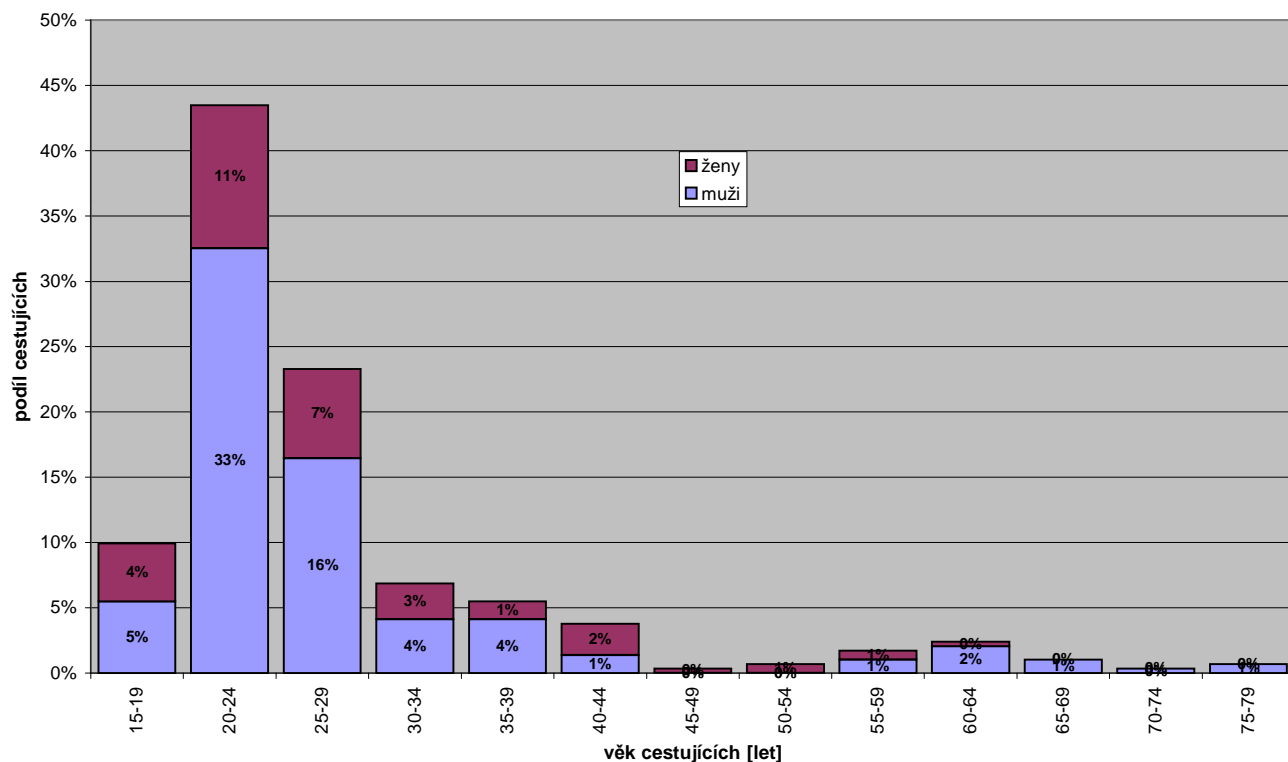
LITERATURA

- [1] JACURA, Martin, TÝFA, Lukáš. Problematika čekacích dob a zastavování ve veřejné hromadné dopravě. In *Verejná osobná doprava 2007*. Bratislava : KONGRES Management, 2007. S. 125-130. ISBN 978-80-89275-09-0.
- [2] JACURA, Martin, TÝFA, Lukáš. Akceptace zpoždění a rozvázání přípojových vazeb cestujícími v železniční dopravě. In *Verejná osobná doprava 2008*. Bratislava : KONGRES Management, 2008. S. 143-148. ISBN 978-80-89275-12-0.
- [3] HINDLS, Richard et al. *Statistika pro ekonomy*. Vydání 5. Professional Publishing, Praha 2004. 415 stran. ISBN 80-86419-59-2.
- [4] ŘEZÁNKOVÁ, Hana. Analýza dat z dotazníkových šetření. Vydání 1. Professional Publishing, Praha 2007. 212 stran. ISBN 978-80-86946-49-8.

PODĚKOVÁNÍ

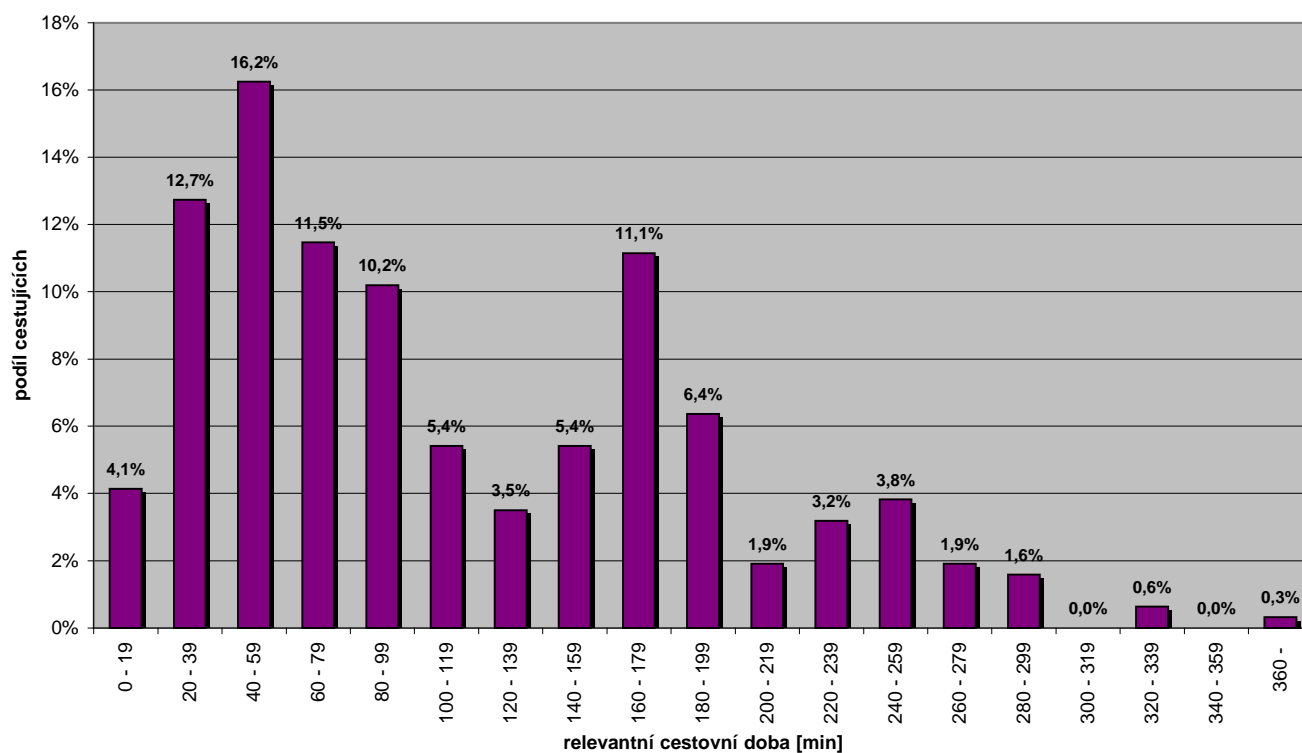
Na tvorbě dotazníku spolupracovala *Mgr. Olga Nešporová* z Výzkumného ústavu práce a sociálních věcí v Praze, při jeho zpracování byl nápomocen *doc. Ing. Ivan Nagy, CSc.*, z Ústavu aplikované matematiky ČVUT v Praze Fakulty dopravní a internetový formulář dotazníku naprogramoval *Bc. David Pöschl*. Všem jmenovaným kolegům patří poděkování za jejich ochotu a věnovaný čas.

