

OPTIMÁLNÍ
PODOBA
PŘESTUPNÍCH
UZLŮ
VEŘEJNÉ
HROMADNÉ
DOPRAVY



ČVUT FD

Martin Jacura
a kol.

**OPTIMÁLNÍ
PODOBA
PŘESTUPNÍCH
UZLŮ
VEŘEJNÉ
HROMADNÉ
DOPRAVY**



**České vysoké učení technické v Praze
Fakulta dopravní**

Ing. Martin Jacura, Ph.D.

**Ing. Ondřej Havlena
Ing. Tomáš Javořík
Ing. David Pöschl
Ing. Marián Svetlík
Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.
Ing. Martin Vaněk**

Publikace byla zpracována jako hlavní výstup a za podpory projektu
Studentské grantové soutěže ČVUT č. SGS10/215/OHK2/2T/16
„Optimalizace uspořádání zařízení pro přepravu osob v přestupních uzlech
veřejné hromadné dopravy“

Vydalo České vysoké učení technické v Praze
Zpracovala Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů
Praha 1, Konviktská 20
pracoviště: Praha 2, Horská 3
Tel.: 224 355 088
<http://vlakysgs.fdcvut.cz/>

Autoři: Ing. Martin Jacura, Ph.D.

Ing. Ondřej Havlena
Ing. Tomáš Javořík
Ing. David Pöschl
Ing. Marián Svetlík
Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.
Ing. Martin Vaněk

Recenzenti: doc. Ing. Bohumil Kubát, CSc., ČVUT v Praze Fakulta dopravní
Ing. Martin Vachtl, SUDOP PRAHA a.s.
Ing. Radim Kohutka, ROPID

Vytištěno vlastním nákladem a prostředky.

ix+72 s., 2 přílohy (22+33 s.)

Vydání 1.

© ČVUT v Praze Fakulta dopravní, 2012

ISBN 978-80-01-05053-8

Anotace

Certifikovaná metodika

Autoři: Ing. Martin Jacura, Ph.D.;

Ing. Ondřej Havlena, Ing. Tomáš Javořík, Ing. David Pöschl, Ing. Marián Svetlík, Ing. Lukáš Týfa, Ph.D., Ing. Martin Vaněk

České vysoké učení technické v Praze Fakulta dopravní

Název: Optimální podoba přestupních uzlů veřejné hromadné dopravy

Abstrakt: Železniční doprava, má-li být páteří dopravního systému, se neobejde bez kvalitních přestupních vazeb na ostatní dopravní systémy. Stěžejním cílem této metodiky je proto nabídnutí uživatelsky přívětivého nástroje k určení optimální podoby přestupního uzlu veřejné hromadné dopravy. Protože na problematiku je nutné se dívat z co nejširšího úhlu pohledu, obsahuje příručka nejprve popis nejdůležitějších souvisejících faktorů (problematika pěších proudů a plošných nároků cestujících, forma poskytovaných informací) uzavřený kategorizací přestupních uzlů. V závěru díla se uvádí příklad posouzení přestupního uzlu rizikovou a multikriteriální analýzou, které je jednou z možností objektivního vyhodnocení projektů. Vrcholem příručky jsou rozhodovací tabulky, jež představují vlastní rozhodovací nástroj pro stanovení podoby přestupního uzlu.

Klíčová slova: dopravní obsluha území; veřejná hromadná doprava; přestupní uzel

Jazyk: čeština

Certifikační orgán: ČR, Ministerstvo dopravy, Odbor strategie – osvědčení o uznání uplatněné certifikované metodiky čj. 26/2013-520-TPV/1 ze dne 20.03.2013

Certificate Method

Authors: M.Eng. Martin Jacura, Ph.D.;

M.Eng. Ondřej Havlena, M.Eng. Tomáš Javořík, M.Eng. David Pöschl, M.Eng. Marián Svetlík,

M.Eng. Lukáš Týfa, Ph.D., M.Eng. Martin Vaněk

Czech Technical University in Prague, Faculty of Transportation Sciences

Title: Optimal Layout of Public Mass Transport Transfer Nodes

Abstract: Should it be a backbone of transport system railway traffic cannot exist without high-quality change connections to other transport modes. Therefore the crucial target of this method is to provide a user friendly tool, which can define an optimal layout of a public transport change node. As it is necessary to observe the problem as widely as possible, the guide contains a description of the most important corresponding factors (pedestrian flow and passenger areal requirement issues, form of provided information) and a categorization of transport nodes. In the end an example of a transport node assessment using risk and multi-criteria analysis is provided as a one of the methods of objective project assessment. The top of the guide is represented by decision tables, which are meant to be the main decision tool for transport node layout design.

Keywords: traffic service in region; public mass transport; transfer node

Language: Czech

Certificate Authority: the Czech Republic, Ministry of Transport, Strategy Department – certificate document: reference number 26/2013-520-TPV/1 from 20.03.2013



Ministerstvo dopravy

nábřeží Ludvíka Svobody 1222/12
PO BOX 9, 110 15 Praha 1

Praha 20. března 2013
Č. j.: 26/2013-520-TPV/1

v y d á v á

OSVĚDČENÍ

o uznání uplatněné certifikované metodiky
v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“

„Optimální poloha přestupních uzlů veřejné hromadné dopravy“

ŘEŠITEL

ČVUT v Praze, Dopravní fakulta

Autorský kolektiv.

Ing. Martin Jacura, Ph.D.

Ing. Ondřej Havlena

Ing. Tomáš Javořík

Ing. David Pöschl

Ing. Marián Svetlík

Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.

Ing. Martin Vaněk

Dedikace:

Vypracované v rámci projektu ČVUT SGS10/215/OHK2/2T/16 pod názvem „Optimalizace uspořádání zařízení pro přepravu osob v přestupních uzlech veřejné hromadné dopravy“

Zpracovatelé 2 nezávislých oponentních posudků:

Ing. Martin Vachtl, SUDOP PRAHA a.s.

Ing. Radim Kohutka, Regionální organizátor PID

Ing. Luděk Sosna, Ph.D.

Ředitel
Odbor strategie

Ministerstvo dopravy
odbor strategie
nábř. L. Svobody 12
110 15 Praha 1
-16-

Předmluva

Předložená monografie *Optimální podoba přestupních uzlů veřejné hromadné dopravy* je zaměřena na místa, která jsou primárně určena k nástupu/výstupu/přestupu v rámci jednotlivých subsystémů veřejné hromadné dopravy (VHD) nebo mezi VHD a ostatními systémy osobní dopravy. Tato kniha téměř výhradně představuje nové výsledky, poznatky a metody zpracované autory tohoto dokumentu, jejichž společným cílem je atraktivní, bezpečná a spolehlivá VHD pro cestující a současně jednoduchý, levný a přehledný veřejný prostor z pohledu dopravců, obcí, objednatelů VHD, projektantů i majitelů a správců dopravní infrastruktury.

Celý dokument je koncipován tak, že každá jeho část je zaměřena na určitý pohled na přestupní uzly VHD (dispozice, dimenzování ploch, informace pro cestující atd.), a sestává z kmenového segmentu a dvou příloh¹. Příloha A doplňuje o dopravní schémata, tabulky a grafy jednu z kapitol kmenového segmentu monografie, zatímco příloha B obsahuje metodickou příručku s rozhodovacím aparátem o podobě přestupního uzlu VHD, kterou lze používat i samostatně. Uživatelská přívětivost metodiky, tzn. především jednoduchost a názornost, umožní její široké využití v odborné praxi.

Základním cílem celého díla je zavést do problematiky úprav přestupních uzlů VHD komplexní pohled, tj. zohlednit co nejvíce faktorů a skutečností, které souvisí s každým konkrétním přestupním bodem či železniční stanicí, což doposud není bohužel standardem. Dokladem toho jsou některé sporné úpravy přestupních uzlů v poslední době, jejichž společným jmenovatelem jsou jen dílčí změny, důraz pouze na minimalizaci investičních nákladů a pouze jednoho investora. V mnoha případech tak výsledný přínos buď neodpovídá vynaloženým investicím, nebo je dokonce úprava uživatelem vnímána negativně. Příčinou této skutečnosti je nedostatečný důraz na potřeby cestujících a minimální snaha o vyčíslení přínosu pro ně. Metodický návod nijak nepodceňuje dovednosti projektantů, ale naopak jim nabízí podpůrné argumenty pro určení výsledné podoby návrhu.

Předkládaná kniha se zabývá parametry takových přestupních uzlů VHD, v nichž je nejméně jednou provázanou dopravní cestou konvenční železniční trať. Metodiku lze s mírnými modifikacemi použít i pro uzly s výhradně nekolejovými druhy dopravy, avšak pro ty není primárně určena. V oblasti doby přestupu jsou předkládané nástroje využitelné s nejvyšším účinkem právě tehdy, když navazující spoj již v uzlu vyčkává, spoje vjíždějí zároveň nebo téměř současně.

Autoři předpokládají, že brožura nalezne uplatnění především u objednatelů dopravy (krajské a případně městské úřady, koordinátoři integrovaných dopravních systémů), dopravců VHD a investorů a projektantů dopravních staveb a lze oprávněně předpokládat její využití také při úpravách souvisejících norem a předpisů. Přestože aplikace v monografii předložených postupů a závěrů není nařízena žádným závazným předpisem, předpokládají její autoři, že nalezne ve střednědobém časovém výhledu široké využití a stane se oblíbeným a často uplatňovaným podpůrným nástrojem.

Monografie je klíčovým výstupem projektu SGS10/215/OHK2/2T/16 „Optimalizace uspořádání zařízení pro přepravu osob v přestupních uzlech veřejné hromadné dopravy“, který byl řešen v letech 2010 až 2011 na ČVUT v Praze Fakultě dopravní, Ústavu dopravních systémů autory této knihy.

Autoři děkují recenzentům za důkladné prostudování monografie a za připomínky a návrhy na její vylepšení. Poděkování rovněž náleží pracovníkům odboru strategie Ministerstva dopravy ČR za podporu certifikačního procesu metodiky.

¹Jednotlivé díly knihy jsou rozlišeny také číslováním stránek – arabská čísla jsou v přílohách doplněna písmenem přílohy.

Všechny obrázky, grafy a tabulky (není-li uvedeno jinak) jsou díly autorů této monografie. V tomto dokumentu je použita metoda citování informačních zdrojů tzv. odkazem v textu, v tomto případě číslem v hranatých závorkách, odkazujícím se na citované zdroje uvedené vždy na konci každé části monografie (kapitoly první úrovně) podle platné normy ČSN ISO 690².

²ČSN ISO 690. *Informace a dokumentace – Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: ÚNMZ, 2011. Třídící znak 01 0197.

Obsah

I	Význam a cíl publikace, terminologie	1
II	Součásti přestupních uzlů	2
1	Výpravní budovy	2
2	Přednádraží a přestupní uzly veřejné hromadné dopravy	5
3	Nástupiště	7
3.1	Statistický přehled železničních stanic a nástupišť v nich na veřejné železniční síti České republiky	11
3.2	Parametry nových nebo modernizovaných nástupišť na veřejné železniční síti České republiky	12
4	Nástupištní přístřešky	13
5	Návazná zařízení a objekty	16
6	Literatura k této části	18
III	Pěší proudy v přestupním uzlu veřejné hromadné dopravy	19
7	Stanovení plošných nároků cestujících v přestupních uzlech veřejné hromadné dopravy	19
7.1	Kategorizace cestujících	19
7.2	Stanovení nároků na plochu podle typu cestujícího	20
7.3	Zjištění skladby cestujících podle jejich typu	21
7.4	Srovnání s platnými technickými předpisy	23
7.5	Dílčí závěr	23
8	Rychlosti pohybu pěších proudů a propustnost jednotlivých prvků	24
8.1	Propustnost dveřního profilu	24
8.2	Propustnost přístupových cest a rychlost pěšího přesunu	25
8.3	Celková doba přestupu	27
8.4	Celková doba výměny cestujících	28
8.5	Dílčí závěr	30
9	Modelování pohybu pěších proudů	31
9.1	Modely pěších proudů	31
9.2	Model přestupního uzlu	33
9.2.1	Veličiny	34
9.2.2	Fundamentální diagram	35
9.2.3	Základní výpočty	36
9.2.4	Struktura modelu	39
9.3	Aplikace modelu	41

9.3.1	Teoretický přestupní uzel	41
9.3.2	Skutečný přestupní uzel	41
10	Porovnání dvou pohledů na pohyb pěších proudů	41
11	Literatura k této části	46
IV	Informovanost cestujících v přestupním uzlu	47
12	Funkce a popis informačního systému	47
13	Vizuální informace	47
13.1	Informace v odbavovací hale	48
13.2	Informace v podchodech	48
13.3	Informace na nástupištích	49
13.4	Doplňková zobrazovací zařízení	49
13.5	Provázání informačních systémů více dopravních systémů	49
14	Akustické informace	51
15	Ovládání informačního systému	51
16	Posouzení relevance akustického hlášení	53
16.1	Průzkum priorit cestujících	53
16.2	Průzkum skutečného stavu	53
16.3	Vyhodnocení současného stavu	55
16.4	Doporučení pro změnu skladby na základě priorit cestujících a reality	55
17	Literatura k této části	59
V	Posouzení variant uspořádání železniční stanice multikriteriální a rizikovou analýzou	60
18	Železniční stanice Bakov nad Jizerou	60
18.1	Stávající uspořádání stanice	60
18.2	Modernizace stanice Bakov nad Jizerou	63
18.2.1	Varianta 1 „poloostrovní nástupiště“	63
18.2.2	Varianta 2 „ostrovní nástupiště“	64
18.2.3	Dílčí závěr pro varianty modernizace	65
19	Riziková analýza	65
19.1	Aplikace metody SAFMEA	65
19.2	Vyhodnocení konkrétní aplikace metody SAFMEA	66
19.3	Dílčí závěr pro rizikovou analýzu	67
20	Multikriteriální analýza	68
20.1	Stanovení vybraných parametrů	68
20.2	Váhy kritérií	68

20.3 Vícekriteriální hodnocení variant	69
20.4 Dílčí závěr pro multikriteriální analýzu	69
21 Závěr k posouzení variant uspořádání železniční stanice multikriteriální a rizikovou analýzou	70
22 Literatura k této části	71
VI Závěr	72
Příloha A (ke kapitole „Posouzení variant uspořádání železniční stanice multikriteriální a rizikovou analýzou“)	
Příloha B Metodika určení optimálního uspořádání přestupního uzlu	

Seznam zkratek

B&R	odstav své jízdni kolo a pokračuj veřejnou hromadnou dopravou (<i>Bike and Ride</i>)
EC	EuroCity (kategorie vlaku)
Ex	expres (kategorie vlaku)
FMEA	analýza příčin a následků poruch (metoda rizikové analýzy) (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)
GVD	grafikon vlakové dopravy
IAD	individuální automobilová doprava
IC	InterCity (kategorie vlaku)
IDS	integrovaný dopravní systém
KR	koeficient redundance
K&R	spolujezdec vystoupí z automobilu a pokračuje v cestě veřejnou hromadnou dopravou, řidič dál jede svým vozem (<i>Kiss and Ride</i>)
LCD	zobrazovací jednotka z kapalných krystalů (<i>Liquid Crystal Display</i>)
LED	dioda vyzařující světlo (<i>Light-emitting Diode</i>)
MHD	městská hromadná doprava
MJ	měrná jednotka
Os	osobní vlak (kategorie vlaku)
P&R	zaparkuj svůj automobil a pokračuj veřejnou hromadnou dopravou (<i>Park and Ride</i>)
R	rychlík (kategorie vlaku)
RF	rizikový faktor
RT	rozhodovací tabulka
SAFMEA	statistická vícekritériální analýza příčin a následků poruch (metoda rizikové analýzy) (<i>Statistically Adjusted Failure Mode and Effect Analysis</i>)
Sp	spěšný vlak (kategorie vlaku)
TK	temeno kolejnice
TOPSIS	metoda preference pořadí podle blízkosti k ideální variantě (metoda multikritériální analýzy) (<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>)
TSI	technické specifikace pro interoperabilitu
TSI PRM	technické specifikace pro interoperabilitu týkající se osob s omezenou schopností pohybu a orientace (<i>Technical Specification for Interoperability, Persons with Reduced Mobility</i>)
VB	výpravní budova
VHD	veřejná hromadná doprava
WSA	metoda váženého součtu (metoda multikritériální analýzy) (<i>Weighted Sum Approach</i>)
žst.	železniční stanice

Část I

Význam a cíl publikace, terminologie

Přestože jak platná česká i evropská dopravní politika, tak zásady trvale udržitelného rozvoje jednoznačně hovoří pro modernizaci a rozvoj železniční dopravní infrastruktury, stále má situace na tuzemské železniční síti daleko k optimálnímu stavu. S výjimkou racionalizačních akcí, jejichž primárním cílem je však snížení provozních nákladů a zvýšení bezpečnosti železniční dopravy, a modernizačních a optimalizačních staveb na národních tranzitních koridorech nedošlo doposud na železniční síti ve vlastnictví ČR k výrazným úpravám zařízení pro osobní přepravu (zázemí pro cestující, poskytování dopravních informací, nástupiště a přístup na ně), a to ani na většině celostátních drah ležících mimo síť transevropských železničních tratí. Totéž platí i pro železniční stanice, zastávky a přestupní uzly veřejné hromadné dopravy (VHD), které pro cestujícího tvoří vstupní bránu do systému VHD a spolu s poskytovanými službami, cestovní dobou a komfortem ve spojích spoluvytvářejí jeho výsledný dojem z VHD jako systému, který umožňuje přemístění mezi dvěma místy.