Podíl pohlaví respondentů v jednotlivých věkových kategoriích



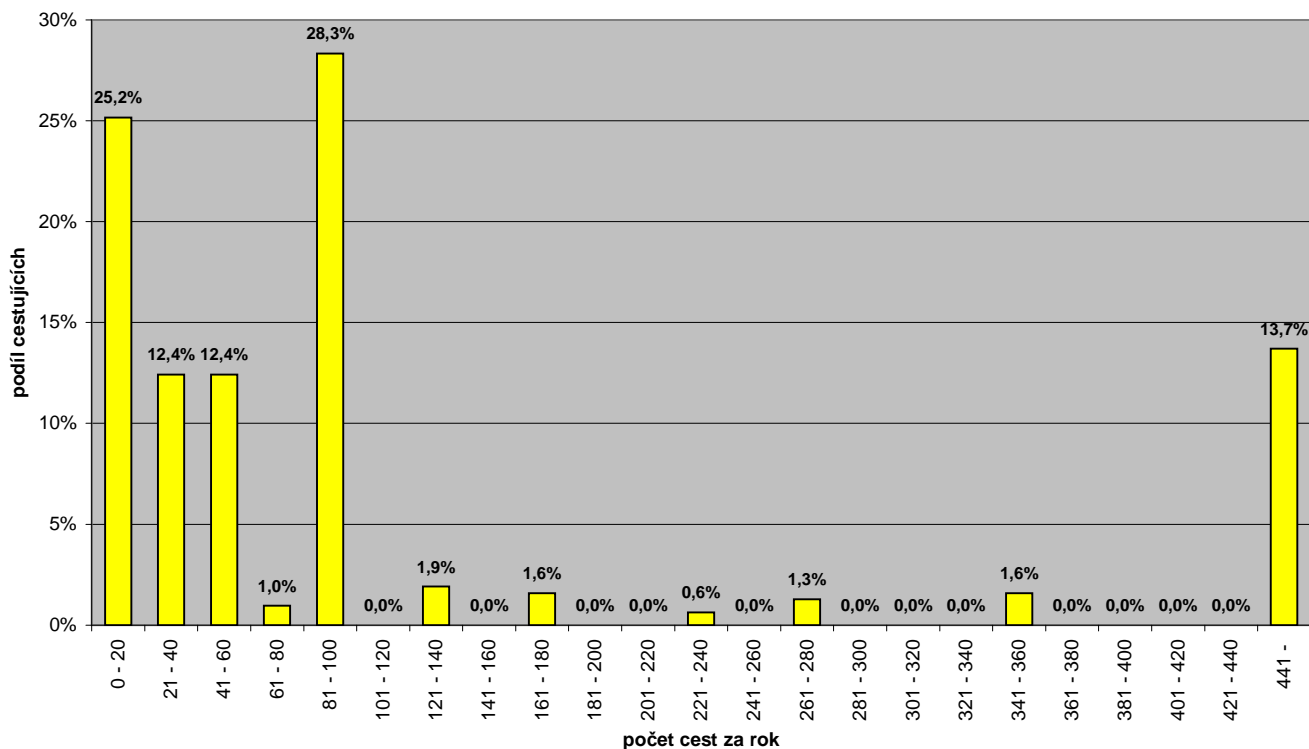
graf 1-věk dle pohlaví

Rozdělení cestujících podle jejich relevantní cestovní doby



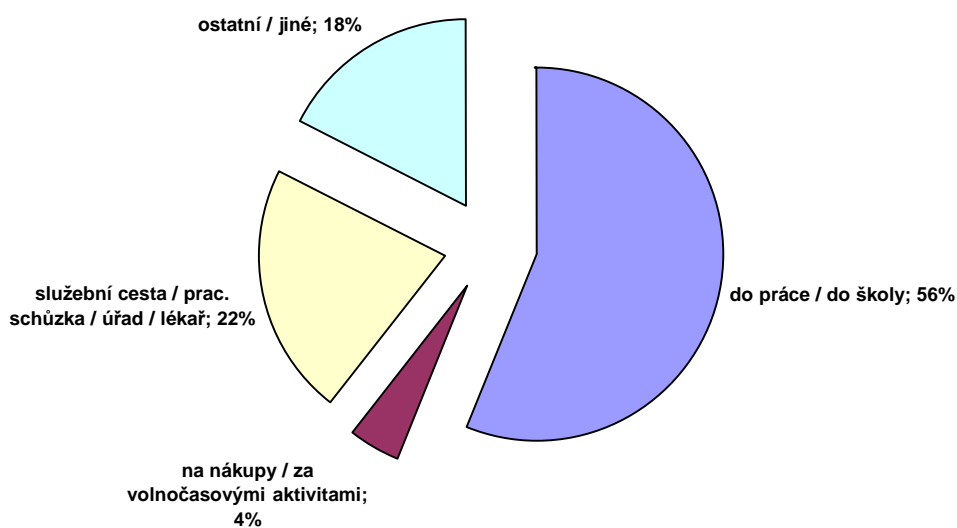
graf 2-cestovní doba

Rozdělení cestujících podle počtu jejich cest za rok