Přestup ve VHD, tj. pěší přesun mezi jednotlivými spoji, vzniká za situace, kdy začátek a konec cesty uživatele není totožný s vedením konkrétního spoje, resp. linky. Přesun obvykle představuje pro cestujícího komplikaci a je-li možná volba mezi dvěma variantami cest s obdobnou cestovní dobou, kdy jedna je s přestupem a druhá bez něj, volí většina cestujících možnost přímé cesty.

Železniční doprava, má-li být páteří dopravního systému, se neobejde bez kvalitních přestupních vazeb na ostatní dopravní systémy, zejm. VHD. Právě díky provázání s méně kapacitními dopravními prostředky je schopna zprostředkovaně obsloužit i území, kam její vlastní infrastruktura nezasahuje. Navíc se tak děje s vysokou efektivitou, kdy silné přepravní proudy jsou realizovány klasickou kolejovou dopravou a slabší, na ty silné navazující, jsou obsluhovány jinými vhodnými způsoby (obvykle autobusovou dopravou v případě menších obcí, MHD v případě větších sídelních celků). S rozvojem integrovaných dopravních systémů (IDS) se obvykle zvětšuje počet nucených přestupů mezi napájecí a páteřní dopravou, a právě proto je nutné nabídnout cestujícím co nejpřívětivější podobu přestupní vazby, aby pěší přesun nevnímali jako zásadní zápor dopravní obsluhy území zajištěné VHD.

Vždy je zapotřebí mít na zřeteli všechny zainteresované subjekty systému, tzn. dopravce, správce dopravní infrastruktury, objednatele VHD a především cestující, pro něž musí být místo přestupu se zohledněním bezpečnosti co nejpřívětivější a nesmí je odrazovat od VHD jako systému.

Pro potřeby této metodiky se přestupním uzlem rozumí takový vrchol grafu zobrazujícího síť linek VHD³, v němž dochází k pravidelnému přestupu cestujících v rámci jednoho nebo více druhů dopravních systémů (přestupní terminály VHD). Přednostně jsou dále uvažovány takové přestupní uzly, do nichž je zaústěna nejméně jedna dopravní cesta kolejové dopravy (obvykle železniční tratí).

³Graf sítě linek VHD pro potřeby definice přestupního uzlu představuje v souladu s teorií grafů takový neorientovaný graf, v němž vrcholy grafu odpovídají zastávkám a hrany trasám linek VHD.

Část II

Součásti přestupních uzlů

Ve všech přestupních uzlech veřejné hromadné dopravy musí být navržena zařízení pro přepravu osob a případně zavazadel. Patří mezi ně výpravní budova s přednádražím a terminálem navazující hromadné dopravy (zpravidla autobusové, trolejbusové a městské dráhy), nástupiště a spojovací komunikace mezi výpravní budovou, nástupišti a návaznou vybaveností sídla.

1 Výpravní budovy

Výpravní budova (VB) je pozemní objekt ve stanici sloužící především pro poskytování služeb cestujícím, dopravcům a případně i přepravcům. Obvykle je výpravní budova spojena rovněž s prostory pro zajištění železničního provozu (dopravní kancelář apod.) a služeb pro ostatní veřejnost (informace o obci, odbavení pro MHD, zajištění ubytování apod.).

Výpravní budova se navrhuje zpravidla na té straně kolejiště, která je směrem k centru města či osídlení obecně a tvoří spojovací objekt mezi kolejištěm (nástupišti) a přednádražím, z čehož plyne i její poloha vůči kolejišti stanice.

Podle toho, zda je stanice určena z hlediska dopravních a přepravních operací pro vlaky osobní nebo nákladní dopravy, je možné železniční stanice rozdělit následovně:

- osobní stanice (s případným průjezdem nákladních vlaků):
 - s průjezdným uspořádáním – např. Praha-Holešovice
 - s hlavovým uspořádáním – např. Praha Masarykovo nádraží
 - s kombinovaným uspořádáním – např. Brno hl. n.
- nákladní stanice (s případným průjezdem osobních vlaků):
 - určené pro dopravní úkony zpravidla celých vlaků (předjíždění, křižování, odstavování, výměna hnacích vozidel, přivěšování/odvěšování příprěže/postřku atd.)
 - s větvením tratí a zaústěním vleček – např. Praha-Malešice
 - určené pro nákladní přepravu (nakládku/vykládku zboží) – např. Praha-Žižkov nákladové nádraží
 - seřad'ovací stanice – např. Nymburk seřad'ovací nádraží
- stanice se smíšeným provozem
 - s kolejištěm nerozlišeným pro vlaky osobní a nákladní dopravy – např. Ústí nad Labem hl. n.
 - s kolejovými skupinami oddělenými pro vlaky osobní a nákladní dopravy za sebou – např. Přelouč
 - s kolejovými skupinami oddělenými pro vlaky osobní a nákladní dopravy vedle sebe – např. Pardubice hl. n.

Podle uspořádání kolejíště a s tím související polohy výpravní budovy se stanice dělí na dva základní typy:

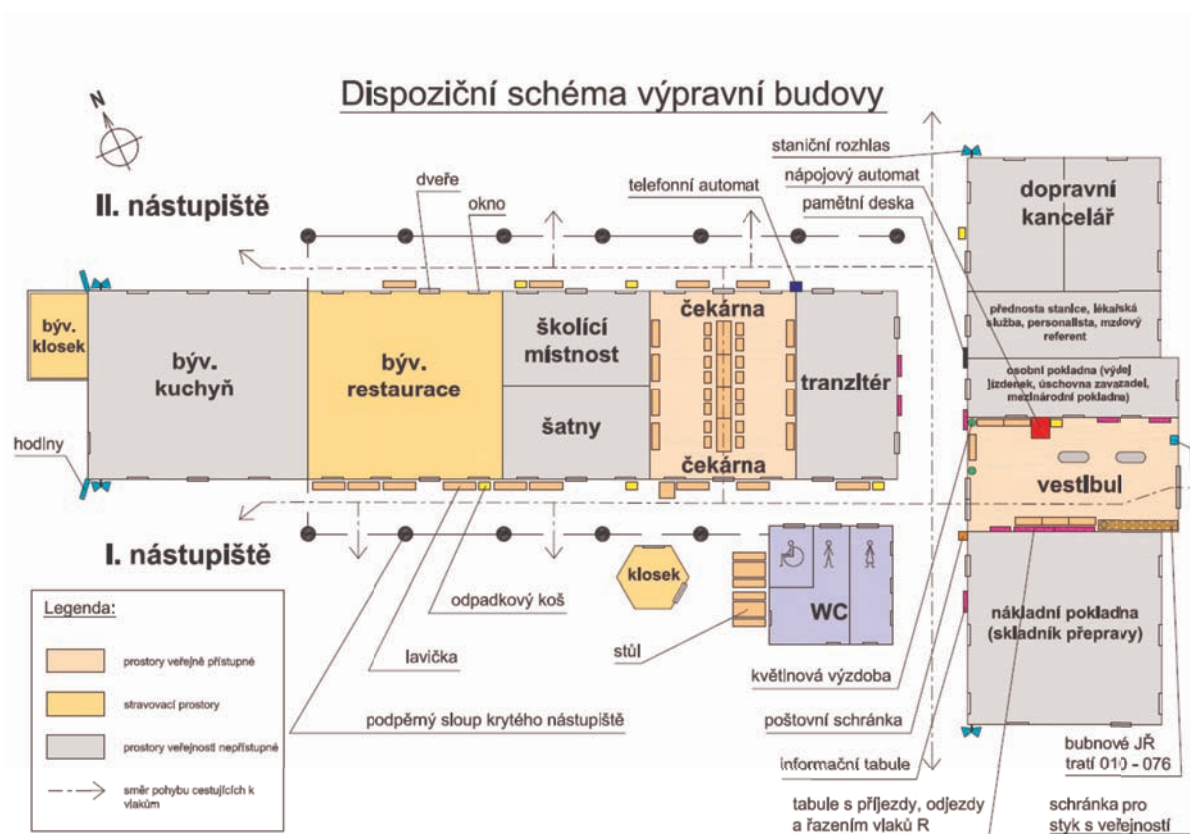
- **průjezdne stanice:** Stanice svým uspořádáním kolejíště umožňuje příjezd vlaků z nejméně dvou směrů prostřednictvím protilehlých zhlaví a jejich bezúvrat'ový průjezd železniční stanicí. Výpravní budova je umístěna vůči kolejíšti bezkolizně (tj. vedle kolejíště po jeho straně, v ostrovní poloze nebo nad/pod kolejíštěm), čímž spolu s uspořádáním kolejíště umožňuje výše zmíněný pohyb vlaků.
- **hlavové stanice:** Stanice umožňuje pouze úvrat'ový provoz vlaků prostřednictvím jednoho společného zhlaví (či většího množství sbíhajících se zhlaví do společného prostoru kuse zakončených staničních kolejí). Výpravní budova ve vztahu ke kolejíšti kolizním objektem být buď může (tj. je umístěna kolmo ke kolejíšti a plynule navazuje na kusé staniční koleje), nebo nemusí (je umístěna po jedné či obou stranách kolejíště, případně nad ním).
- **kombinace výše uvedených typů:** Kolejíště stanice je tvořeno jak kolejemi umožňujícími průjezd vlaků, tak skupinou kusých staničních kolejí pro výchozí a končící vlakové soupravy.

Řazení prostorů ve výpravní budově v jejím dispozičním návrhu je podřízeno pohybu cestujícího se zavazadlem. Základní postup cestujícího při jeho odjezdu ze stanice lze popsat jednou z následujících posloupností úkonů:

- za předpokladu, že cestující má již před příchodem nalezeno vlakové spojení: příchod – nákup jízdenky – zjištění informací o odjezdu předem vybraného vlaku (zpoždění, řazení vozů) – odchod na nástupiště
- za předpokladu, že cestující nemá před příchodem nalezeno vlakové spojení: příchod – nalezení spojení – nákup jízdenky – zjištění informací o odjezdu vybraného vlaku (zpoždění, řazení vozů) – odchod na nástupiště

Výpravní budova je složena z následujících dvou funkčních částí:

- veřejná část:
 - plochy a přístupové cesty pro odjezd a příjezd cestujících
 - plochy čekací
 - plochy pro hygienická a zdravotnická zařízení
 - plochy pro služby cestujícím, přepravním a veřejnosti
 - zařízení pro informování a odbavování cestujících
- neveřejná část:
 - pracovny pro odbavování cestujících a přepravních
 - provozní plochy (plochy pro provozní zařízení pro dopravu i přepravu a jeho obsluha)
 - neprovozní plochy (plochy pro ostatní zaměstnance dráhy a drážní dopravy)
 - ostatní služební plochy



Obrázek 1.1: Žst. Stará Paka – dispoziční řešení výpravní budovy (stav v roce 2011)

Veřejnou část výpravní budovy je možné rozdělit na odjezdovou halu (je ústředním prostorem veřejné části budovy) a příjezdovou halu. Příjezdová hala může být sloučena s halou odjezdovou – potom se hovoří o jedné odbavovací hale.

Plocha odjezdové a příjezdové haly se dělí na:

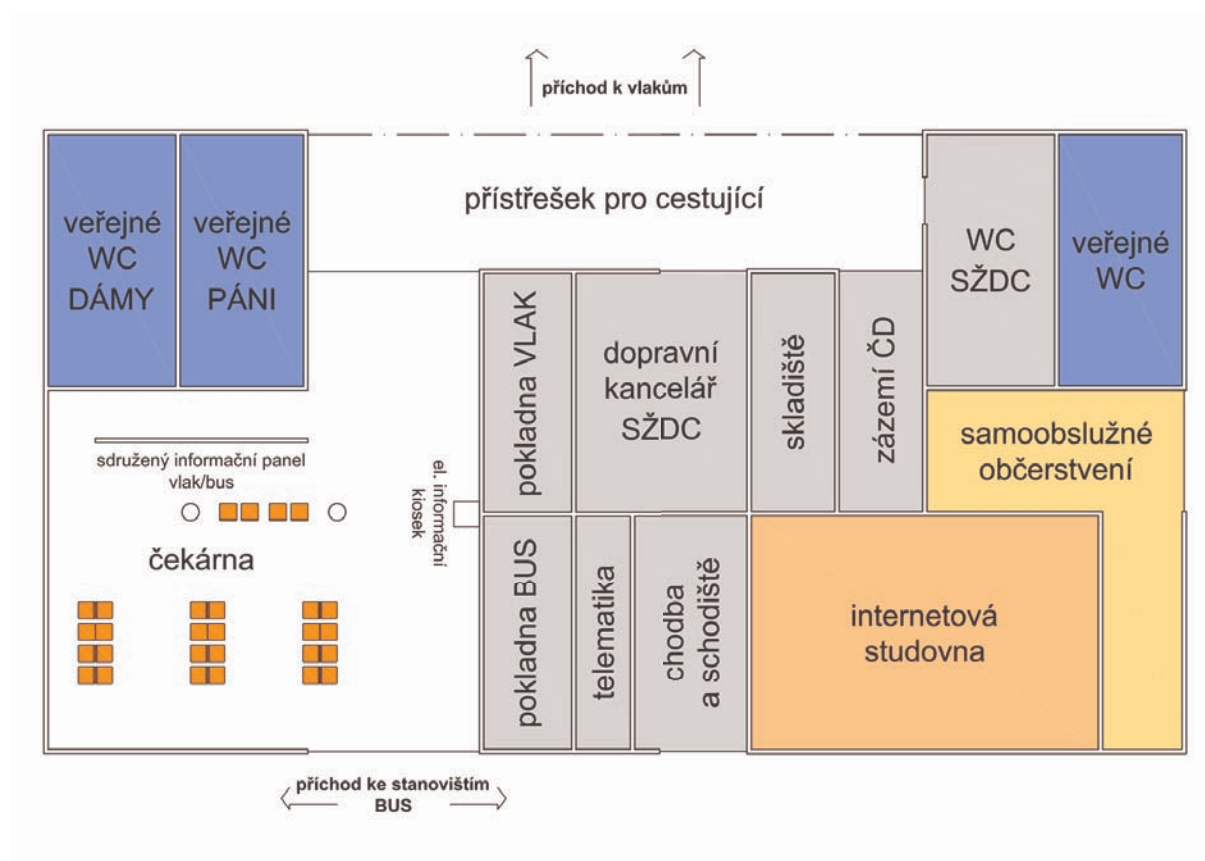
- průchozí – slouží k příchodu/odchodu cestujících z/na nástupiště
- manipulační – slouží zejména k přístupu cestujících k přepážkám pro jejich odbavení
- čekací – slouží k čekání na odjezd vlaku v odjezdové hale a tvoří ji vlastní čekací plocha, čekárna (ta může být nahrazena čekací plochou s lavičkami v hale), WC pro cestující a je možno je doplnit o restaurační či jiné občerstvovací zařízení a další služby

Každá výpravní budova by měla být vybavena informačním systémem pro cestující, který se skládá z jednotného času, rozhlasového zařízení, informací pro orientaci ve stanici, zveřejněných přepravních podmínek, informací o řazení vlakových souprav, příjezdech a odjezdech vlaků či celého aktuálního jízdního řádu a informací o návazné dopravě.

Kromě zařízení a služeb nutných k odbavení cestujících mohou být ve výpravní budově zajišťovány i ostatní služby, k nimž by měl být přístup z odjezdové nebo příjezdové haly. Jedná se zejména o prodejnu tiskovin a potravin, informační stánek města, přepážky informací a odbavení na navazující druhy veřejné dopravy, služebny policie a telefonní automaty.