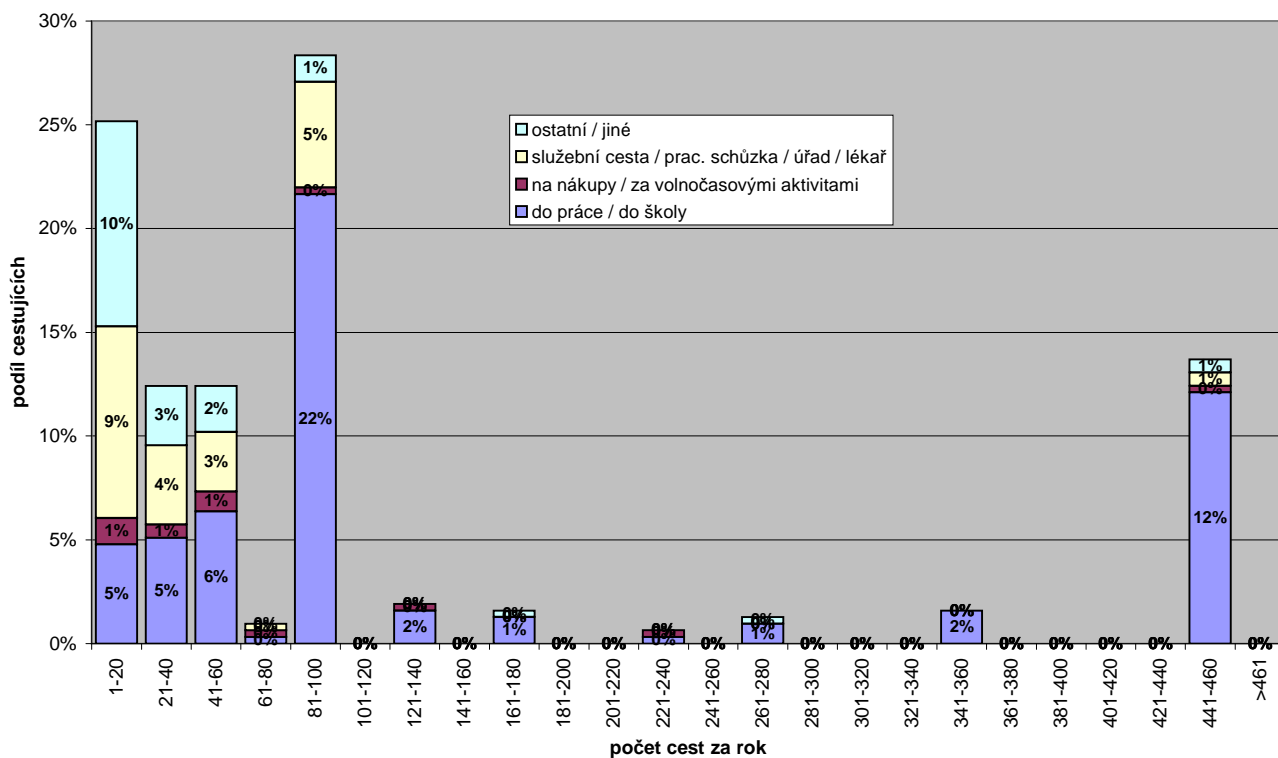
graf 3-počet cest

Rozdělení účelu cest cestujících



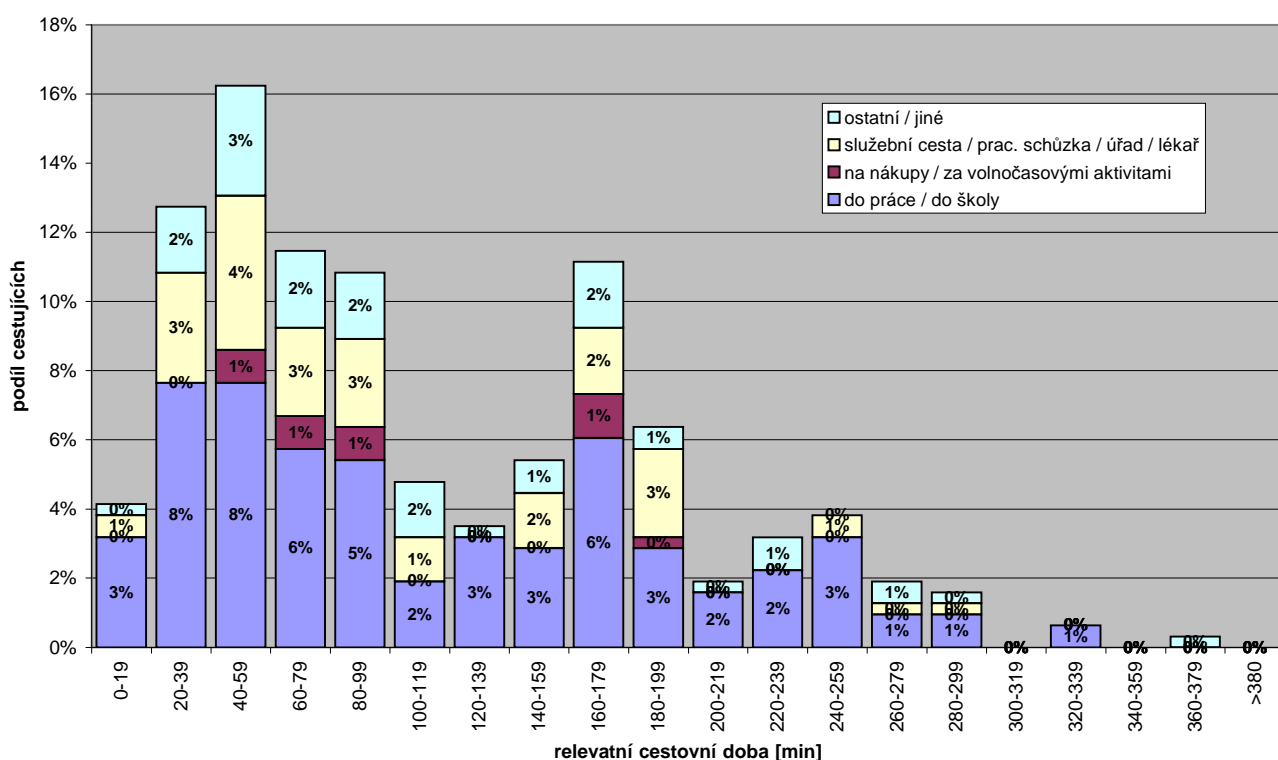
graf 4-účel cest

Podíl účelu cest cestujících rozdělený podle četnosti jejich cest



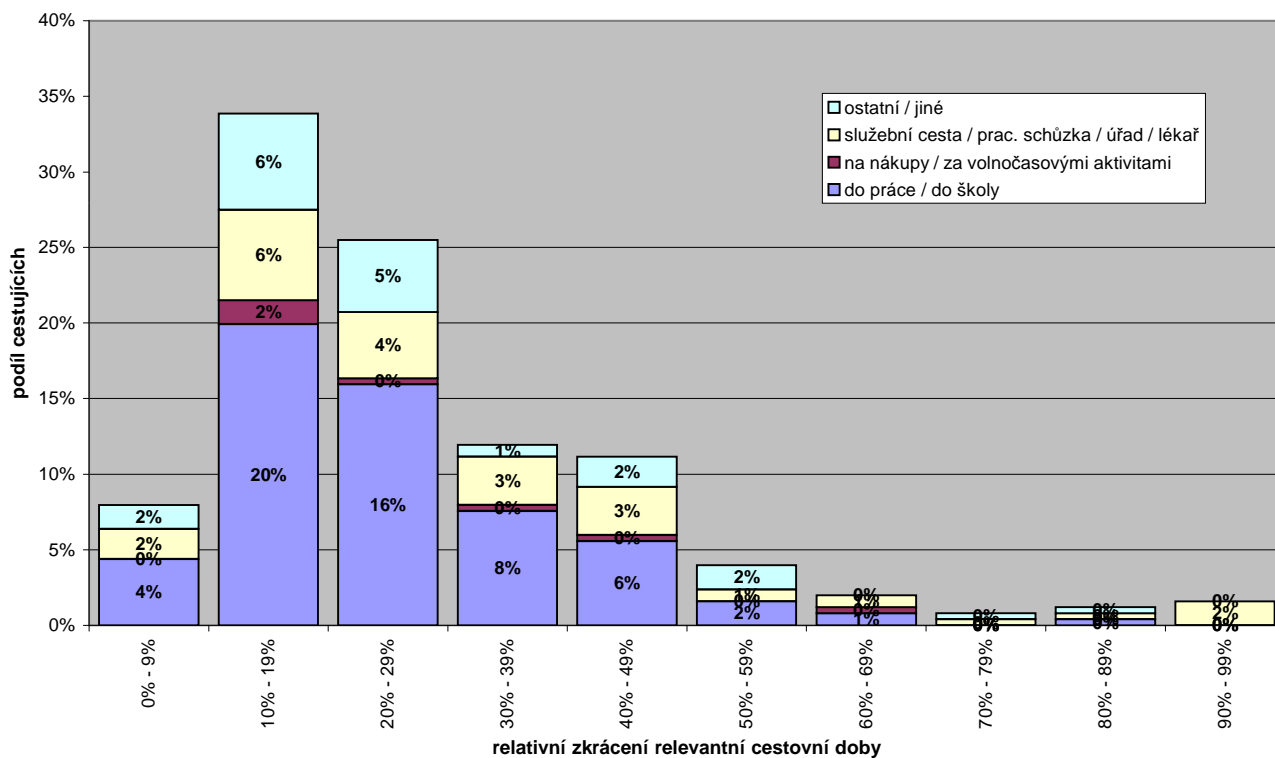