V neveřejné části výpravní budovy se navrhuje následující provozy, které se dle konkrétních okolností mohou sloučit:

- pokladny: osobní, místenkové, nákladní, doplatkové, mezinárodní

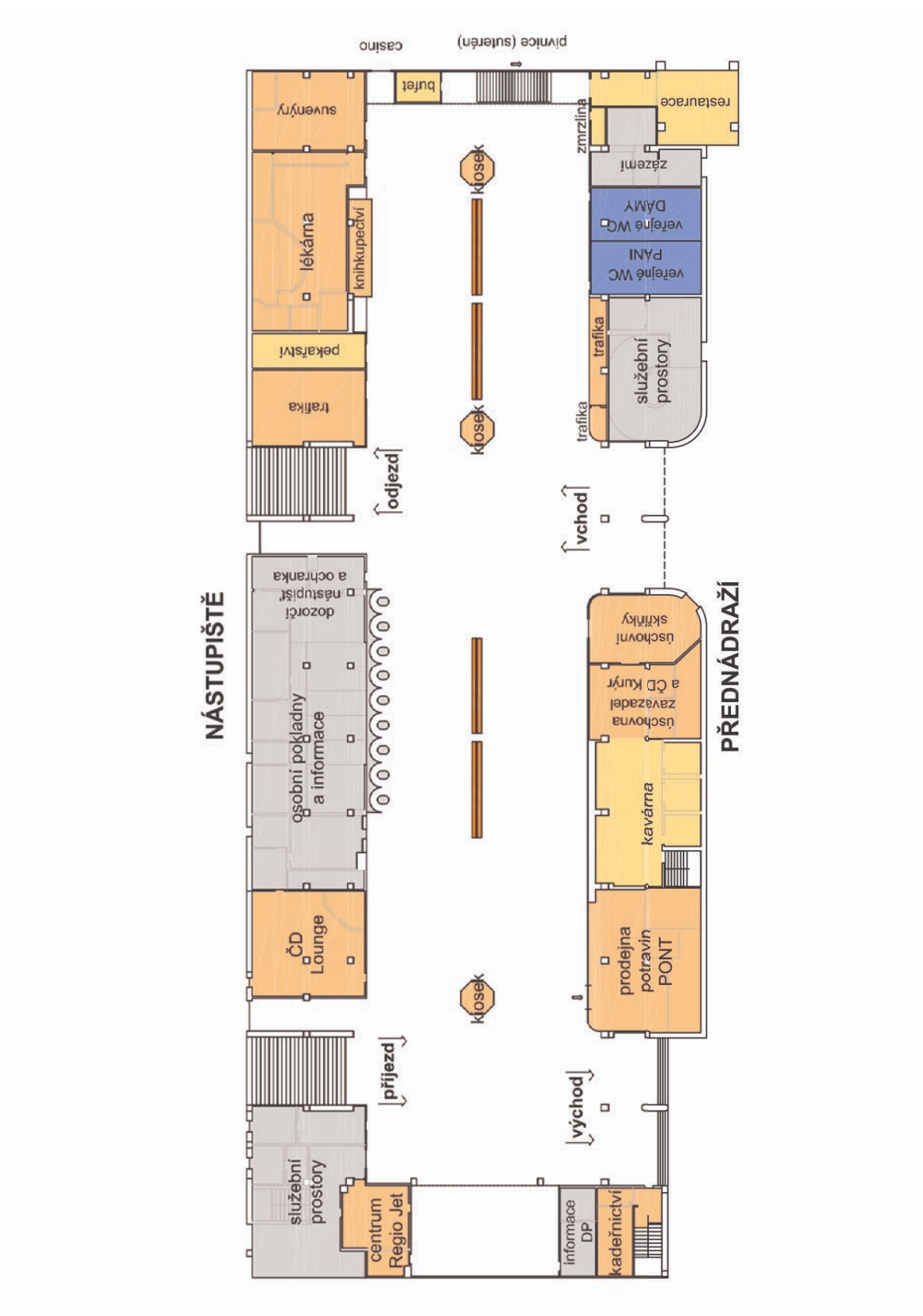


Obrázek 1.2: Žst. Vlašim – dispoziční řešení výpravní budovy

- úschovna zavazadel (částečně nebo zcela ji lze nahradit samoobslužnými ukládacími skříňkami)
- plochy pro dopravní službu: pracoviště pracovníků provozovatele dráhy
- plochy pro zabezpečovací a sdělovací zařízení
- plochy pro rozvod elektrického proudu a další technická zařízení budovy: trafostanice, elektrické rozvaděče, strojovny vzduchotechniky, kotelny atd.
- plochy pro úklid a údržbu celé budovy a WC pro zaměstnance
- plochy pro přepravní a vozovou službu: vozová a přepravní kancelář, prostory pro komerční pracovníky, tranzitéry, vozmistry a další zaměstnance dopravců
- plochy administrativně-správní: podle požadavků provozovatele dráhy a drážní dopravy

2 Přednádraží a přestupní uzly veřejné hromadné dopravy

Přednádraží je prostor před výpravní budovou na opačné straně než kolejiště stanice. Slouží k napojení stanice na síť místních komunikací a k usnadnění příchodu/odchodu cestujících k/od vlaků/m. Dochází zde k přestupu osob z jízdních kol, osobních automobilů a prostředků veřejné hromadné dopravy. Jsou tu tedy situována parkoviště automobilů pro krátkodobé parkování a



Obrázek 1.3: Žst. Pardubice hl. n. – dispoziční řešení výpravní budovy

parkoviště P&R, B&R či K&R, stanoviště vozidel taxislužby, stojany na jízdní kola a zastávky či obratiště autobusů veřejné hromadné dopravy, tramvají, trolejbusů a výstupy ze stanic metra. Některé ze služeb v přednádraží pak mohou být situovány do výpravní budovy (např. úschovna jízdních kol, prodej jízdenek MHD, výstup stanice metra).

Přednádraží může být řešeno uspořádáním buď průjezdným (např. Trutnov hl. n., Pardubice hl. n.), nebo hlavovým (např. Klatovy, Stará Paka). Z hlediska plošných nároků se nedá obecně říci, které uspořádání je výhodnější, záleží na prostorových poměrech lokality, do které je přestupní uzel umístěn a uspořádání navazujícího uličního prostoru. Ten samý aspekt ovlivňuje rovněž prostorový potenciál pro počet parkovacích stání automobilů a příjezdových/odjezdových/odstavných stání autobusů/trolejbusů či stání taxi. Z hlediska kapacity, která může být nabídnuta prostředky VHD vycházejícími/končícími z/v přednádraží, se obecně výhodněji může jevit přednádraží hlavové, ale je to opět především otázkou trasování linek VHD v příslušné lokalitě. Hlavové přednádraží s větší pravděpodobností snáze vyeliminuje tranzitní automobilovou dopravu, která by do prostoru přednádraží obecně neměla být svedena. Z přednádraží s malou frekvencí může odbočovat komunikace pro napojení nákladového obvodu stanice. Vždy se musí dbát na zachování zásady pravostranného provozu a možnosti otočení se automobilem v přednádraží.

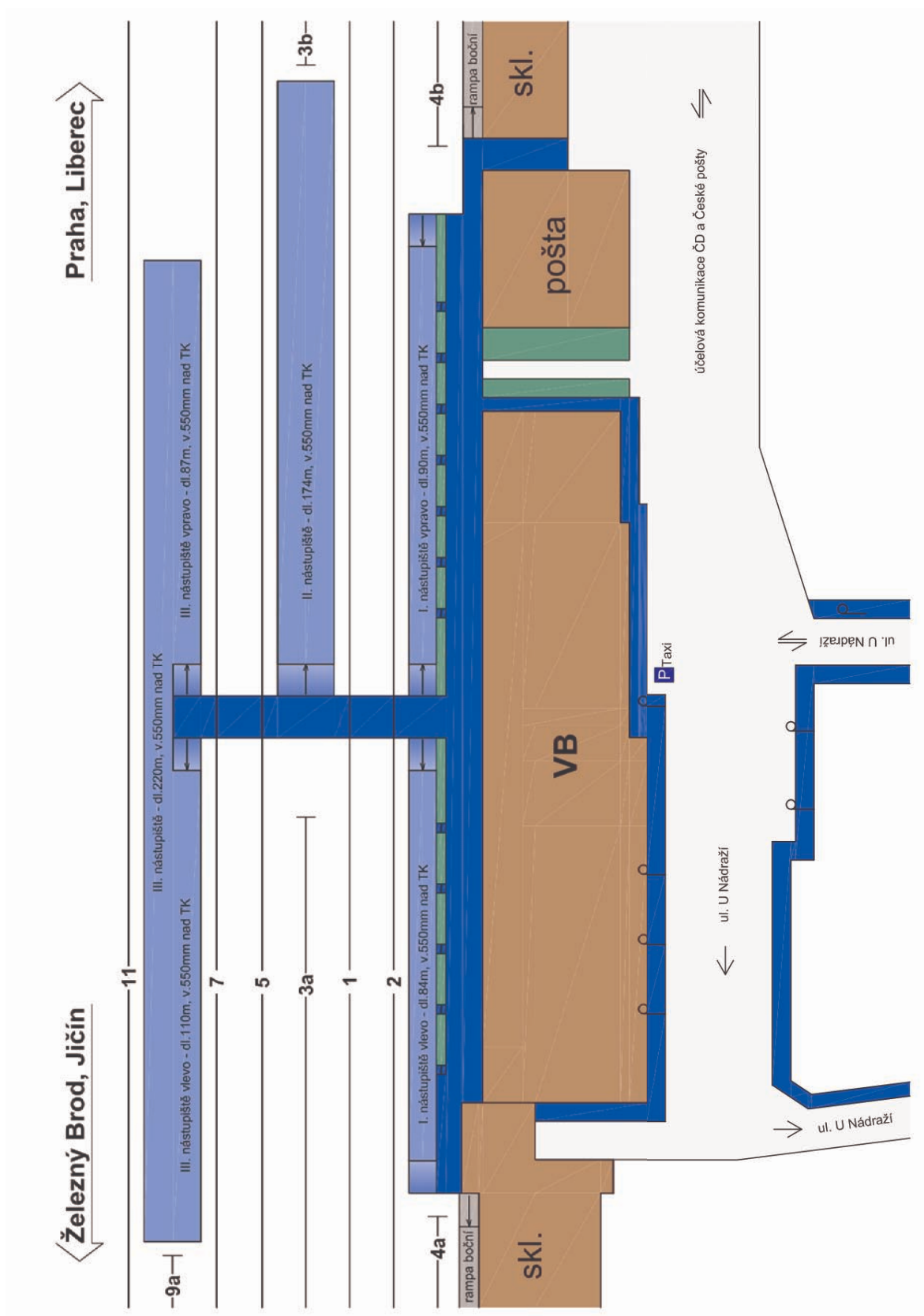
Při maximální integraci, zejména se zastávkami více druhů VHD včetně dopravního zázemí u výpravní budovy stanice, se pak hovoří o přestupním uzlu hromadné dopravy, do kterého náleží také obchody a další služby. V takových případech je vhodné prostor pro cestující (odbavovací haly) a dopravní prostory (kolejiště, zastávky MHD atd.) řešit v několika výškových úrovních. Přestupní uzel veřejné hromadné dopravy má být bezpečným prostorem pro cestující, obyvatele a návštěvníky příslušné obce, důležité je tak jeho začlenění do urbanizovaného prostoru, bezbariérovost, multifunkčnost a též řešení zeleně a ostatního mobiliáře.

3 Nástupiště

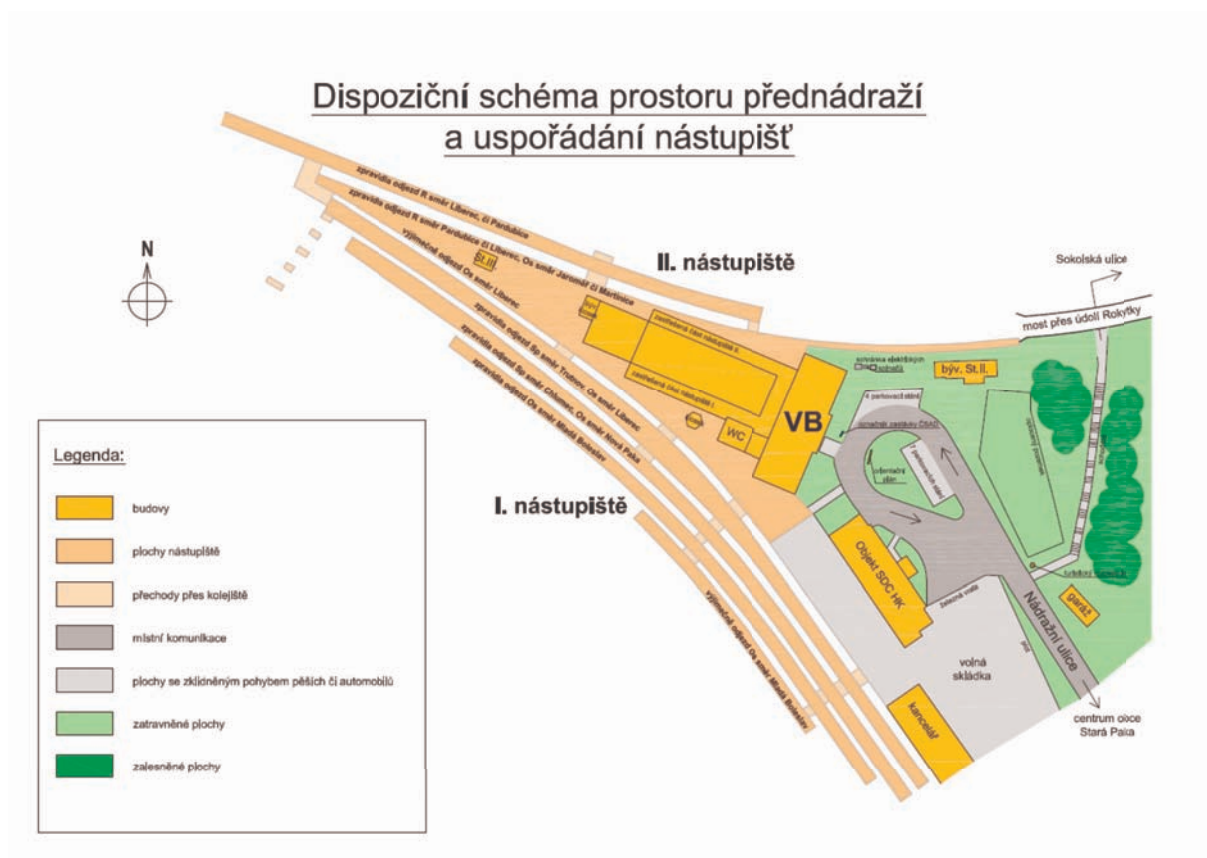
Nástupiště je zařízení železničního spodku s upravenou zvýšenou plochou ve stanici nebo zastávce u koleje, která je určena k nástupu/výstupu cestujících a pro manipulaci s drobnými zásilkami. Nástupištní hranou se označuje krajní obrys zvýšené části nástupiště a nástupní hranou pak ta část nástupištní hrany, která je určena pro nástup/výstup cestujících do/z vlaků. Pro navrhování nástupišť v českém prostředí platí norma ČSN 73 4959 [1], stavební a technický řád drah [2] a TSI PRM [3].

Nástupiště se rozdělují dle následujících hledisek:

- podle přístupu na:
 - mimoúrovňová – přístup cestujících je mimo úroveň koleje (podchodem či nadchodem); mají pevnou nástupní hranu
 - úrovňová – přístup cestujících je v úrovni koleje (přes kolej), a to buď úrovňovým přechodem (včetně tzv. centrálního), či přes železniční přejezd; mohou být buď sypaná, nebo s pevnou nástupní hranou
- podle počtu nástupních hran na:
 - jednostranná – mají jednu nástupní hranu
 - oboustranná – mají nástupní hrany po obou stranách nástupiště



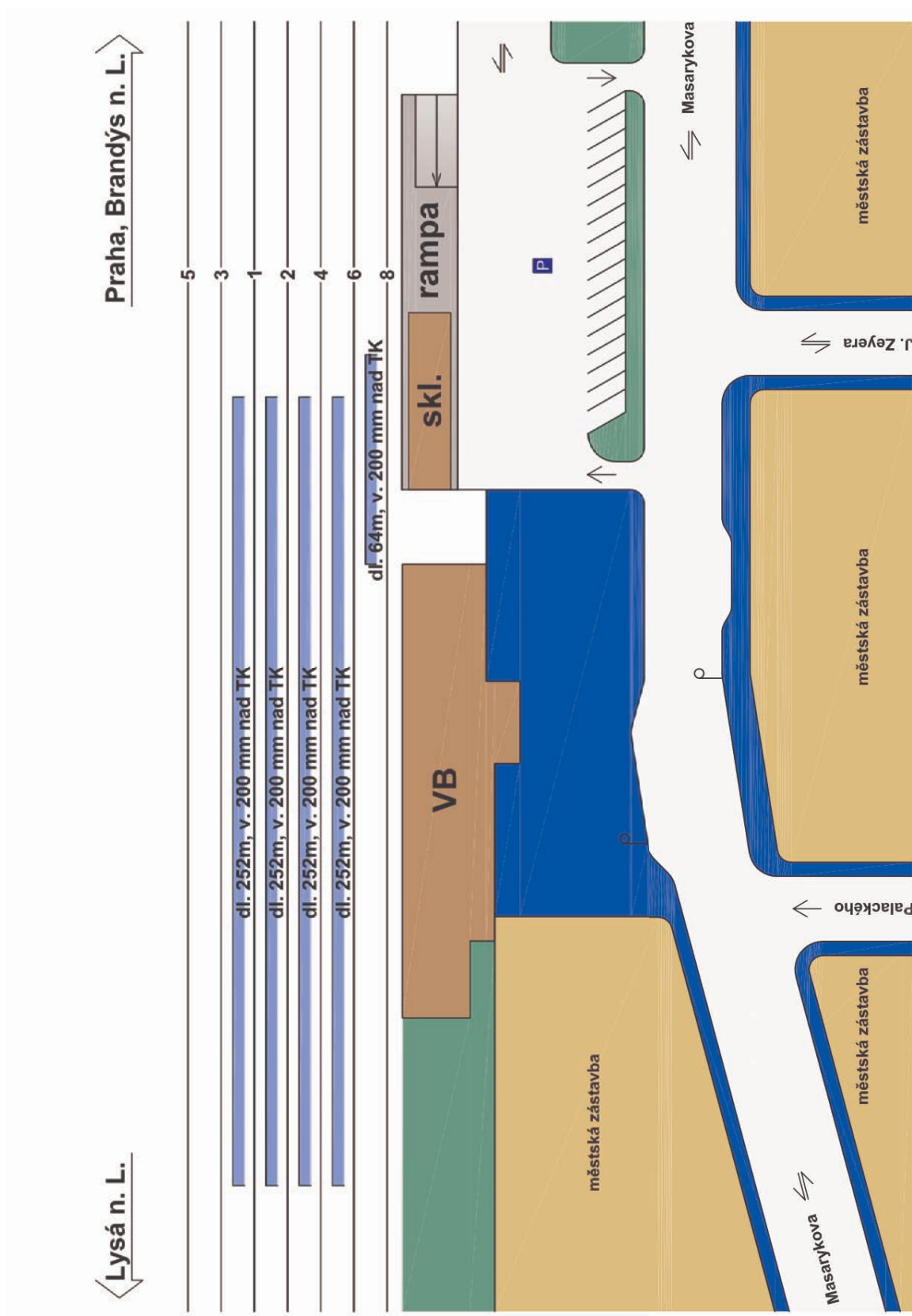
Obrázek 2.1: Turnov – příklad uspořádání přestupního uzlu veřejné hromadné dopravy