graf 5-účel dle počtu cest

Podíl účelu cest cestujících podle jejich relevantní cestovní doby



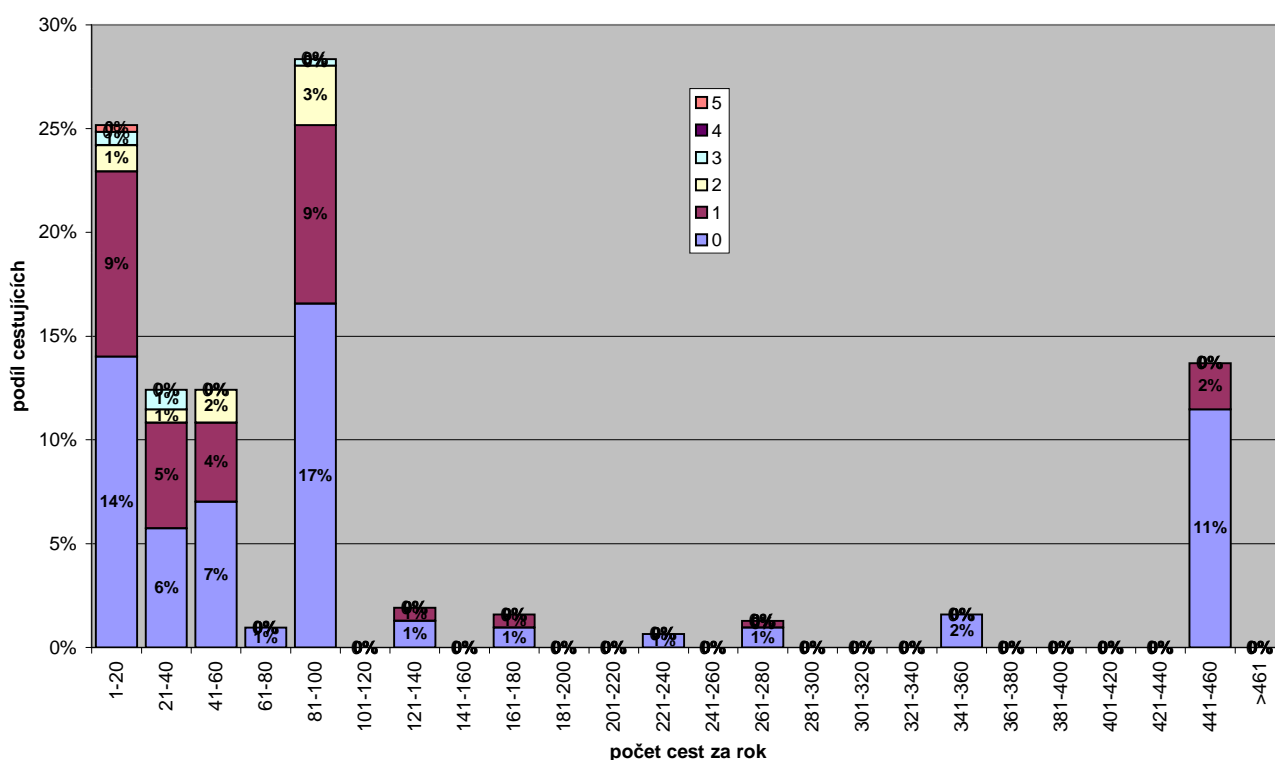
graf 6-účel dle cest.doby

Podíl účelu cesty cestujících rozdělený podle požadovaného relativního zkrácení relevantní cestovní doby za přestup navíc