Obrázek 2.2: Stará Paka – příklad uspořádání přestupního uzlu veřejné hromadné dopravy

- podle výšky nástupní hrany na:
 - „nízká“ – nevyhovují aktuálnímu znění normy [1], tj. jejich výška pro úrovně nástupišť nedosahuje 250 mm nad temenem kolejnice (TK), pro mimoúrovňová 300 mm nad TK, příp. 500 mm nad TK
 - „vysoká“ – vyhovují aktuálnímu znění normy (tj. výška pro úrovně i mimoúrovňová nástupišť právě 550 mm nad TK)
- podle jejich řešení a umístění na:
 - ostrovní – oboustranné nebo jednostranné mimoúrovňové nástupišť (bez ohledu na výšku)
 - poloostrovní – jednostranné či oboustranné úrovně nástupišť (termín se používá pro nástupišť s výškou 550 mm nad TK a s přístupem přes tzv. centrální přechod)
 - jazyková – prstově prodloužená část mimoúrovňového nástupišť (jazyková „z nástupišť“) či prostoru, který není nástupišťem (jazyková „z plochy“)⁴
 - vnější (boční) – jednostranné nástupišť na vnější straně krajní koleje staničního kolejiště

⁴Z logiky věci mohou jazyková nástupišť také vzniknout prodloužením nástupišť poloostrovních, byť tuto situaci stávající norma [1] nezná.



Obrázek 2.3: Čelákovice – příklad uspořádání přestupního uzlu veřejné hromadné dopravy

Všechna nová i rekonstruovaná nástupiště musí mít pevnou nástupní hranu. Nově budovaná a rekonstruovaná nástupiště na dráze celostátní a regionální se zřizují jako ostrovní, poloostrovní nebo vnější, s výškou 550 mm nad TK. Na drahách s provozem nízkopodlažních vozidel s výškou nástupních prostor nižší než 550 mm a na nástupištích tratí mimo evropskou železniční síť u koleje o poloměru oblouku menšího než 300 m mohou být se souhlasem vlastníka dráhy zřízena ostrovní, poloostrovní nebo vnější nástupiště výšky 380 mm nad TK (fakticky se jedná o legislativní přípravu na teoretický příchod systému vlakotramvají do podmínek ČR). Při rekonstrukci stávajících vnějších a úroňových nástupišť na tratích mimo evropskou železniční síť ve zvlášť stísněných poměrech může být výjimečně se souhlasem vlastníka dráhy ponecháno i nástupiště s výškou hrany 200–250 mm nad TK.

Pokud jsou v mezilehlých stanicích na jednokolejné trati zřízena pouze úroňová nástupiště, vlaky osobní dopravy zastavují na kolejích bližších k výpravní budově a vlaky projíždějící jsou vedeny na kolejích vzdálenějších. Zastavuje-li v takových stanicích více vlaků současně, musí být zajištěny bezpečné přístupy cestujících i k nejbližšímu vlaku. Je třeba navrhnout nástupiště tak dlouhá, aby se vlaky vzájemně nepřekrývaly. Na méně významných tratích je vhodné při rekonstrukcích stanic uplatnit kombinaci poloostrovních (jednostranných či oboustranných) a vnějších nástupišť. Oproti stanicím s mimoúroňovým přístupem k nástupišťům je jejich realizace méně investičně náročná, ale za cenu snížení bezpečnosti cestujících a propustnosti stanice.

Ve druhé polovině 20. století se při modernizačních pracích (často v souvislosti s elektrizací) rozmohl fenomén tzv. poloperonizace, který se při rekonstrukcích aplikoval na české železniční síti až do počátku století současného. Zmíněný způsob úprav se realizoval převážně na dvoukolejných tratích z důvodu požadavků na zvýšení propustnosti stanic a bezpečnosti cestujících. Úprava spočívá ve vybavení stanice ostrovním nástupištěm s úroňovým přístupem od výpravní budovy a dále úroňovými nástupišti. Ostrovní nástupiště je umístěno v protilehlé kolejové skupině od výpravní budovy, zatímco úroňová nástupiště se umístí v přílehlé skupině kolejí před výpravní budovou.

Ve stanicích s vysokou intenzitou provozu vlaků a cestujících se navrhuje tzv. plná peronizace, kdy je stanice vybavena nástupišti s mimoúroňovým přístupem a případně vnějším nástupištěm před výpravní budovou, čímž je plně eliminován úroňový přechod cestujících k nástupišťům přes staniční kolejiště.

3.1 Statistický přehled železničních stanic a nástupišť v nich na veřejné železniční síti České republiky

V podmínkách ČR stále výrazně převládají stanice s klasickými nízkými nástupišti a úroňovým přístupem přes kolejiště stanice (914). Následují stanice plně peronizované (120), poloperonizované (69), a stanice s úroňovým přístupem k tzv. vysokým nástupišťům (37).

Podle způsobu příchodu na nástupiště (s ohledem na dosavadní zvyklosti v ČR) výrazně převládají stanice s přístupem prostřednictvím úroňového přechodu přes kolejiště, včetně železničního přejezdu a centrálního přechodu (962). Stanic s podchodem se v ČR nachází 164 a stanic s nadchodem pouze 14.

Nástupních hran se v železničních stanicích na naší síti nachází celkem 3 317, tj. v průměru 2,9 na jednu stanic. Vyhodnocení počtu jednotlivých typů nástupních hran v železničních stanicích vypadá následovně: úroňová nástupiště, včetně vnějších nízkých (2 488), vnější vysoká (111), úroňová nízká oboustranná – předchůdce současných oboustranných poloostrovních nástupišť (42), poloostrovní jednostranná vysoká (4), poloostrovní oboustranná vysoká (54), ostrovní nízká (248), ostrovní vysoká (288), jazyková nástupiště „z plochy“ (tj.

z prostoru, který není nástupištěm) nízká (26) a vysoká (22) a jazyková nástupiště „z nástupiště“ (tj. prstově prodloužená část oboustranného nástupiště) nízká (21) a vysoká (13).

Hodnocení přístupů k nástupním hranám v železničních stanicích obecně dle úrovně logicky odpovídá výše uvedené statistice zaměřené na vlastní nástupiště. Výsledkem je 2 588 nástupních hran s přístupem v úrovni koleje a 729 hran s přístupem mimoúrovňovým.

Dle výšky nástupních hran vypadá hodnocení stavu na české železniční síti následovně: vysokých nástupních hran, tedy odpovídajících aktuálnímu znění normy, je na české síti pouze 492, zatímco nízké hrany naprosto převládají (2 825).

Uvedený výčet vychází z údajů ke konci roku 2011. Přehledné statistické zpracování dokumentují obr. 3.1, obr. 3.2 a tab. 3.1.

3.2 Parametry nových nebo modernizovaných nástupišť na veřejné železniční síti České republiky

Nástupiště a alespoň jedna přístupová cesta na ně musí být bezbariérově přístupná pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace. Každé mimoúrovňové nástupiště musí být vybaveno bezpečnostním pásem šířky minimálně 800 mm (při rychlosti do 160 km/h), resp. 1 300 mm (při rychlosti nad 160 km/h do 200 km/h včetně). Mimo bezpečnostní pás musí být na nástupišti zachovány další dva pěší průchody šířky 800 mm, čemuž musí odpovídat šířka veřejnosti přístupné části nástupiště. Překážky musí být vzdáleny nejméně 1 200 mm od okraje bezpečnostního pásu a zároveň nejméně 2 000 mm od nástupní hrany při délce překážky do 10 m a o 400 mm dále při délce překážky nad 10 m. Při rekonstrukci stávajících nástupišť není nutné vyhovět předchozím parametrům, ale musí být dodržena alespoň vzdálenost 3 000 mm od osy koleje a zachován alespoň jeden průchod šířky 800 mm. Mimoúrovňová, poloostrovní a vnější nástupiště musí mít dále bezpečnostní pás oddělený hmatnou vodící linií šířky 400 mm s funkcí varovného pásu po celé délce nástupní hrany. Konec veřejnosti přístupné části nástupiště musí být označen varovným pásem nebo zábradlím se zarážkou pro slepeckou hůl. Délka nástupní hrany musí s drobnou rezervou odpovídat délce předpokládaného nejdelšího zastavujícího vlaku osobní dopravy (s přihlédnutím k výhledovým záměrům objednatelů veřejné osobní drážní dopravy). Není-li takové řešení ve stísněných poměrech možné, lze zřídit i nástupiště kratší, ale bezpečnost výměny cestujících musí být v takovém případě zajištěna organizačním opatřením dopravce. Nástupiště musí být vybaveno názvem stanice či zastávky a vybaveno informačním systémem pro cestující. [1]

Nástupiště by ideálně měla být navrhována v přímé, nicméně je možno je navrhovat v obloucích o poloměru 300 m a větším. V případě nižšího poloměru (až 190 m) je nutný dohled dopravce na všechny dveře soupravy (případně je povolena výměna cestujících jen z prvního vozu soupravy) a není povolena výška nástupiště větší než 380 mm nad TK. Největší hodnota převýšení koleje v oblouku u nástupní hrany má být do 60 mm a nesmí překročit 110 mm. [1]

Vzdálenost nástupiště od osy přilehlé koleje při její výšce do 380 mm nad TK je stanovena na 1 650 mm, při výšce 550 mm nad TK se určí podle vztahu (3.1). Tento vztah vychází z pravidel pro určování rozměrů průjezdného průřezu. Při odstupňování vzdálenosti nástupiště od osy koleje po centimetrech (zaokrouhlení nahoru) přichází v úvahu pouze dvě hodnoty vzdálenosti L , a to 1 670 mm pro poloměr směřového oblouku 1 500 m a větší a 1 680 mm pro poloměr do 1 500 m (a zároveň nad 300 m včetně). [1]

$$L = 1650 + \frac{3750}{R} + \frac{1470 - 1435}{2} = 1667,5 + \frac{3750}{R} \quad (3.1)$$

- kde: L – vzdálenost nástupištní hrany od osy přilehlé koleje [mm]
 R – poloměr směrového oblouku přilehlé koleje [m]

Příčný sklon nástupiště musí být z důvodu odvedení vody 0,5–2,0 %, součinitel smykového tření povrchu nástupišť musí mít hodnotu minimálně $\mu = 0,6$. Šířka nástupiště má odpovídat špičkové frekvenci cestujících a musí umožnit napojení přístupových komunikací. Nejmenší šířka nástupiště dle jeho druhu odpovídá následujícím hodnotám [1]:

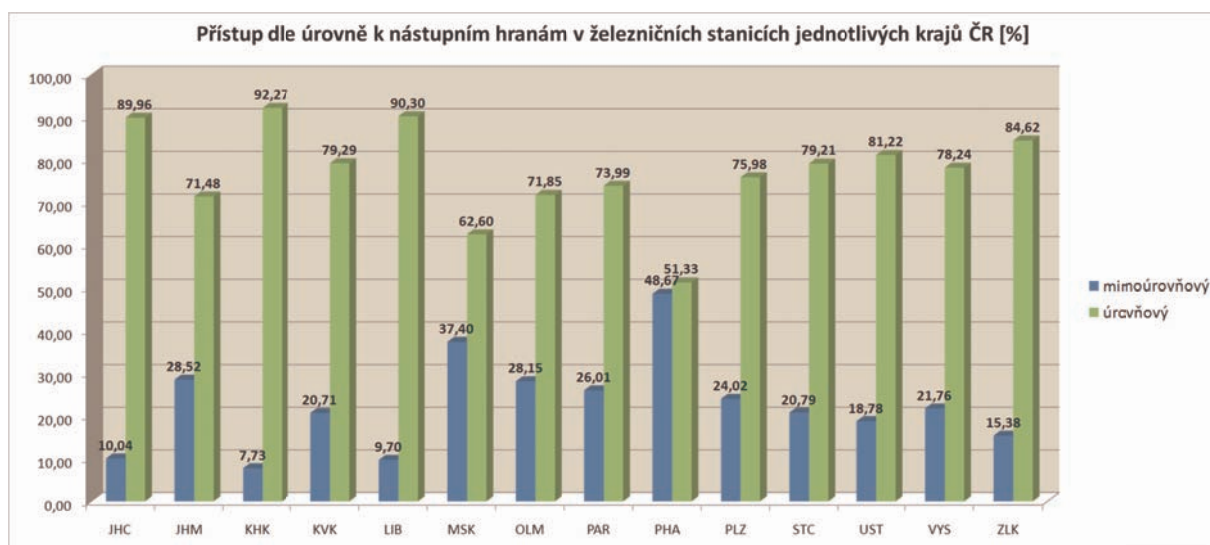
- ostrovní: 6,1 m
- oboustranné poloostrovní: 4,3 m
- jazykové, konec ostrovního a poloostrovního oboustranného: 3,2 m
- vnější a poloostrovní jednostranné: 2,5 m (lépe 3,0 m)

Z hlediska konstrukce se stále na české železniční síti vyskytují úrovněvá nástupiště bez pevné nástupní hrany (sypaná), která jsou v praxi v důsledku podudržovanosti nejméně ideálním řešením, kdy v nejkritičtějších případech úroveň nástupní hrany téměř odpovídá temeni kolejnice, což může znamenat překonávání výškového rozdílu až cca 500 mm při nástupu do vozidel. Sypaná nástupiště se zpevněnou nástupní hranou (z tvárnic „Tischer“ či z betonových prahů vyňatých z koleje) zaručují normou přípustnou výšku nástupní hrany a představují tak o jeden stupeň kvalitativně vyšší řešení. Poslední z kategorií úrovněvých nástupišť jsou nástupiště se zpevněnou nástupní plochou, a to dlažbou, asfaltobetonem nebo betonovými konzolovými deskami (tzv. nástupiště typu „SUDOP“). Pro konstrukci mimoúrovňových nástupišť se rovněž využívá konstrukce typu „SUDOP“, kdy plochu nástupiště tvoří konzolová deska uložená z jedné strany na ztuhlých vrstvách nenamrzavého materiálu a na druhé straně na tvárnici „Tischer“ podepřené úložným blokem. V současnosti se prosazují konstrukce hran nástupišť prostřednictvím prefabrikátu tvaru „L“, kdy pochozí plochu nástupiště tvoří buď opět konzolové desky, nebo je celý prostor zadlážděn, příp. pokryt asfaltobetonem. Novým typem konstrukce, který se v podmínkách ČR teprve zkouší, je konstrukce „UMSTEIGER PLUS 2000“, jejíž nevýznamnější předností je nižší plocha záboru pozemku díky skutečnosti, že nástupiště této konstrukce nepotřebuje podporu na konci odvráceném od koleje.