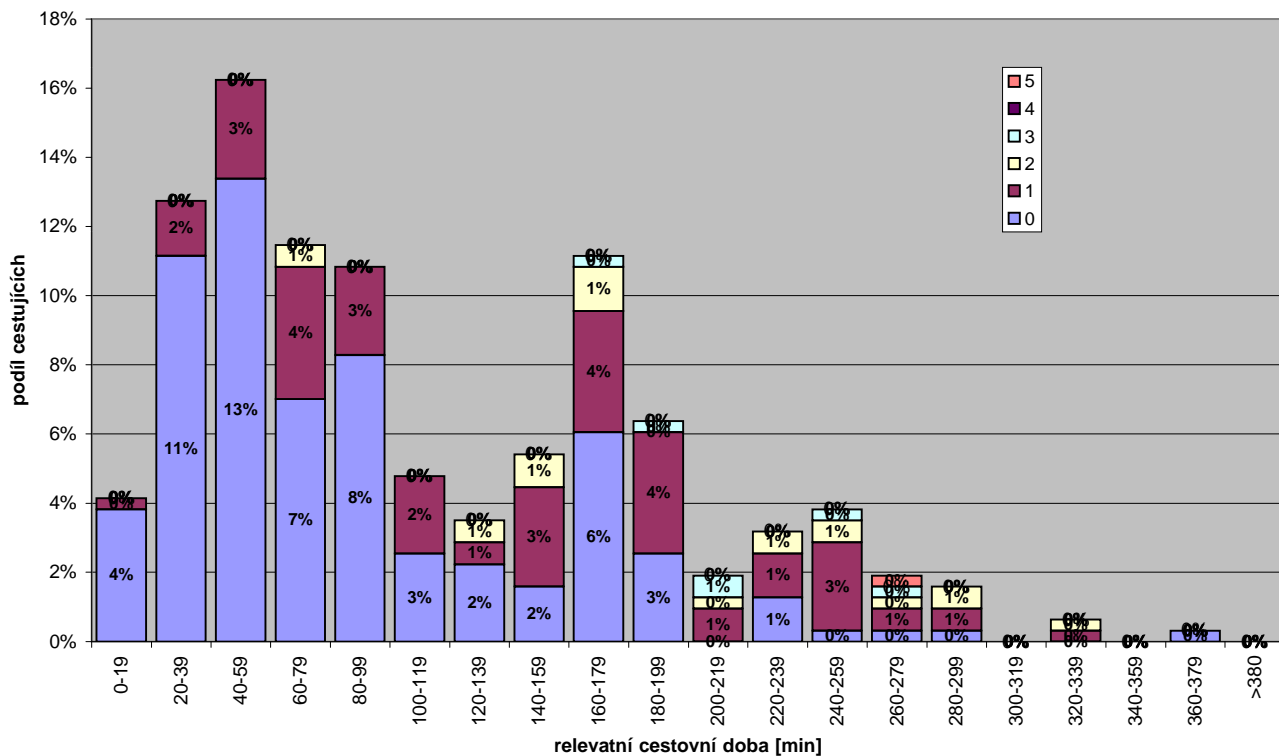
graf 7-účel dle rel.zkr.+přestup

Podíl počtu přestupů cestujících rozdělený podle četnosti jejich cest



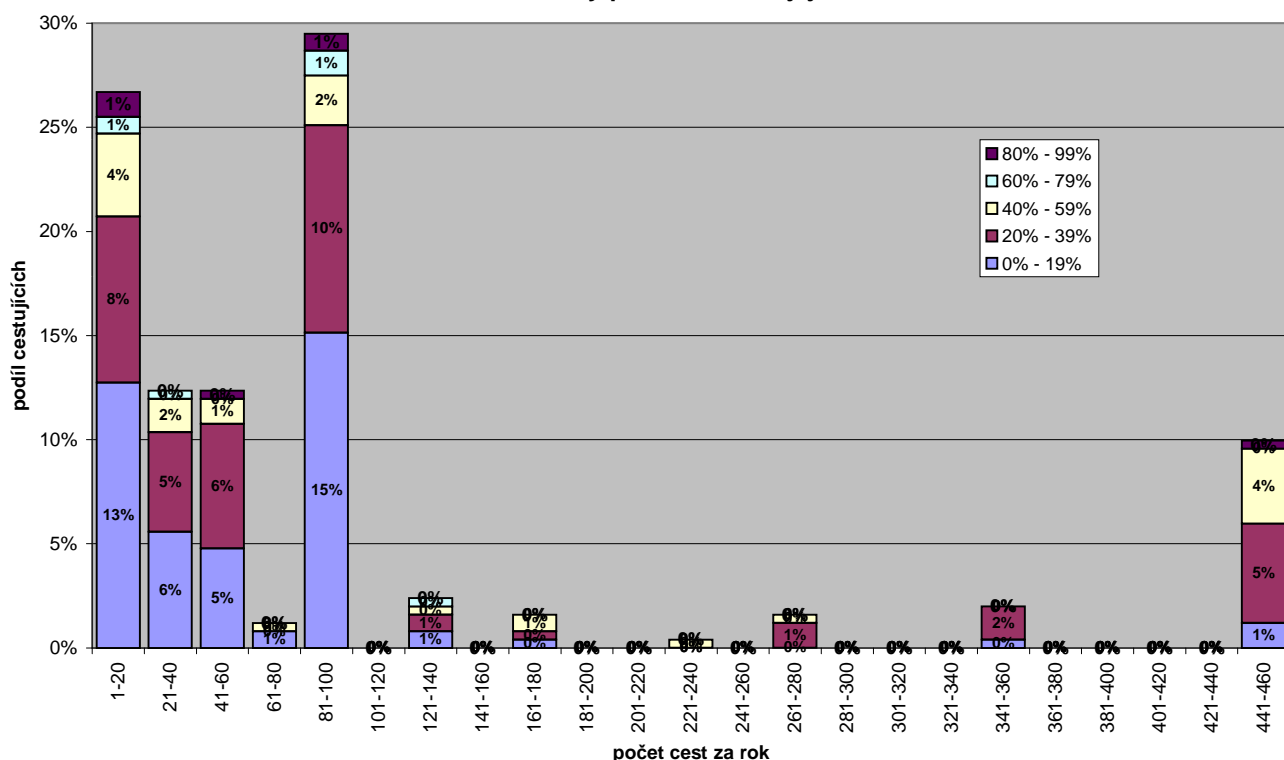
graf 8-přestupů dle počtu cest

Podíl počtu přestupů cestujících podle jejich relevantní cestovní doby



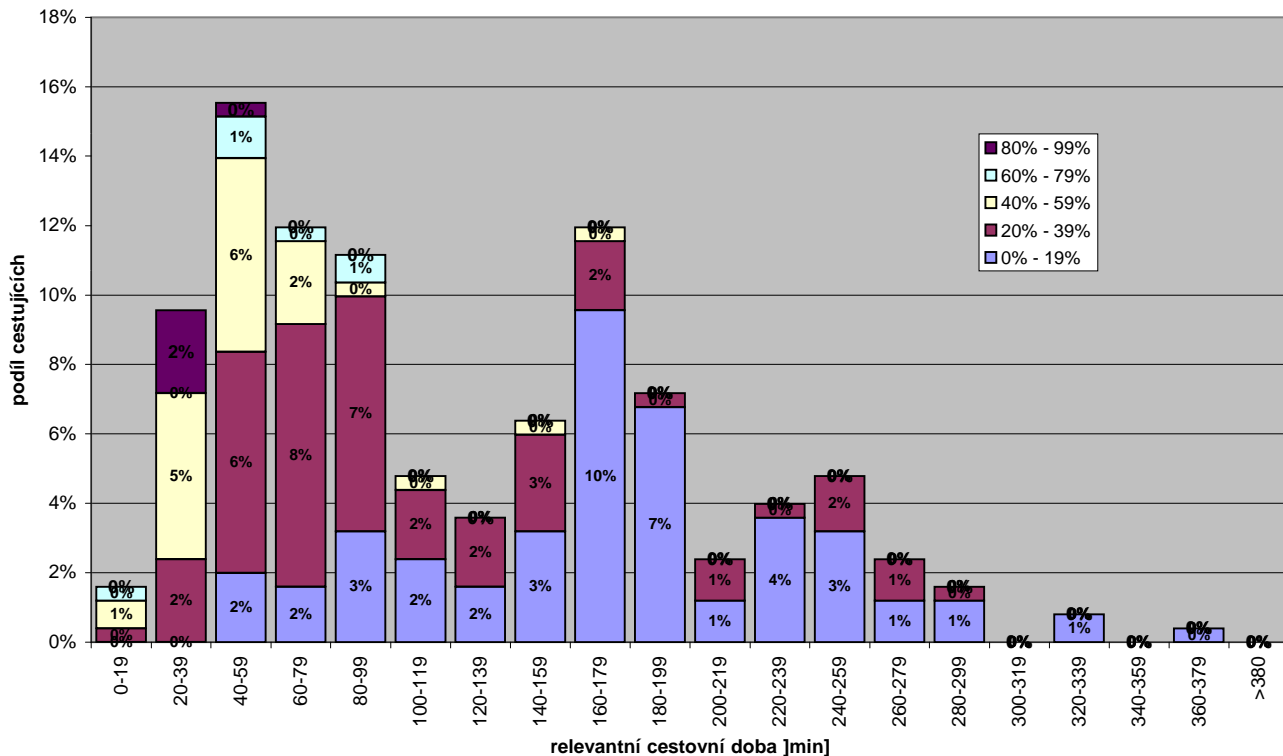
graf 9-přestupů dle cest.doby

Podíl požadovaného relativního zkrácení relevantní cestovní doby cestujících za přestup navíc rozdělený podle četnosti jejich cest