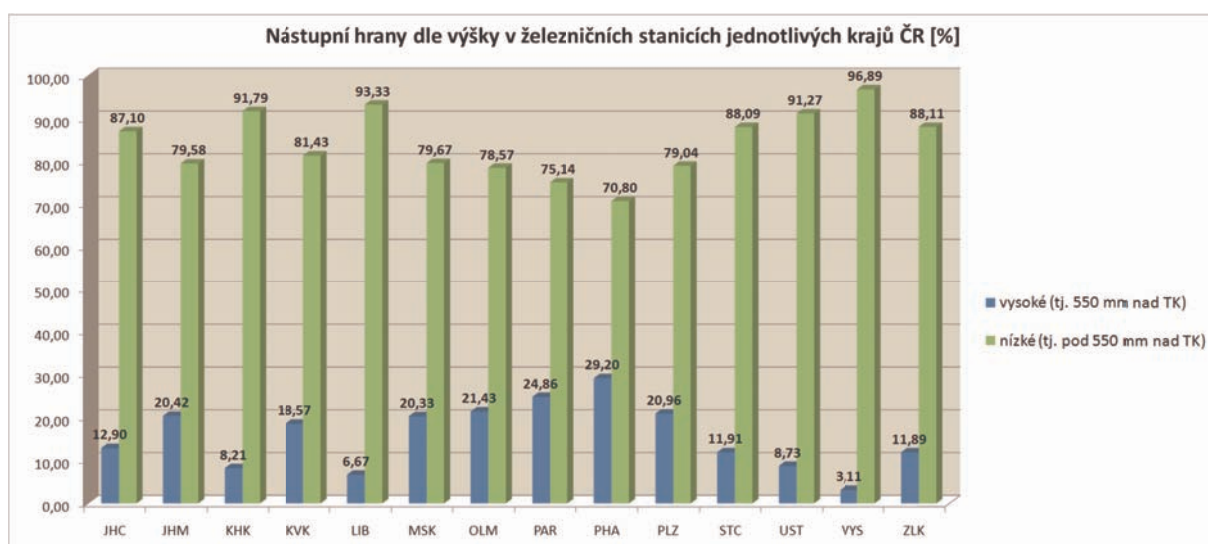
4 Nástupištní přístřešky

Ostrovní, poloostrovní, jazyková a vnější nástupiště se mohou vybavit, pokud nejsou zastřešena a nepřiléhají k verandě výpravní budovy, nástupištními přístřešky. Umístění a délka přístřešků se navrhuje podle předpokládané špičkové frekvence cestujících, délek pravidelně zastavujících vlaků a umístění přístupových cest. Minimální plocha přístřešku činí 6 m² [1]. Pokud z povrchu schodišť a šikmých ramp nemůže gravitačně na okolní terén odtékat srážková voda, musí být zastřešena alespoň část nástupiště s příslušným přístupovým schodištěm nebo šikmou rampou, případně jenom samotné schodiště či rampa.

Zastřešení celé šíře ostrovních nástupišť by se přednostně měla navrhovat se střední podpěrou, vzdálenost podpory zastřešení od schodiště či rampy musí být minimálně 2,5 m, neměla by být menší než šířka schodiště či rampy. Pro ochranu cestujících před nepříznivými vlivy povětrnostních podmínek se doporučuje přístřešky se střední podpěrou doplnit zástěnami. Střecha nástupištního přístřešku musí rovněž co nejlépe chránit cestujícího před těmito vlivy. Podchodná výška otevřených přístřešků je minimálně 5,9 m, v případě alespoň částečně



Obrázek 3.1: Statistika nástupních hran na české železniční síti dle druhu přístupu



Obrázek 3.2: Statistika nástupních hran na české železniční síti dle výšky

Počet stanic	JHC	JHM	KHK	KVK	LIB	MSK	OLM	PAR	PHA	PLZ	STC	UST	VYS	ZLK	ČR
celkem	119	86	73	60	64	84	80	56	26	82	171	125	65	49	1140
mezilehlá	97	54	45	42	51	50	52	37	15	59	116	82	52	34	786
koncová	6	6	6	4	4	15	9	3	1	3	10	3	2	5	77
přípojná	5	11	9	5	4	12	11	8	0	14	19	8	9	1	116
odbočná	6	9	7	5	2	3	5	6	4	3	9	15	1	7	82
úvraťová	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	7
křížovatková	0	1	3	0	0	1	0	1	2	0	0	3	0	1	12
uzlová	5	4	3	4	3	3	3	1	4	1	14	13	1	1	60
Usp. nástupišť	JHC	JHM	KHK	KVK	LIB	MSK	OLM	PAR	PHA	PLZ	STC	UST	VYS	ZLK	ČR
celkem	119	86	73	60	64	84	80	56	26	82	171	125	65	49	1140
úrovňová nízká	102	61	67	48	60	58	59	42	18	64	138	103	55	39	914
poloperonizace	1	14	0	0	0	3	11	6	1	1	17	6	2	7	69
peronizace	5	8	1	8	3	21	7	5	7	16	13	16	8	2	120
úrovňová vysoká	11	3	5	4	1	2	3	3	0	1	3	0	0	1	37
Přístup	JHC	JHM	KHK	KVK	LIB	MSK	OLM	PAR	PHA	PLZ	STC	UST	VYS	ZLK	ČR
celkem	119	86	73	60	64	84	80	56	26	82	171	125	65	49	1140
přechod	114	64	71	52	61	60	63	48	18	67	144	103	56	41	962
podchod	4	21	1	8	3	18	17	7	8	13	25	22	9	8	164
nadchod	1	1	1	0	0	6	0	1	0	2	2	0	0	0	14
Počet hran	JHC	JHM	KHK	KVK	LIB	MSK	OLM	PAR	PHA	PLZ	STC	UST	VYS	ZLK	ČR
celkem	279	284	207	140	165	246	238	173	113	229	529	378	193	143	3317
úrovňová (vč. vnějších nízkých)	235	192	189	100	141	142	157	124	56	169	414	307	145	117	2488
vnější vysoká	10	11	7	6	5	10	7	7	7	19	12	9	0	1	111
úrovňové nízké se 2 hranami	0	6	0	4	2	10	6	0	2	4	2	0	4	2	42
poloostrovní jednostranná vysoká	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	4
poloostrovní oboustranná vysoká	16	4	2	6	6	2	8	4	0	0	2	0	2	2	54
ostrovní nízká	8	24	0	8	6	44	12	6	14	4	46	34	36	6	248
ostrovní vysoká	10	36	4	10	0	32	34	28	22	28	44	22	4	14	288
jazyková "z plochy" nízká	0	4	0	2	0	0	6	0	8	2	2	0	2	0	26
jazyková "z plochy" vysoká	0	4	4	0	0	6	2	2	4	0	0	0	0	0	22
jazyková "z nástupiště" nízká	0	0	1	0	5	0	6	0	0	2	2	4	0	1	21
jazyková "z nástupiště" vysoká	0	2	0	3	0	0	0	2	0	0	4	2	0	0	13
Přístup	JHC	JHM	KHK	KVK	LIB	MSK	OLM	PAR	PHA	PLZ	STC	UST	VYS	ZLK	ČR
celkem	279	284	207	140	165	246	238	173	113	229	529	378	193	143	3317
mimoúrovňový	28	81	16	29	16	92	67	45	55	55	110	71	42	22	729
úrovňový	251	203	191	111	149	154	171	128	58	174	419	307	151	121	2588
Výška	JHC	JHM	KHK	KVK	LIB	MSK	OLM	PAR	PHA	PLZ	STC	UST	VYS	ZLK	ČR
celkem	279	284	207	140	165	246	238	173	113	229	529	378	193	143	3317
vysoké (tj. 550 mm nad TK)	36	58	17	26	11	50	51	43	33	48	63	33	6	17	492
nízké (tj. pod 550 mm nad TK)	243	226	190	114	154	196	187	130	80	181	466	345	187	126	2825

Tabulka 3.1: Kompletní statistika nástupišť ve stanicích na železniční síti ČR

uzavřených přístřešků alespoň 2,2 m. Odvodnění střechy přístřešku musí být navrženo tak, aby dešťová voda nestékala na pochozí plochy.

Ve velkých osobních stanicích se může aplikovat přístřešková hala, která chrání celé kolejiště, ale toto řešení na našem území (narozdíl např. od Německa) nedoznalo většího rozšíření.

5 Návazná zařízení a objekty

Spojovací komunikace mezi výpravní budovou a nástupišti by měly být co nejkratší a musí umožnit přístup osobám se sníženou schopností pohybu a orientace. Bezbariérový přístup na mimoúrovňové nástupiště lze řešit prostřednictvím šikmé rampy, osobního výtahu a šikmé schodišťové nebo vertikálně zdvihací plošiny. Bezbariérový přístup na úrovňové nástupiště se řeší prostřednictvím šikmé rampy.

Pro mimoúrovňový přístup cestujících na nástupiště se ve většině případů navrhuje podchod, protože cestující překonává menší výškové rozdíly. Z hlediska psychologie je pak jeho další nespornou výhodou fakt, že cestující při použití podchodu nejprve klesá prostřednictvím schodiště směrem dolů pod kolejiště, zatímco pro použití lávky je třeba na ni nejprve vystoupat. Nevýhodou podchodu mohou být vyvolané pocity stísněnosti a nemožnosti úniku v případě nebezpečí i jeho relativně snadné znečištění. Velkou výhodou lávek (nadchodů) je kratší doba výstavby, menší omezování železničního provozu během výstavby a nižší investiční náklady. Výběr mezi podchodem a lávkou závisí také na výškové úrovni haly výpravní budovy a přednádraží vzhledem k výškové úrovni kolejiště a na geologických a hydrotechnických poměrech. Pro konstrukci podchodů se používají převážně prefabrikované rámové dílce typu DZR různých rozměrů.

Pro přístup cestujících na poloostrovní nástupiště na jednokolejných tratích je možno (se souhlasem vlastníka dráhy) aplikovat centrální úrovňový přechod v případě, že vede přes koleje s maximální rychlostí 50 km/h. Žádoucí by byla aplikace centrálních úrovňových přechodů i v místech křížení s kolejemi pojížděnými vyšší rychlostí, kdy by bylo vhodné takové přechody zabezpečit např. světelným signalizačním zařízením či jinou formou dočasné bariéry. V rozhledových polích takového přechodu nesmí být umístěna nebo ponechávána žádná zařízení, která by ztěžovala nebo omezovala rozhled. Centrální přechod je umístěn mimo nástupní hranu nástupiště (preferuje se řešení s obvyklým zastavováním vlaků před přechodem). Přechod je z obou stran opatřen varovnými pásy v kontrastním provedení a výstražnými tabulemi. Pro informování o průjezdu vozidel přes centrální přechod je zřízeno informační zařízení, případně je pohyb cestujících organizován zaměstnancem provozovatele dráhy či drážní dopravy.

Průchodná šířka podchodů a lávek se stanovuje výpočtem podle špičkové frekvence cestujících. Její nejmenší dovolená hodnota je 2,2 m. Nejmenší podchodná výška je pak 2,5 m, v případě cest s mechanizovaným čištěním vozíky s obsluhou 2,7 m. Zavazadlový tunel se navrhuje zpravidla dvouproudový, jeho průjezdná šířka se určuje dle technologie provozu, její minimální hodnota by měla být 3,0 m a podjezdná výška alespoň 2,7 m.

Přístupy k nástupišťům se u podchodů a lávek doporučuje situovat do vnitřní třetiny délky nástupiště. Musí být plynulé a přirozené a přednostně by se měla navrhnout taková jejich řešení, která povedou k minimalizaci docházkových vzdáleností a ztracených výškových rozdílů.

Průchodná šířka nástupišť, chodníků a šikmých ramp pro cestující se dimenzuje na špičkovou frekvenci cestujících. Nejmenší dovolená průchodná šířka schodišťového ramene je 1,60 m (měřeno mezi madly). Schodiště musí mít ramena s výškou stupně do 160 mm, sklon ramene nesmí být větší než 28° a hrana nástupního a výstupního schodu každého ramene musí

mít povrch kontrastně rozeznatelný od okolních schodů a podest. Součinitel smykového tření povrchu schodů a podest musí mít hodnotu minimálně $\mu = 0,6$.

Šikmé rampy pro cestující se navrhují ve sklonu do 8,33 % (1:12), rampy délek do 3 000 mm až do 12,5 % (1:8), a průchodné šířce alespoň 1,3 m (pokud je rampa jediným přístupem na nástupiště, tak 1,6 m). Rampy delší než 9 000 mm musí být každých 9 000 mm přerušeny podestou o jednostranném sklonu maximálně 2 % v délce alespoň 1 500 mm (podesty musí mít i kruhové či jinak zakřivené šikmé rampy). Součinitel smykového tření povrchu šikmých ramp musí dosahovat hodnoty minimálně μ_{min} podle (5.1).

$$\mu_{min} = 0,6 + \operatorname{tg} \alpha \quad (5.1)$$

kde: μ_{min} – minimální hodnota součinitele smykového tření povrchu šikmých ramp [-]
 α – úhel sklonu rampy [°, rad, grad]

Schodiště a šikmé rampy pro cestující musí být vybaveny z obou stran madly ve výšce 900 mm, případně 1 000 mm, která musí nepřerušovaně sledovat jejich sklon, musí přesahovat jejich oba konce minimálně o 300 mm a musí být ukončena zaobleně. Šikmé rampy musí mít navíc po obou stranách ve výši 250 mm od povrchu rampy vodící tyč. Madla podél bezbariérových přístupových cest k nástupišti musí obsahovat stručnou informaci (např. číslo nástupiště) Braillovým písmem.

Přejezdy pro služební vozíky se zřizují ve stanicích (případně i zastávkách na vícekolejných tratích), kde se předpokládá mechanizované čištění nástupišť nebo zde funguje výpravní oprávnění pro zavazadla a kusové zásilky a kde zároveň nelze nebo to není z důvodu četnosti pohybu této techniky nebo frekvence cestujících vhodné zajistit přístup této techniky podchody (výjimečně nadchody) a výtahy. Úroňové přejezdy pro manipulační techniku se dále zřizují ve stanicích, kde je přístup pro osoby se sníženou schopností pohybu zajištěn výtahy, šikmými schodišťovými plošinami nebo vertikálně zdvihací plošinou pro případ poruchy technologického zařízení. Šířka přejezdu pro vozíky musí být alespoň 1,8 m. Pro služební účely mohou být mimoúrovňová nástupiště propojena úroňovými přechody bez snížení nástupních hran. Zřízení přejezdu pro vozíky a služebního přechodu se nepřipouští přes koleje, na nichž je umožněna rychlost větší než 160 km/h.

V případě použití osobních výtahů musí být tyto bezbariérově přístupné a uživatelné. Volná plocha před nástupními místy do výtahů a zdvihacích plošin musí být nejméně (1 500×1 500) mm, ve stísněných podmínkách mohou být sníženy na (800×1 200) mm u přímého nájezdu a (1 200×1 500) mm u nájezdu s otočením.

Ve významných stanicích s velkou frekvencí cestujících se doporučuje v závislosti na místních podmínkách pevná schodiště doplnit pohyblivými schody (eskalátory).

6 Literatura k této části

- [1] ČSN 73 4959. *Nástupiště a nástupištní přístřešky na drahách celostátních, regionálních a vlečkách*. Praha: ÚNMZ, 2009. 24 s.
- [2] Vyhláška č. 177/1995 Sb., kterou se vydává stavební a technický řád drah, ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Rozhodnutí Komise EU č. 2008/164/ES o technické specifikaci pro interoperabilitu týkající se „osob s omezenou schopností pohybu a orientace“ v transevropském konvenčním a vysokorychlostním železničním systému ze dne 21. prosince 2007. In: *Úřední věstník Evropské unie*. 2007, L 64/72.
- [4] SŽDC SR 70. Číselník železničních stanic, dopravně zajímavých a tarifních míst. Praha: SŽDC, 2011.
- [5] KUBÁT, Bohumil a Lukáš TÝFA. *Železniční tratě a stanice*. Vydání 2. přepracované – dotisk. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-02782-1.
- [6] VANĚK, Martin. *Rekonstrukce železniční stanice Stará Paka*. Praha, 2007. Bakalářská práce. ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů.
- [7] VANĚK, Martin. Typový rozbor nástupišť a stanic na železniční síti České republiky. *Silnice železnice*. 2011, roč. 6, č. 5, s. P1-VI–P1-VIII. ISSN 1801-822X.
- [8] JACURA, Martin, Tomáš JAVOŘÍK, Martin VANĚK a Lukáš TÝFA. Dílčí výstupy z rozboru nástupišť a železničních stanic v České republice. *Doprava*. 2010, roč. 52., č. 5, s. 21–23. ISSN 0012-5520.
- [9] HAVLENA, Ondřej, Martin JACURA, Tomáš JAVOŘÍK, David PÖSCHL, Lukáš TÝFA a Martin VANĚK. Statistika nástupišť v železničních stanicích na území ČR. In: *Konference ŽELEZNICE 2010*. Praha: SUDOP PRAHA, Správa železniční dopravní cesty, 2010, s. 103–108.