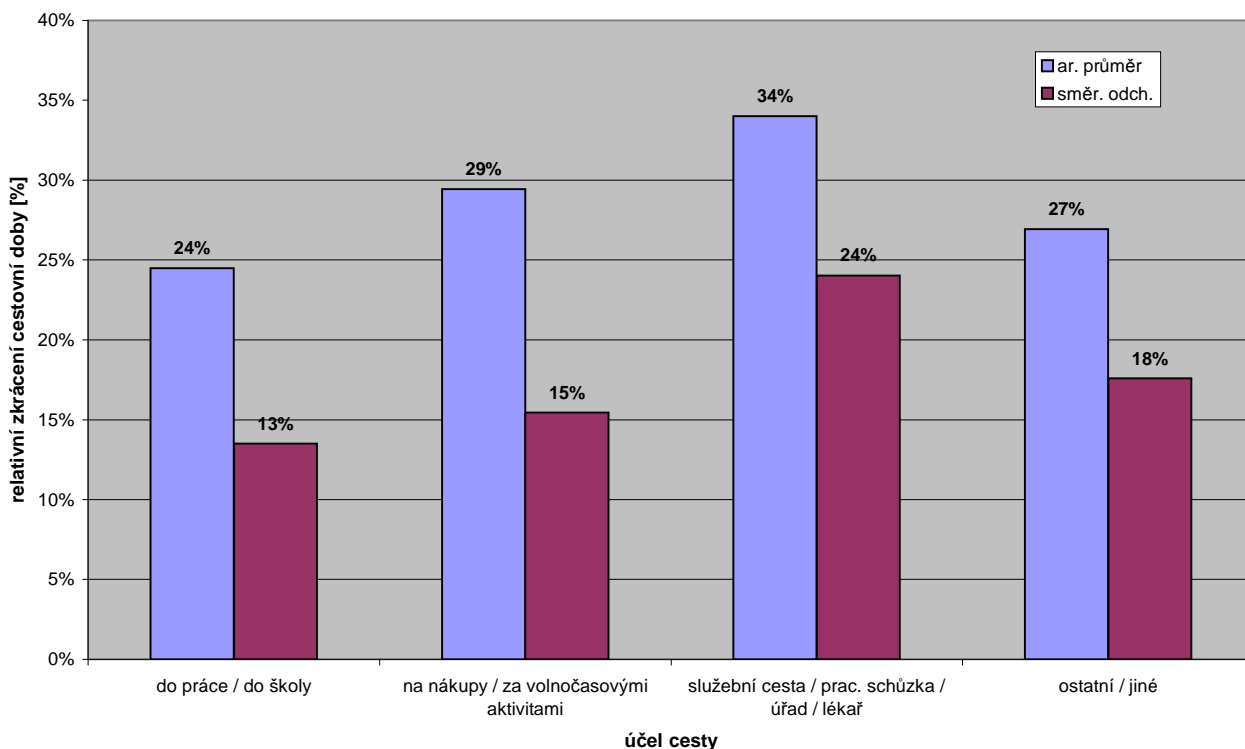
graf 10-rel.zkr+přes dle p.cest

Podíl požadovaného relativního zkrácení relevantní cestovní doby cestujících za přestup navíc rozdělený podle jejich relevantní cestovní doby



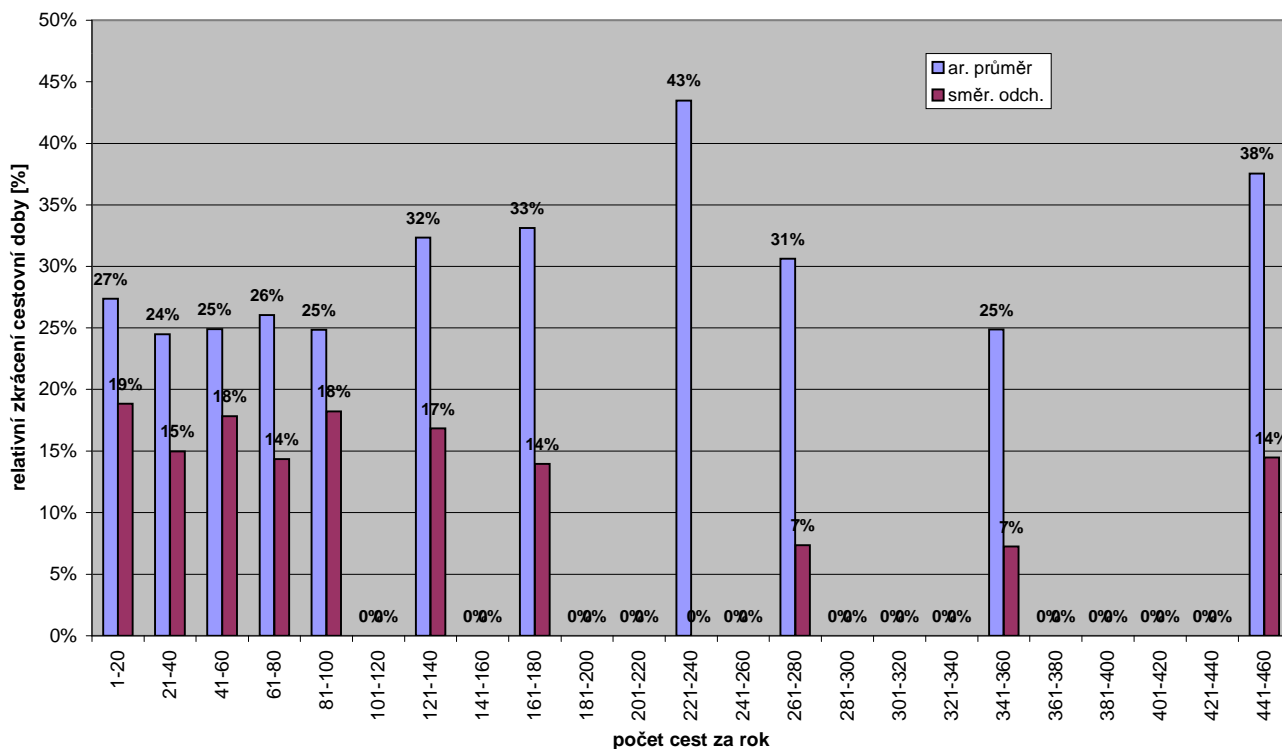
graf 11-rel.zkr+přes dle c.doby

Relativní zkrácení cesty při přestupu navíc podle účelu cesty - charakter odpovědí