Část III

Pěší proudy v přestupním uzlu veřejné hromadné dopravy

7 Stanovení plošných nároků cestujících v přestupních uzlech veřejné hromadné dopravy

Jedním z mnoha aspektů při návrhu zařízení pro přepravu osob v přestupních uzlech veřejné dopravy je bezpochyby dostatečné, avšak účelné prostorové dimenzování těchto zařízení. Na tento problém lze nahlížet ze tří základních pohledů. Prvním, a do jisté míry rozhodujícím, je dodržování souvisejících pravidel. Jako další je třeba brát v úvahu hledisko projektanta, respektive provozovatele, pro kterého jsou rozhodujícím parametrem náklady na výstavbu (rekonstrukci) těchto zařízení při snaze o jejich minimalizaci a co nejmenší zásahy do již existujících zařízení. Protože je potřeba zvýšit konkurenceschopnost veřejné hromadné dopravy při přepravě osob, je nutné brát v úvahu rovněž hledisko poslední, ale přes jeho opomíjení možná nejpodstatnější, kterým je pohled samotného cestujícího.

Pro běžného cestujícího, ať už se hovoří o veřejné osobní drážní dopravě nebo o veřejné hromadné dopravě obecně, není dodržování platných norem směrodatným ukazatelem pro kvalitu přepravy. Tento fakt vychází především z nenormovanosti samotných cestujících a značné rozdílnosti situací, při kterých se cestující v přestupních uzlech veřejné dopravy vyskytují. Zcela jistě se bude při diskrétním pohledu chovat rozdílně cestující při každodenní cestě do zaměstnání, který nemá potřebu zjišťovat si informace o spoji a cestuje bez větších zavazadel, a skupina cestujících na cestě za rekreací, která daným spojem v daném místě cestuje poprvé a její situace je ztížena větším množstvím zavazadel.

Tyto rozdíly ve skladbě cestujících je zapotřebí brát do úvahy při návrhu jednotlivých zařízení v přestupních uzlech a vždy posoudit, zda je možné obecně modelovat skupinu cestujících za pomoci normových hodnot nebo zda v daném konkrétním případě je zapotřebí vlastnosti jednotlivých dílčích skupin diferencovat, což následně umožní dosáhnout lepších výsledků při optimalizaci uspořádání v přestupních uzlech VHD.

Jedním z případů, kdy je zapotřebí diferencovat skupiny cestujících, je návrh ploch pro vyčkávání, příp. pro přesun cestujících. S ohledem na výše uvedené je zřejmé, že dvě stejně početné skupiny cestujících mohou mít zcela rozdílné nároky na prostor pro vyčkávání – ať již se to týká přímo ploch určených pro vyčkávání cestujících, nebo nástupišť (příp. příchodů na tato nástupiště), kde se cestující zdržují před příjezdem svého vlaku, příp. autobusu. Zřejmě rozdílné požadavky na prostor bude mít průměrný cestující vyčkávající na vlak dálkového spoje směřující do některé z rekreačních destinací, jiné pak cestující čekající na příměstský vlak cestou do zaměstnání.

Tato kapitola si klade za cíl zjistit a popsat rozdíly v prostorových nárocích cestujících zjištěním typické skladby cestujících v závislosti na kategorii spoje a následně navrhnout postup pro zohlednění těchto skutečností při návrhu tohoto typu ploch pro cestující.

7.1 Kategorizace cestujících

Aby bylo možné popsat nároky cestujících na zabor plochy, není možné si vystačit, z důvodů uvedených v úvodu kapitoly, s normovými údaji. Je proto zapotřebí nalézt a definovat takové

skupiny cestujících, které jsou snadno přiřaditelné a kde lze jednotlivé odchylky ve zjištěných hodnotách v rámci skupiny vzhledem k jejich velikosti zanedbat. Na základě pozorování reálných situací byly vytipovány a pro další analýzu zvoleny následující skupiny cestujících:

- cestující bez zavazadel, příp. s příručním zavazadlem typu kabelka, kufřík, malá nákupní taška apod.
- cestující s malým batohem – ten představuje přibližně velikost běžného školního batohu
- cestující s velkým batohem – zde byly uvažovány batohy zjevně přesahující rozměry běžného školního batohu (krosny), řádově se jedná o batohy o objemu 50 l a více, se kterými nelze snadno manipulovat
- cestující s kufrem nebo taškou přes rameno – jedná se o zavazadlo stejné kategorie jako u předchozí skupiny, pouze nesené po boku cestujícího
- cestující s kufrem na kolečkách
- cestující s dětským kočárkem
- cestující s jízdním kolem

Toto rozdělení má za cíl postihnout nejen velikost přepravovaného zavazadla, ale rovněž způsob, jakým je toto nesené, či přepravováno. V některých případech lze totiž při rozdílném držení (nesení) zavazadla o stejné velikosti zaznamenat podstatný rozdíl v požadavcích na prostor, naopak v některých případech je rozdíl v záboru plochy i při rozdílných typech zavazadel téměř nezatelný.

I při poměrně podrobném rozdělení je však nutno pracovat s průměrnými hodnotami z dostatečně velkého objemu dat, neboť i v rámci vybrané skupiny lze pozorovat nezanedbatelný rozptyl naměřených hodnot. To je dáno zejména rozdílností samotných postav cestujících, způsobem jejich chůze či postoje, věkem, tvarem a způsobem držení přepravovaného zavazadla či dalšími vnějšími vlivy (např. v obsazené čekárně obklopený ostatními cestujícími zaujímá člověk podvědomě menší prostor než v čekárně prázdné). Nicméně i při zohlednění těchto individualit lze po zprůměrování získaných hodnot nalézt jasné rozdíly mezi výše uvedenými skupinami cestujících a tyto údaje využít společně s následujícími výsledky měření při optimalizaci zařízení pro cestující v přestupních uzlech.

7.2 Stanovení nároků na plochu podle typu cestujícího

Prvním krokem pro určení závislosti nárokové plochy jedním cestujícím v závislosti na kategorii spoje je samotné určení záboru plochy cestujícími dle skupin definovaných v předchozí části.

Pro samotná terénní měření byly vybrány významnější stanice, kde je možno očekávat pestřejší skladbu cestujících a získání relevantního množství údajů pro každou ze skupin tak, aby bylo možno výsledky označit za vypovídající. Konkrétně měření probíhala ve stanicích Beroun, Hradec Králové hl. n., Kolín a Praha Masarykovo nádraží, a to jak v pracovní dny, tak o víkendech. Metodika měření byla zvolena tak, aby cestující, resp. jejich postoj či způsob držení zavazadel, nebyli ovlivněni vědomím o probíhající měření. Bylo tedy zapotřebí stanovit dostatečně přesný postup, který nevyžaduje asistenci cestujícího. Z tohoto důvodu byla k měření vybírána ta místa, jejichž podlahová plocha je upravena dlažbou. Při dostatečně malých rozměrech použitých podlahových prvků lze s dostatečnou mírou přesnosti určit jejich

druh zavazadla	skladba cestujících [%]				
	dle místa měření		ve vlaku - dle kategorie		
	stanice	vlaky	EC/Ex	R/Sp	Os
<i>i</i>			<i>p_i</i>	<i>p_i</i>	<i>p_i</i>
bez zavazadel nebo s příručním zavazadlem	42,6	41,9	27,4	40,0	52,5
s malým batohem	26,4	25,7	17,5	25,1	31,3
s velkým batohem (krosnou)	8,6	13,4	21,0	18,4	4,1
s kufrem nebo s taškou přes rameno	10,4	9,4	14,0	7,7	8,1
s kufrem na kolečkách	9,4	8,6	20,0	8,1	2,0
s dětským kočárkem	0,9	0,7	0,1	0,1	1,6
s jízdním kolem	1,7	0,4	0,0	0,6	0,4
součet	100	100	100	100	100

Tabulka 7.1: Plocha zabraná jednotlivými typy cestujících

počet podle toho, kolik jich cestujících obsadí, a z jejich rozměru pak následně vypočítat zabranou plochu. Pro výpočet byly využívány dlaždice s plochou 100–225 cm². Přehled zjištěných výsledků shrnuje levá část tabulky 7.2.

Z tabulky 7.2 je patrné, že u některých skupin cestujících byl naměřen větší rozptyl naměřených hodnot. Jde zejména o skupiny s větším zavazadlem či kočárkem, kde záleží na způsobu a poloze držení zavazadla. Naopak u jízdního kola se rozptyl hodnot opět zmenšuje – tuto skutečnost lze vysvětlit poměrně omezenými možnostmi úchopu jízdního kola vzhledem k jeho nestabilitě. Obecně však výsledky měření podepřely oprávněný předpoklad, že velikost záboru plochy jedním cestujícím závisí na rozměrech jeho zavazadel, přičemž při zavazadlech přepravovaných po zemi (kufr na kolečkách, kočárek, jízdní kolo) roste velikost záboru rychleji.

7.3 Zjištění skladby cestujících podle jejich typu

Aby bylo možné zjistit prostorové nároky cestujících na plochy zařízení v přestupních uzlech, je zapotřebí kromě plošných nároků jednotlivých skupin zjistit i procentuální zastoupení těchto skupin ve skladbě cestujících. V tomto kroku je možno rozlišovat dva typy ploch. Jedním jsou plochy, kde není možno rozlišit kategorii spoje, kterou cestující použil, resp. kterou se chystá použít. Příkladem takových ploch mohou být například čekárny, kde se setkávají cestující ze všech spojů zastavujících v dané stanici. V tomto případě je nutno použít hodnoty průměrné.

Druhým typem ploch jsou ty, které může být výhodné rozlišovat podle skladby cestujících, kteří se na nich zdržují. Příkladem takových ploch mohou být nástupiště, kdy na části nástupišť zastavují rychlíky a vlaky vyšší kvality, zatímco zbylá nástupiště slouží především pro místní a regionální dopravu. Zde je možno v případě aplikace diferencovaných požadavků na zábor plochy jednotlivými skupinami cestujících dosáhnout zamezení neodpovídajícího dimenzování nástupních a přístupových ploch nebo zvýšení komfortu a bezpečnosti cestujících tam, kde jsou požadavky na plochu vyšší.

Tabulka 7.1 ukazuje ve své levé části skladbu cestujících zjištěnou měřením přímo v prostorách železničních stanic a ve vozech vlaků osobní dopravy, které bylo prováděno za

druh zavazadla	plocha zabraná 1 cest. [m ² /os]			poměrný plošný nárok [m ² /os]		
	max	min	prost. ar. průměr	EC/Ex	R/Sp	Os
<i>i</i>	<i>a_{i,max}</i>	<i>a_{i,min}</i>	<i>a_i</i>	<i>A_i</i>	<i>A_i</i>	<i>A_i</i>
bez zavazadel nebo s příručním zavazadlem	0,27	0,14	0,21	0,058	0,084	0,110
s malým batohem	0,36	0,18	0,22	0,039	0,055	0,069
s velkým batohem (krosnou)	0,80	0,20	0,48	0,101	0,088	0,020
s kufrem nebo s taškou přes rameno	0,79	0,25	0,42	0,059	0,032	0,034
s kufrem na kolečkách	1,89	0,41	0,73	0,146	0,059	0,015
s dětským kočárkem	1,44	0,47	0,83	0,001	0,001	0,013
s jízdním kolem	0,95	0,63	0,74	0,000	0,004	0,003
součet				0,402	0,324	0,263

Tabulka 7.2: Skladba cestujících při měřeních

účelem možnosti rozlišení cestujících dle kategorie spoje. Měření ve stanicích byla prováděna v žst. Beroun, Česká Třebová, Zábřeh n. M., Šumperk, Brno hl. n., Nymburk hl. n., Praha hl. n., Plzeň hl. n., Hradec Králové hl. n. a Praha–Smíchov.

Porovnáním těchto údajů je patrné, že zjištěné hodnoty pro jednotlivé skupiny se liší pouze v rádech desetin procentního bodu a průměrná skladba cestujících vyčkávajících v prostorách stanice odpovídá průměrné skladbě cestujících zjištěné následně přímo ve vlacích (jedinou výjimku zde tvoří skupina cestujících s velkým batohem; vzhledem k malým odchylkám u ostatních skupin lze dovozovat, že se nejedná o chybu v měření, ale že tato skupina využívá k vyčkávání na spoj jiných prostor než čekáren a hal, ve kterých bylo měření prováděno).

Poslední skupina měření byla provedena ke zjištění závislosti skladby cestujících na kategorii spoje. Tato měření byla prováděna výhradně přímo ve vozech, aby výsledné hodnoty nebyly ovlivněny například osobami vyprovázejícími cestující na nástupiště. Pro účely tohoto měření byly vlaky rozděleny do tří skupin:

- vlaky vyšší kvality kategorie EC/IC a Ex
- rychlíky a spěšné vlaky (R, Sp)
- osobní vlaky (Os)

Rozdíly mezi jednotlivými kategoriemi vlaků jsou patrné z pravé části tabulky 7.1 a odpovídají předpokládanému využití uvedených kategorií – zatímco vlaky osobní jsou využívány k přepravě na kratší vzdálenosti povětšinou do zaměstnání a škol, vlaky vyšších kategorií slouží k cestám na delší vzdálenosti, což s sebou přináší vyšší výskyt cestujících s rozměrnějšími zavazadly.

Názorný obrázek o tom, jak se liší prostorové nároky cestujících podle jednotlivých kategorií vlaků, je možno získat spojením údajů o prostorových nárocích jednotlivých skupin cestujících a o procentuálním zastoupení těchto skupin v množině všech cestujících – viz pravá část tabulky 7.2. Způsob získání hodnot v pravé části této tabulky a jejich použití k dimenzování plochy, která je nutná pro cestující, ukazuje vztah (7.1). Ze součtových hodnot v tabulce 7.2 vyplývá, že prostorové nároky cestujících rostou s kategorií vlaku, kterou využívají.

$$S = \sum_{(i)} S_i = \sum_{(i)} a_i \cdot x_i = \sum_{(i)} a_i \cdot p_i \cdot x = x \cdot \sum_{(i)} a_i \cdot p_i = x \cdot \sum_{(i)} A_i \quad (7.1)$$

- kde: x – celkový počet cestujících ve vlaku určité kategorie [os]
 S – plocha zabraná všemi cestujícími z vlaku určité kategorie [m²]
 S_i – plocha zabraná cestujícími s i -tým druhem zavazadla z vlaku určité kategorie [m²]
 a_i – průměrná plocha zabraná jedním cestujícím s i -tým druhem zavazadla z vlaku určité kategorie [m²/os]
 x_i – počet cestujících s i -tým druhem zavazadla z vlaku určité kategorie [os]
 p_i – podíl cestujících s i -tým druhem zavazadla ve vlaku určité kategorie [-]
 A_i – poměrný plošný nárok cestujících s i -tým druhem zavazadla z vlaku určité kategorie [m²/os]

7.4 Srovnání s platnými technickými předpisy

Dimenzování ploch pro cestující ve výpravních budovách a budovách zastávek řeší TNŽ 73 4955 [2]. Pro budovy zastávek a pro výpravní budovy stanic s malou špičkovou frekvencí stanovuje pro kryté čekací plochy min. plochu 0,5 m² na 1 cestujícího, pro uzavřené čekárny je to pak 0,55 m². V případě čekacích ploch výpravních budov stanic s vyšší špičkovou frekvencí uvažuje norma min. 1,2 m² na 1 cestujícího, další hodnoty pak rozlišuje pro čekárny pro cestující s dětmi, kulturní místnosti či restaurační zařízení. Tento údaj se dále upravuje pomocí koeficientů a frekvenčního rozptylu. Žádný z koeficientů však neuvažuje skladbu cestujících či kategorii zastavujících vlaků.

Pro stanovení minimální plochy nástupiště slouží ČSN 73 4959 [1]. Ta kromě minimálních rozměrů nástupištěních ploch s ohledem na bezpečnost stanovuje na jednoho cestujícího, ze špičkové frekvence nastupujících i vystupujících za čtvrt hodiny ze všech vlaků u nástupiště stojících, min. 0,5 m², kde plocha bezpečnostních pásů se nezapočítává. Ani v tomto případě není skladba cestujících řešena.

7.5 Dílčí závěr

Na základě provedených měření je možno konstatovat, že nároky na prostor v rámci ploch zařízení pro cestující se dle jednotlivých skupin cestujících liší, stejně jako se liší procentuální zastoupení těchto skupin ve skladbě cestujících v závislosti na kategorii vlaku.

Z těchto závěrů vyplývá, že při návrhu ploch pro cestující – ať již se jedná o novostavby či modernizace stávajících zařízení – může být účelné některé tyto plochy diferencovat v závislosti na jejich předpokládaném využití ve vztahu ke kategorii vlaku. Zatímco v případě přístupových hal a čekáren běžných stanic postrádá toto rozlišení smysl, neboť se zde mísí cestující ze všech kategorií vlaků, při návrhu čekacích ploch zastávek, stanic s malou frekvencí, specifických součástí stanic s vyšší špičkovou frekvencí a nástupiště a přístupových cest by měl být brán v úvahu účel těchto zařízení. V případě ploch určených pro obsluhu osobních vlaků lze v určité míře redukovat rozměry těchto ploch, neboť vzhledem k průměrné skladbě cestujících není třeba uvažovat s jejich nadstandardním dimenzováním. Na druhou stranu u těch zařízení, která slouží primárně k obsluze vlaků vyšší kvality, příp. rychlíků, by bylo vhodné tato dimenzovat s dostatečnou rezervou, která zajistí plynulejší a bezpečnější pohyb cestujících se zvýšenými nároky na prostor.

8 Rychlosti pohybu pěších proudů a propustnost jednotlivých prvků

Na přestup mezi jednotlivými podsystemy VHD je kladen současně následující požadavky: minimalizace času pěšího přesunu a jeho co nejmenší námaha (hledisko cestujících) a co nejnižší časové nároky na celkovou přestupní dobu (hledisko provozovatelů dopravy a provozovatelů dopravní cesty). Cestující nemá v úmyslu při přestupu ve VHD uskutečňovat dálkové pochody a provozovatelům krátká celková přestupní doba zjednodušuje konstrukci jízdního řádu. Je-li zároveň zachována mezi příjezdem prvního spoje a odjezdem spoje návazného přiměřená časová rezerva (tj. čas vymezený jízdním řádem na přestup je delší než stanovená doba přestupu), lze ji využít při mimořádnostech v dopravě ke snížení zpoždění. Celková přestupní doba se skládá z doby výstupu všech cestujících, pěšího přesunu a nástupu do druhého spoje (příp. čekání na příjezd spoje, pokud není již v době přestupu přistaven na své nástupní stanoviště) – její délka je ovlivněna právě časovou náročností k uskutečnění jednotlivých složek.

Výstup cestujících: Tato doba sestává z otevření dveří (jedná se v zásadě o zanedbatelnou hodnotu a čas otevření dveří vozidla lze ztotožnit s časem zastavení, jak bylo ověřeno opakovaným měřením) a výstupu cestujících z vozidla na nástupiště. Při stanovení celkové přestupní doby je třeba vycházet z doby výstupu všech cestujících vystupujících z vozidla. Na celkovou dobu výstupu má největší vliv počet a šířka dveří vozidla, méně významným faktorem je výška nástupní plochy vozidla, tzn. výškový rozdíl mezi nástupištěm a nástupní plochou vozidla. Teoretický výpočet ovlivňuje využití jednotlivých dveří, což je dáno nerovnoměrným obsazením jednotlivých vozů u výstupu, nebo rozestavením cestujících na nástupišti při nástupu.

Pěší přesun: Délka pěšího přesunu představuje dobu pohybu cestujícího mezi vozidlem spoje, z něhož vystoupil a vozidlem spoje, jímž hodlá pokračovat v další cestě. Obvykle sestává z těchto dob dílčích přesunových tras: vozidlo–vstup na přístupovou cestu, vstup do přístupové cesty (kupř. podchod), přesun po přístupové cestě, vstup na nástupiště, výstup z přístupové cesty–vozidlo. Rychlost chůze po vodorovné cestě se obvykle udává 4 km/h. Zejména ve složitějších přestupních uzlech ale tato hodnota znamená zkrácení celkové výpočtové přestupní doby, protože nezohledňuje zdržení způsobené časem na zorientování se cestujícího v neznámém prostředí. Stejně tak tato rychlost nebere zřetel na osoby se sníženou schopností pohybu a orientace, které se z pochopitelných důvodů způsobených jejich handicapem pohybují pomaleji a nezdědkakdy, vzhledem k použití bezbariérových cest, je trasa jejich přesunu delší.

Nástup cestujících: Tuto dobu, vyjma již uvedených faktorů u „výstupu cestujících“, ovlivňuje odpozorovaná skutečnost, že cestující převážně nastupují do několika výstupu z přístupové cesty nejbližších dveří soupravy a nevyužívají dveře nejbližších vozů. V případě výpočtu doby od zastavení prvního vlaku do odjezdu druhého (přípojného vlaku) navazuje na čas nástupu ještě doba potřebná pro zavření dveří a předání návěstí k odjezdu vlaku.

8.1 Propustnost dveřního profilu

Jedním z faktorů, který ovlivňuje dobu výměny (tzn. nástup/výstup) cestujících do železničního vozidla, je šířka dveřního prostoru a výškový rozdíl mezi nástupištěm a nástupní plochou

typ železničního vozidla	propustnost dveří železničního vozidla [os/s]				světlná šířka dveří [m]
	nástup z nástupní hrany ve výšce		výstup na nástupní hranu ve výšce		
	200 mm nad TK	550 mm nad TK	200 mm nad TK	550 mm nad TK	
jednotka ř. 471	1,09 (0,76)	1,25 (0,97)	1,22 (1,00)	1,20 (1,17)	1,34
os. vůz ř. Bdmtee	1,13 (1,20)	1,29 (0,91)	0,83 (0,69)	1,13 (0,73)	1,86
os. vůz ř. B	0,56 (0,52)	0,50 (0,49)	0,50 (0,44)	0,67 (0,45)	0,74

Tabulka 8.1: Propustnost dveří železničního vozidla

vozidla. Pro určení doby výstupu nebo nástupu cestujících je rozhodující propustnost profilu dveří osobního vozu, tj. počet cestujících, kteří projdou otvorem dveří za jednu sekundu. Naměřená hodnota vypovídá o rychlosti výměny cestujících a lze ji použít i pro porovnání celkové doby nástupu, nebo výstupu, je-li známé vozidlo a předpokládaný relevantní objem cestujících. Za účelem stanovení co nejpřesnější hodnoty proběhla řada měření, která potvrdila předpoklad, že nízkopodlažní vozidla se širokými dveřmi nejsou výhodná pouze pro osoby se sníženou schopností pohybu, cestující s dětskými kočárky nebo jízdními koly, ale že umožňují výrazně rychlejší obrát cestujících. Rychlost výměny cestujících je u těchto vozidel dvakrát vyšší než u vozů klasické stavby. Pozoruhodným zjištěním je skutečnost, že výškový rozdíl mezi nástupní plochou vozidla a nástupní hranou nástupiště hraje pouze zanedbatelnou roli pro rychlost výměny cestujících s výjimkou osob se sníženou schopností pohybu, osobami s kočárkem nebo jízdním kolem. Závěry z měření jsou uvedeny v tab. 8.1, v níž jsou uvedeny nejvyšší hodnoty a v oblé závorce hodnoty průměrné.

8.2 Propustnost přístupových cest a rychlost pěšího přesunu

Pro stanovení celkové doby přestupu cestujícího je rozhodující skutečná rychlost pěšího přesunu osob v závislosti na různých druzích přístupových cest, závěry vyplývající z několika desítek měření jsou uvedeny dále.

Rychlost chůze po nástupišti nebo po vodorovné přístupové cestě nekřížící koleje se pohybuje v rozmezí 1,5–2,0 m/s, tj. osciluje okolo 6 km/h. Obdobné rychlosti dosahovaly také osoby opouštějící kolejiště od vlaku po úrovnovém přechodu, zde byla dokonce průměrná hodnota zjištěna vyšší než u přesunu po nástupišti. Na základě sledování chování cestujících lze toto zdůvodnit psychologickým pocitem nebezpečí na přechodu, který podněcuje cestující k co nejrychlejšímu přesunu do bezpečí (v závislosti na jejich tělesných možnostech), tj. mimo vlastní kolejiště (kupř. do zakryté verandy u výpravní budovy). Naopak centrální přechod vykazoval až o čtvrtinu nižší hodnoty, než pohyb po přechodu úrovnovém. Zde, opět na základě sledování chování cestujících včetně videozáznamu, se přisuzuje takové chování naopak relativnímu pocitu bezpečné chůze na široké přístupové cestě od poloostrovních nástupišť k výpravní budově. Cestující se navíc, kromě pomalejšího přesunu, v uzlových stanicích ještě při chůzi po centrálním přechodu rozhlížejí a hledají svůj přípojný vlak.

Při porovnání chůze po schodišti s eskalátory nebo travelátorem je potvrzen logický předpoklad, že chůze po schodech dolů je rychlejší než jejich pohyb vzhůru a že schodiště i eskalátor dosahují při cestě vzhůru obdobných rychlostí. Při cestě dolů je standardně zdatný jedinec rychlejší než pohyblivé schodiště. Jednou z dalších možností je travelátor, jenž však pro svou omezenou stoupavost není vhodný pro přístupy na nástupiště, ale jen pro pohodlnější,

typ přesunu	rychlost chůze [m/s]			propustnost profilu [os/min·m]		
	nahoru	dolů	vodorovně	nahoru	dolů	vodorovně
vodorovná chůze obecně	–	–	1,98 (1,45)	–	–	62,89 (46,91)
přechod přes koleje úroňový	–	–	1,95 (1,62)	–	–	–
přechod přes koleje centrální	–	–	1,50 (1,20)	–	–	–
schodiště	0,68 (0,57)	1,30 (0,81)	0,61 (0,52) ^a 1,18 (0,74) ^b	45,45 (39,85)	68,03 (36,73)	–
travelátor	1,15	1,15	–	93,33 (75,40)	93,33 (75,40)	–
eskalátor	0,65	0,65	0,56 ^c	142,46 (81,44)	142,46 (81,44)	–

^a – přepočtená rychlost pro směr vzestupný
^b – přepočtená rychlost pro směr sestupný
^c – přepočtená rychlost pro oba směry (je shodná)

Tabulka 8.2: Rychlost chůze a propustnost profilu

nikoli rychlejší, přesun v rámci dlouhých vzdáleností ve výpravních budovách nebo mezi jejich jednotlivými patry. Závěry vyplývající z naměřených hodnot jsou uvedené v tab. 8.2, která udává hodnoty maximální a průměrné (v závorce), v případě travelátoru a eskalátoru jsou uvedeny rychlosti cestujících, kteří nezvyšují rychlost přesunu vyvolaného technickým zařízením navíc vlastní chůzí. Rychlost eskalátoru byla měřena v přístupech z podchodů železničních stanic a zjištěné hodnoty jsou v souladu s technickými parametry udávanými výrobcí. Ti v propagačních materiálech udávají hodnoty 0,27–0,75 m/s, přičemž nejčastěji se pro dopravní terminály užívají pohyblivé schody s rychlostí buď 0,5 m/s, nebo 0,65 m/s. Výjimku tvoří původní eskalátory na trasách A a B pražského metra sovětské provenience s přepravní rychlostí až 0,9 m/s.

Na základě přepočtu lze konstatovat, že překonávání ztraceného spádu má za následek zbrzdění rychlosti pěšího proudu – porovnání provedeno mezi vodorovnou rychlostí chůze a přepočtenou rychlostí – téměř o jednu polovinu u schodiště a sestupného pohybu a na třetinovou hodnotu, je-li použit k přesunu eskalátor nebo schodiště pro vzestupný pohyb. Porovnání snížení rychlosti pěšího proudu na schodišti za pomoci přepočtené rychlosti (přepočtená rychlost představuje průmět rychlosti po nakloněné rovině do roviny vodorovné, vypočtená jako součin rychlosti pohybu po skutečné cestě a kosinu úhlu, jež svírá tato s vodorovnou rovinou) jsou uvedena v tab 8.3, za referenční pohyb se dosazuje rychlost pěšího proudu vodorovná, tj. chůze po nástupišti, a chůze po úroňových přechodech. Porovnávají se hodnoty maximální a průměrné, které se uvádějí v závorce. Vzhledem k tomu, že na železniční síti v ČR převažují podchody a nadchody se netěší větší oblibě, nebyly nadchody zvažovány. Jelikož při zřízení nadchodu se překonává výškový rozdíl 6 m, vycházelo by zbrzdění rychlosti pěšího proudu ještě vyšší.

Při porovnávání propustnosti jednotlivých variant přístupových cest se průzkumy v železničních stanicích s vysokou špičkovou frekvencí cestujících zjistilo, že u pevného schodiště dochází k jeho plnému nasycení pouze při chůzi „od vlaku“, tedy obvykle ve směru dolů do podchodu. Zejména v ranní přepravní špičce v koncových stanicích vlaků dochází k zahlcení horního ústí schodiště, jež v důsledku toho dosahuje maximálních hodnot propustnosti. Nejvyššího výkonu na metr své šířky jsou však schopny v obou směrech dosahovat

referenční pohyb	násobek zpomalení pěšího proudu při překonávání spádu		
	schodiště vzestupně	schodiště sestupně	eskalátor
vodorovná chůze	3,24 (2,78)	1,68 (1,96)	3,53 (2,59)
centrální přechod	2,46 (2,31)	1,27 (1,62)	2,68 (2,14)
úrovňový přechod	3,20 (3,12)	1,65 (2,19)	3,48 (2,89)

Tabulka 8.3: Násobek zpomalení pěšího proudu při překonávání spádu

eskalátory, u nichž se prokázaly menší rozestupy mezi jednotlivými osobami. Propustnost jednotlivých typů přístupových cest se nacházejí v tab. 8.2, uvedeny jsou hodnoty maximální a průměrné (v závorce).

8.3 Celková doba přestupu

Aby bylo možné co nejobektivněji stanovit celkovou dobu přestupu, měřila se i rychlost chůze na referenční vzdálenost, jejíž délka se pohybovala v rozmezí 70–100 m. Důvodem kolísající délky je volba dvou krajních bodů tak, aby měření dávalo určitý smysl. Kupříkladu šlo o přestup mezi vlaky nebo od vlaku k informační tabuli na sousedním nástupišti atp. Dosažené výsledky jsou následující (uvedené hodnoty jsou nejvyšší zjištěnou rychlostí, v závorce se nachází průměrné rychlosti):

vodorovný přechod k sousednímu nástupišti bez bariér:	$v = 1,60 (1,31) \text{ m/s}$
přechod k sousednímu nástupišti za pomoci schodiště do podchodu:	$v = 1,17 (1,05) \text{ m/s}$
přestup mezi vlaky ve stanici s úrovňovými nástupišti:	$v = 1,68 (1,54) \text{ m/s}$
přestup mezi vlaky ve stanici s centrálním přechodem:	$v = 1,73 (1,55) \text{ m/s}$

Jestliže je na základě předchozích měření považována za standardní rychlost vodorovné chůze v hodnotě 1,5 m/s, pak lze objektivně konstatovat, že k jejímu snížení dochází pouze tehdy, překonává-li cestující ztracený spád, tj. je nucen použít na své cestě schodiště do podchodu a z podchodu. Přechody úrovňové a centrální výraznějším vlivem na rychlost pohybu cestujících nemají.

Závěr vyplývající z měření pěších proudů: Překvapivým zjištěním je téměř totožná rychlost pěší chůze vzhůru po schodišti s rychlostí jízdy po eskalátoru. Vyvrácen bylo naopak očekávání, že rychlost chůze po úrovňovém přechodu je významně zpomalena oproti chůzi po vodorovné cestě bez překážek. Překvapivým závěrem je pomalejší chůze po centrálním přechodu než po standardním přechodu úrovňovém. Dále bylo zjištěno, že k plnému využití profilu schodiště dochází jen při chůzi od vlaku, tzn. zpravidla při sestupném pohybu. V žádné z prověřovaných lokalit se nezjistilo plné využití šířky úrovňového přechodu, což lze vysvětlit pravděpodobně psychologickým vlivem pocitu nižšího bezpečí na této cestě a z toho vyplývající vyšší opatrnosti před vstupem na úrovňový přechod, čehož důsledkem jsou větší rozestupy. Rychlost přesunu osob za pomoci travelátoru je třetinová oproti rychlosti přesunu po vodorovné pěší cestě, proto jeho využití lze doporučit jen ve specifických případech. Těmi jsou zejména dlouhé vodorovné pěší přesuny, přesuny s překonáváním minimálního výškového rozdílu, a to v situacích, kde se předpokládá pohyb cestujících s větším množstvím zavazadel.

dveře 1	dveře 2	dveře 3	dveře 4	dveře 5	dveře 6	průměr	suma
8	9	7	2	2	2	6	30
vůz I: 17		vůz II: 19		Vůz III: 4			
koeficienty:		k1 = 0,56					
		k2 = 0,30					
		k3 = 1,50					

Vypočítané koeficienty:*k1* – nejzatíženější vůz ku celé soupravě*k2* – nejzatíženější dveře ku celé soupravě*k3* – nejzatíženější dveře ku průměrným dveřím

Tabulka 8.4: Nástup do vlaku v počtech cestujících

8.4 Celková doba výměny cestujících

Pro možnost porovnání teoretického výpočtu a skutečného stavu v chování cestujících byly měřeny i celkové obraty cestujících. Měření započala ve chvíli zahájení předmětné činnosti (nástup nebo výstup) a ukončena ve chvíli, kdy posledním cestujícím byla tato činnost ukončena. Měření jednoznačně potvrdila silný vliv nerovnoměrného obsazení soupravy i nerovnoměrného rozmístění cestujících na nástupišti. Nejvýznamnějším činitelem je umístění vstupů v nástupní stanici, kolem nichž se shromažďují cestující, nebo očekávaná poloha odchodu z nástupiště ve stanici výstupní, kdy podle předpokladu jeho polohy si cestující již při nástupu vybírají konkrétní vůz. Naopak se nezjistila silnější vazba mezi různými řadami vozů dle pravidelného řazení (kupř. velkoprostorové, oddílové), které by cestující vyhledávali a dle toho byli rozmístěni na nástupišti. Na základě níže uvedených hodnot lze konstatovat, že praktická doba nástupu/výstupu je výrazně delší než hodnota očekávaná dle stanovených hodnot pro jednotlivé typy dveří, tj. skutečná doba výměny cestujících je dána dobou nástupu/výstupu v nejzatíženějším dveřním profilu.