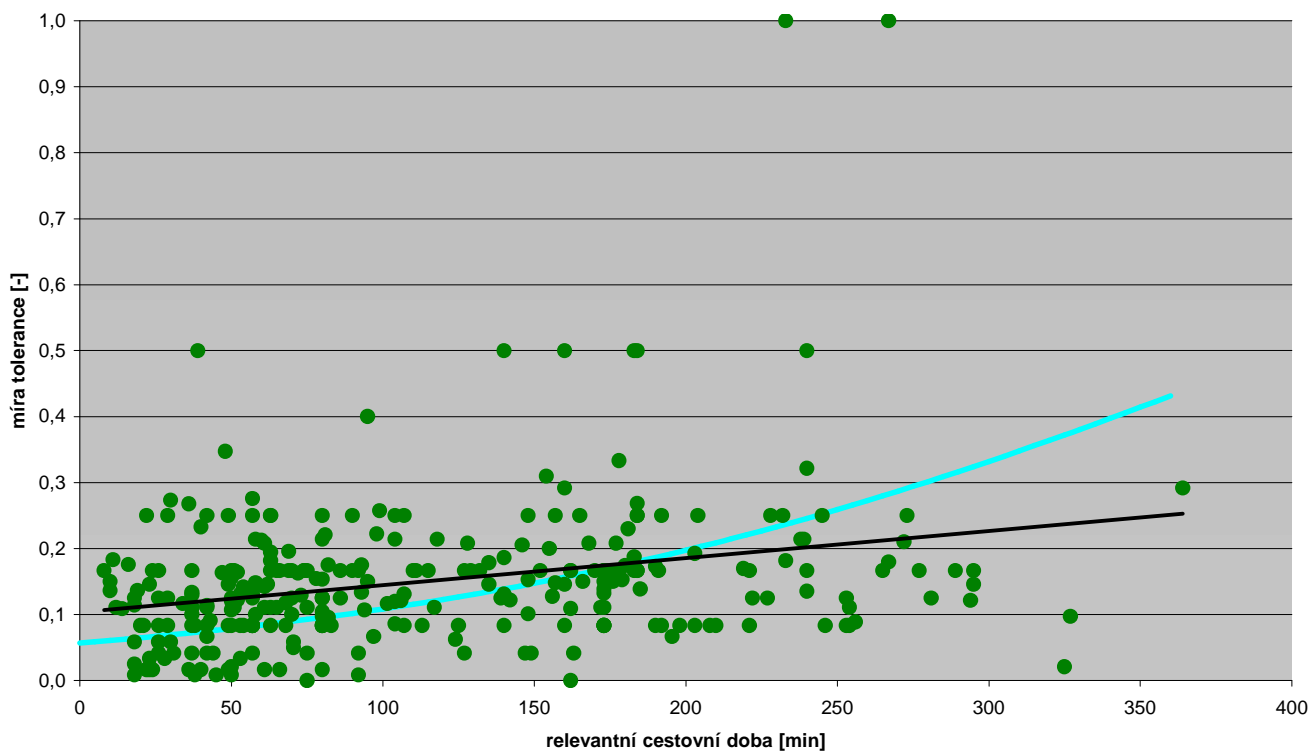
graf 12-rel.zkr. dle účelu-ch.

Relativní zkrácení cesty při přestupu navíc podle počtu cest za rok - charakter odpovědí



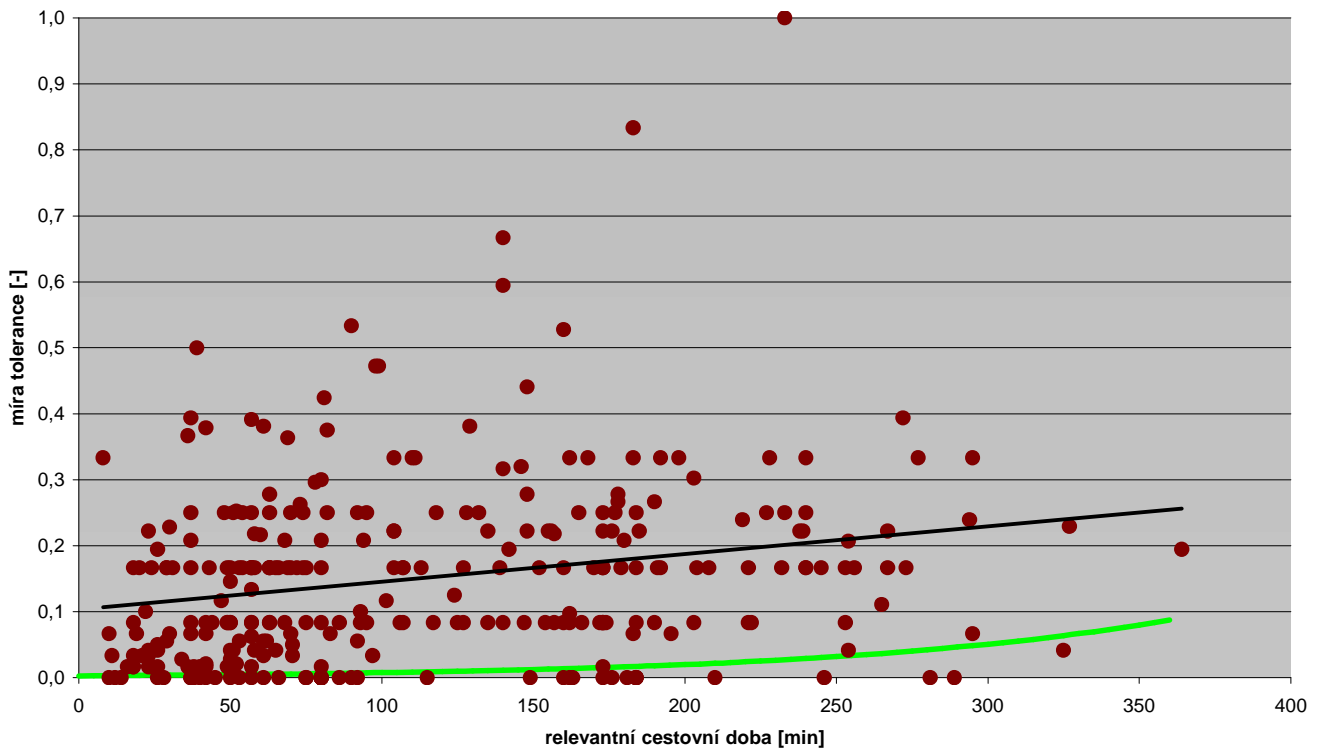
graf 13-rel.zkr. dle p.cest-ch.

Míra tolerance zpoždění v cíli cesty



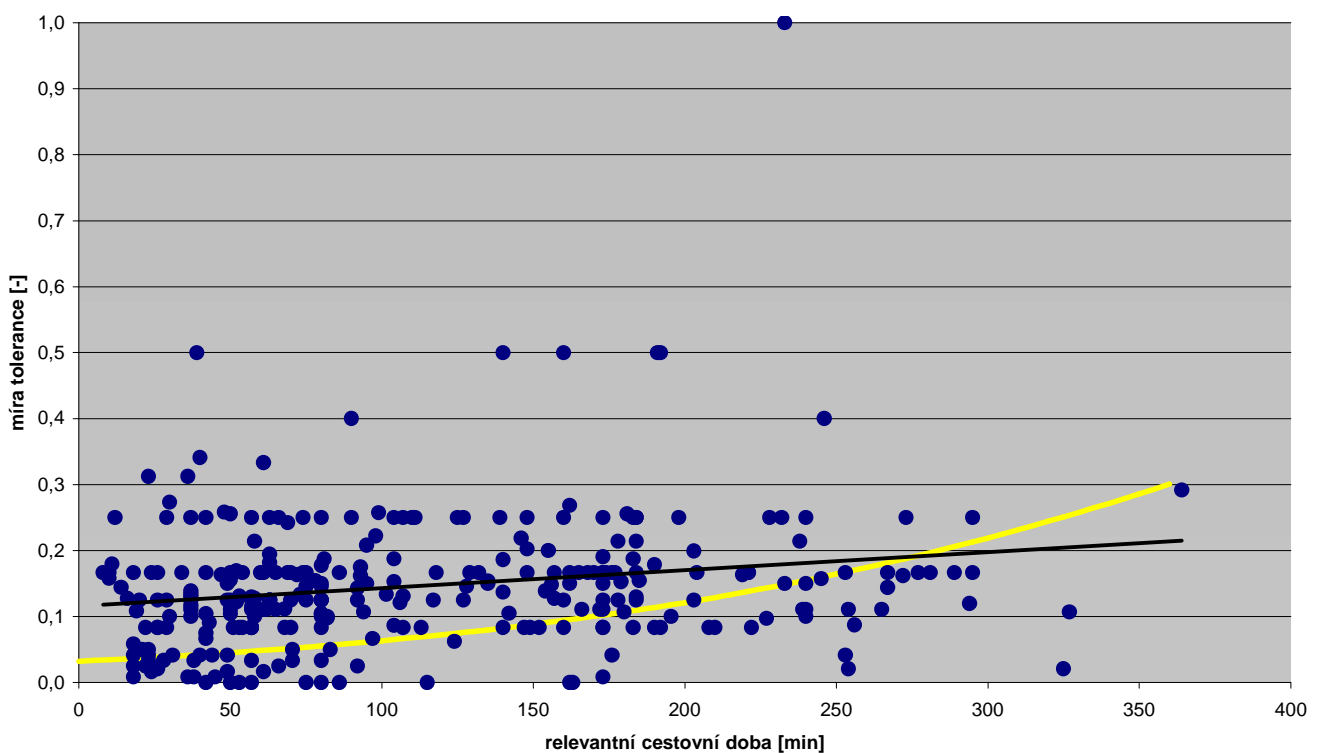
graf 14-zpoždění v cíli-regrese

Míra tolerance zpoždění při ujetí přípojného vlaku



graf 15-ujetí přípoje-regrese

Míra tolerance čekání na zpožděný spoj



graf 16-čekání na spoj-regrese

Dotazník pro cestující (1/3)

Trasa cesty

Uvedte prosím, odkud kam nejčastěji jezdíte. Trasu cesty popište názvy nádraží nebo zastávek (např. Pardubice hl. n. — Havlíčkův Brod — Jihlava město).

Doba cesty

Uvedte prosím, kolik času Vám cesta zabere, pokud všechny vlaky jedou podle jízdního řádu. Nevíte-li, nechejte políčka prázdná.

hodin minut

Účel cesty

Uvedte prosím, za jakým účelem cestu absolvujete.

- zaměstnání, škola
- služební cesta, pracovní schůzka, úřad, lékař
- nákupy, volnočasové aktivity
- ostatní

Četnost cesty

Uvedte prosím, jak často cestu vlakem absolvujete. Každý směr započtete zvlášť.

- každý pracovní den (např. do zaměstnání), tj. 10 × za týden
- téměř každý týden (např. na chalupu), tj. 2 × za týden
- často, ale nepravidelně (např. na směny), tj. × za týden
- málo (např. na pracovní schůzky), tj. × za měsíc
- výjimečně, zřídka (např. na dovolenou), tj. × za rok

Počet přestupů

Uvedte prosím, kolikrát během cesty vlakem přestupujete, jestliže neuvažujete mimořádnosti.

×

[Další >>](#)

Dotazník pro cestující (2/3)

Přestup navíc

Uvedte prosím, o kolik minut by se musela zkrátit Vaše cesta, abyste byl ochoten přestupovat jednou navíc.

minut

Zpoždění

Uvedte prosím, jak často je pro Vás snesitelné zpoždění, abyste opět příště využil(a) stejných vlaků, jestliže přijedete do cíle Vaší cesty později o...

...05 minut x za týden

...10 minut x za týden

...15 minut x za týden

...30 minut x za týden

...60 minut x za týden

Ujetí přípojného vlaku

Představte si, že cestujete zpožděným vlakem a v přestupní stanici Vám ujede přípojný vlak. Uvedte prosím, jak často jste ochoten(a) akceptovat takové zpoždění, jestliže přijedete do cíle Vaší cesty později o...

...15 minut x za týden

...30 minut x za týden

...45 minut x za týden

...60 minut x za týden

...90 minut x za týden

Čekání na přípojný vlak

Představte si, že sedíte ve vlaku, který čeká na zpožděný přípoj. Uvedte prosím, jak často jste ochoten(a) akceptovat takové zpoždění, jestliže přijedete do cíle Vaší cesty později o...

...05 minut x za týden

...10 minut x za týden

...15 minut x za týden

...30 minut x za týden

...60 minut x za týden

<< Předchozí

Další >>

Dotazník pro cestující (3/3)

Základní údaje o Vaší osobě

Chcete-li, uveďte prosím Vaše pohlaví a ročník Vašeho narození.

žena

muž

Rok narození

<< Předchozí

Dokončit

Projekt výzkumu a vývoje Ministerstva dopravy č. 1F82A/029/190 „Návrh standardů uspořádání železničních stanic, zastávek a přestupních terminálů na tratích mimo evropský železniční systém“

Děkujeme Vám za spolupráci

Vámi vyplněné údaje byly uloženy.

[Zpět na úvodní stránku grantu.](#)

Kontaktní údaj

Jestliže chcete obdržet zprávu a odkaz na zpracované výsledky průzkumu, uveďte prosím Vaši e-mailovou adresu. Její uvedení nebo neuvěření nemá žádný vliv na vyhodnocení průzkumu. E-mailová adresa nebude nijak provázána s údaji, které jste v dotazníku vyplnil(a).

@

Odeslat

Projekt výzkumu a vývoje Ministerstva dopravy č. 1F82A/029/190 „Návrh standardů uspořádání železničních stanic, zastávek a přestupních terminálů na tratích mimo evropský železniční systém“