Na základě pozorování situace v jednotlivých stanicích je možné konstatovat, že musí být pro skutečnou situaci zohledněny dva důležité koeficienty. Prvním je koeficient nerovnoměrného využití dveří, jenž způsobuje zpomalení výměny cestujících a který je způsoben především umístěním vstupů na nástupiště ve vztahu k umístění vozidel. Tento koeficient lze stanovit jako podíl výstupu nebo nástupu cestujících z nejzatíženějšího vozu ku průměrné hodnotě jednosměrného (tj. buď nástupu, či výstupu – avšak měřeno samostatně) obratu cestujících z celé soupravy (ve shodě s [7]). Další možností přístupu k výpočtu je podíl výstupu, nebo nástupu cestujících z jedné dveří ku celkovému jednosměrnému (tj. nástupu, či výstupu, avšak měřeno samostatně) obratu cestujících. Jako třetí modifikace výpočtu se nabízí podíl buď výstupu, nebo nástupu cestujících z jednotlivých dveří ku průměrné hodnotě výstupu, nebo nástupu vztahené na jedny dveře – tato hodnota je podílem celkového jednosměrného obratu cestujících k počtu všech dveří soupravy.

Výpočty koeficientů v jednotlivých variantách lze demonstrovat na následujícím příkladě uvedeném v 8.4. Vychází z konkrétního měření, dále je pro názornost uvedeno měření v žst. Poděbrady u vlaku Os 2232 Kolín – Praha, na kterém byla nasazena elektrická jednotka ř. 471. Ta je složena ze tří vozů, z nichž každý má dvoje dveře.

Vypočítané koeficienty mají rozdílnou vypovídací hodnotu. Koeficient *k1* vyjadřuje podíl obratu cestujících v jednom voze k obratu v celé soupravě, *k2* podíl obratu v nejzatíženějším

dveřním profilu k obratu v celé soupravě a smyslem koeficientu k_3 je vyjádření stupně přetížení nejzatíženějších dveří k průměrnému obratu v jednom profilu. Jestliže smyslem tohoto součinitele je demonstrování vazby mezi přetížením jednoho dveřního profilu k dveřím ostatním a z toho vyplývající prodloužení doby obratu, pak se jako nejnázornější jeví vztah k_2 . Z toho důvodu jej metodika stanovuje jako závazný pro výpočet koeficientu – viz vztah (8.1). Jestliže teoretický podíl výkonu jednoho dveřního profilu je 17 %, pak nejzatíženější dveře vozu dosahují hodnoty 30 %, tzn. hodnoty téměř dvojnásobné.

$$k_{nerov} = \frac{O_{d,max}}{\sum_{(i)} O_{d,i}} \quad (8.1)$$

kde: k_{nerov} – koeficient nerovnoměrnosti využití nejzatíženějších dveří soupravy [-]
 $O_{d,max}$ – obrat cestujících v nejzatíženějších dveřích soupravy [os]
 $O_{d,i}$ – obrat cestujících v i -tých dveřích soupravy [os]

Koeficient nerovnoměrnosti využití jednotlivých dveří soupravy demonstruje názorně podíl zatížení nejvíce využitých dveří, tzn. přetížení jednoho profilu dveří v porovnání s ostatními. Následkem toho dochází ke zpomalení výměny cestujících, která se musí počítat právě na nejzatíženější profil dveří, nikoli jako teoretický podíl celkového počtu cestujících na počet dveří soupravy.

Druhým součinitelem, který je důsledkem právě koeficientu nerovnoměrného využití dveří, je koeficient zpomalení obratu cestujících. Obecně lze na základě měření konstatovat, že zpomalení obratu cestujících (tj. podíl naměřené hodnoty obratu všech cestujících ku předpokládanému na základě zjištěných hodnot pro jedny dveře) nabývá hodnot z intervalu mezi 2,5 a 3,5 v závislosti na konkrétní situaci – nejdůležitější je zřejmě ovlivnění rozmístěním cestujících na nástupišti a ve vozidlech, které vyplývá zejména z polohy vstupů do prostoru nástupišť a umístěním vlaku u nástupní hrany (není-li délka vlaku a délka nástupní hrany téměř totožná). Vzhledem k možným odchylkám měření doporučuje metodika uvažovat hodnotu zpomalení obratu cestujících rovnou 3,0. Koeficient zpomalení obratu cestujících názorně vykresluje porovnání skutečnosti a teoretického pohledu a musí být zohledněn při výpočtech dob pobytu vlaků v tarifních bodech.

$$k_z = \frac{T_{real}}{T_{teor}} \quad (8.2)$$

kde: k_z – koeficient zpomalení obratu cestujících [-]
 T_{real} – skutečná doba výměny cestujících [s]
 T_{teor} – teoretická doba výměny cestujících (tzn. doba vycházející z propustnosti jednoho dveřního profilu krát jejich počet na vozidle nebo soupravě) [s]

Na základě naměřených hodnot lze konstatovat, že koeficient nerovnoměrnosti využití dveří má mnohem vyšší váhu než se předpokládalo, naopak vliv typu nástupišť je zanedbatelný. Pouze při výstupu z nízkopodlažních vozidel se širokými dveřmi se projevilo na úrovnových nástupišťích negativně shlukování cestujících před dveřmi vozidla a vzájemné promísení nastupujících a vystupujících pěších proudů z důvodu nedostatečné šířky nástupišť, která je ve vazbě na osovou vzdálenost buď 1,45 m, nebo 2,30 m a nedostačuje vyššímu obratu cestujících, který je umožněn právě dostatečnou šířkou dveří. Následkem neschopnosti pojmout pěší proudy u úrovnových nástupišť je poloviční rychlost výměny cestujících ve srovnání s nástupišti s výškou nástupní hrany 550 mm nad temenem kolejnice. U vozidel klasické stavby nebyla tato

řazení soupravy	výška nástupní hrany nad TK [mm]	počet cestujících	teoretická doba výměny cestujících T_{teor} [s]	skutečná doba výměny cestujících T_{real} [s]	koeficient zpomalení obratu cestujících k_z [-]
nástup do soupravy					
11×B	550	151	15	41	2,73
5×B	200	45	9	32	3,55
2×471	550	136	9	30	3,33
1×451	200	102	12	28	2,33
výstup ze soupravy					
5×B	550	87	14	46	3,29
10×B	200	124	14	44	3,14
2×471	550	132	9	25	2,78
2×471	200	85	8	30	3,75

Tabulka 8.5: Propustnost dveří železničního vozidla

skutečnost zjištěna – plocha nástupiště je lépe schopna pojmout vystupující cestující, jejichž počet je poloviční za totožnou časovou jednotku (způsobeno nižší propustností profilu dveří vozů klasické stavby oproti vozidlům se širokými dveřmi – tab. 8.1).

8.5 Dílčí závěr

Měření pěších proudů, která proběhla v přestupních uzlech, jednoznačně prokázala obtížnost co nejpřesnějšího zjištění chování cestujících při pohybu po přístupových cestách a při nástupu/výstupu do vozidel. Pohyb cestujících po nástupištech, schodištích a vodorovných cestách lze klasifikovat jako jev deterministický. Nástup/výstup cestujících má blíže k nahodilým jevům, je popsatelný výhradně empiricky na základě mnoha měření, z nichž vyjde koeficient nerovnoměrnosti využití dveří, jenž vypovídá o přetížení nejzatíženějšího profilu k profilům ostatním. Tento koeficient, vzhledem k co nejvyšší vypovídací schopnosti, doporučuje metodika vyjadřovat jako podíl obratu v nejzatíženějším dveřním profilu k obratu v celé soupravě – dosahuje hodnot nejčastěji z intervalu 0,3–0,5. Právě výměna cestujících v nejlépe využívaných dveřích má za následek celkové zpomalení výměny cestujících oproti teoretickým očekávaným předpokladům (další hlediska, jako výstup se sníženou schopností pohybu apod., mají již minimální váhu). Tento koeficient je podílem skutečné doby obratu cestujících k hodnotě teoreticky předpokládané, kdy součástí ideje je předpoklad, že cestující rovnoměrně využijí všech profilů dveří. Z měření vyplynulo, že koeficient zpomalení obratu cestujících nabývá obvykle hodnot z intervalu 2,5–3,5 v závislosti na konkrétní situaci. Výjimkou bývá výstup v cílové stanici vlaku, a to především v ranní špičce v jádrovém městě monocentrického regionu, kde je poměrně rovnoměrné využití dveří a kde lze s přijatelnou odchylkou od skutečnosti uplatnit teoretický výpočet.

Provedená měření nepotvrdila větší význam výškového rozdílu nástupní hrany nástupiště a nástupní plochy vozidla, tento prvek je možné při výpočtech zcela zanedbat. Naopak se prokázala, tentokrát ve shodě s předpoklady, jako velmi významná šířka dveří vozidla.

9 Modelování pohybu pěších proudů

9.1 Modely pěších proudů

Pěší proud v železničních stanicích vzniká nejčastěji při nástupu, výstupu a přestupu cestujících. Ostatní důvody pohybu pěších související s jinou než přepravní funkcí železniční stanice (např. komerční využití, přesun drážních zaměstnanců aj.) se uplatňují ve výrazně menší míře a lze říci, že jejich podíl na celkovém proudu stanicí je zaznamatelný pouze ve výpravní budově, popř. na vnějším nástupišti přiléhajícím k výpravní budově. Nejvýznamnější proudy pěších se tedy vyskytují v prostoru nástupišť a přístupových cest (podchody, nadchody a přechody).

Pohyb pěších jako zvláštní forma dopravního proudu je obtížně popsateľný jev. Obtížnost popisu či odhadu pohybu vyplývá z podstatně větší svobody rozhodování chodců v porovnání např. s automobily – chodec není výrazně ovlivňován dopravními předpisy a může do určité míry libovolně měnit směr či rychlost své chůze. Nicméně i tak je možné vysledovat a popsat určité zákonitosti a vztahy. Popis a vyjádření takových vztahů, tzv. modely, lze vytvořit na různé úrovni – nejčastěji se rozlišuje makroskopická, mezoskopická a mikroskopická úroveň.

V *makroskopických modelech* se na pěší proud pohlíží jako na homogenní celek bez rozlišení jednotlivých chodců. Pěší proud je pak charakterizován svými základními dopravními charakteristikami: hustotou, rychlostí a intenzitou, resp. vztahy mezi nimi.

Základní charakteristikou pěšího proudu je rychlost chůze. Její hodnoty se obecně pohybují v širokém rozmezí. Rychlost chůze tak závisí na mnoha okolnostech, které je obtížné přesně stanovit. Mezi základní faktory, které ji ovlivňují, patří fyzické předpoklady chodce (např. věk, tělesné rozměry nebo zdravotní stav), typ chůze (např. volnočasová chůze, přesun v dopravních terminálech nebo nutnost evakuace) a druh cesty (např. vodorovná cesta, cesta do/ze schodů nebo cesta dveřmi). Stanovení konkrétní hodnoty pro modelové výpočty pak zpravidla vychází ze statistických metod.

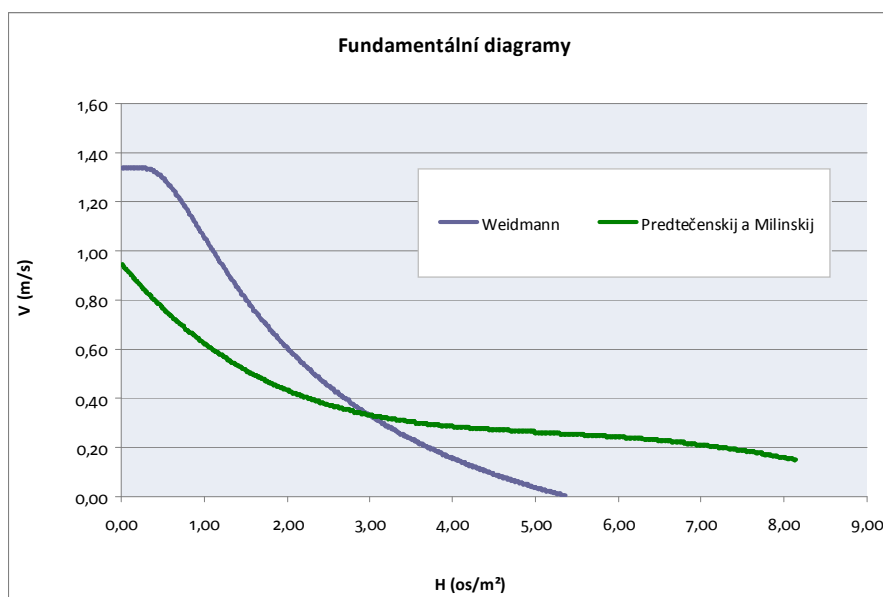
Rychlost chůze je také závislá na hustotě, která se zpravidla vyjadřuje v počtech osob připadajících na jednotku plochy. Obecně platí, že s rostoucí hustotou klesá rychlost chůze. Tento vztah však není zcela jednoznačný a vždy závisí na konkrétních podmínkách. Vyjádření rychlosti chůze jako funkce hustoty se nazývá fundamentální diagram. Zakresluje se ve formě grafu, kde vodorovná osa představuje hustotu a svislá osa rychlost chůze. Během let výzkumu bylo vytvořeno mnoho fundamentálních diagramů. Nejvíce známý z nich je Weidmannův fundamentální diagram, vytvořený německým inženýrem ULRICHEM WEIDMANNEM na základě jeho 25 studií, který stanovuje rychlost chůze na základě hustoty pěšího proudu podle rovnice (9.1). Jiný fundamentální diagram vytvořili např. ruští vědci V. M. PREDTEČENSKIJ a A. I. MILINSKIJ, jehož tvar udává rovnice (9.2). Srovnání obou diagramů je znázorněno na obrázku 9.1.

$$V = 1,34 \cdot \left[1 - e^{-1,913 \cdot \left(\frac{1}{H} - \frac{1}{5,4} \right)} \right] \quad (9.1)$$

$$V = \frac{1}{60} \cdot \left[112 \cdot \left(\frac{H}{8,85} \right)^4 - 380 \cdot \left(\frac{H}{8,85} \right)^3 + 434 \cdot \left(\frac{H}{8,85} \right)^2 - 217 \cdot \frac{H}{8,85} + 57 \right] \quad (9.2)$$

kde: V – rychlost chůze [m/s]
 H – hustota pěšího proudu [os/m²]

Je zřejmé, že oba diagramy se liší jak průběhem, tak rychlostí volného proudu (tj. rychlost při hustotě blízké se nule) i maximální možné hustotě (tj. hustota při rychlosti blízké se



Obrázek 9.1: Fundamentální diagramy – Weidmann; Predtečenskij a Milinskij

nule). To je způsobeno podmínkami měření. Např. Weidmann se zabýval pěším proudem jednosměrným i obousměrným ve volnějším prostorách (ulice, široké koridory), Predtečenskij a Milinskij se zabývali pouze jednosměrným proudem převážně v uzavřenějších prostorách (chodby, budovy). Pro makroskopické modely je tedy základním předpokladem vytvoření, popř. zvolení odpovídajícího fundamentálního diagramu zohledňujícího podmínky modelovaného prostředí.

Mezoskopické modely představují určitý přechod mezi modely makroskopickými a mikroskopickými. Zabývají se již jednotlivými chodci, jejich chování však není určeno vzájemnými interakcemi mezi sebou, ale je odvozeno od veličin makroskopických charakterizujících proud jako celek.

Mikroskopické modely se již nezabývají pěším proudem jako jedním celkem, ale popisují chování jednotlivých chodců, jejichž pohyb ovlivňují interakce mezi nimi navzájem. Rozvoj výzkumu pěších proudů na mikroskopické úrovni proběhl v 90. letech minulého století, což bylo umožněno zejména vývojem výpočetní techniky sloužící jednak pro implementaci matematických modelů v počítačovém prostředí (programovací jazyky, rychlosti složitých výpočtů), jednak pro hromadný sběr dat nutných pro kalibraci modelů (videozáznam, automatická detekce).

Jedním z nejčastěji používaných mikroskopických modelů je model sociálních sil, vytvořený v roce 1995 DIRKEM HELBINGEM a PÉTEREM MOLNÁREM, zohledňující kromě fyzických interakcí mezi chodci a překážkami a mezi chodci navzájem i sociální aspekt pěšího proudu. Model sociálních sil popisuje pohyb chodce matematickými rovnicemi, které reprezentují různé vlivy, které na chodce při pohybu působí. Ty byly určeny na základě zákonitostí pěšího pohybu odvozených z empirických pozorování a sociálních studií. Poloha chodce α v prostoru je dána silou $f_{\alpha}(t)$, která určuje trajektorii jeho pohybu. Sílu lze podle rovnice (9.3) rozložit na jednotlivé složky.

$$f_{\alpha}(t) = f_{\alpha}^0 + f_{\alpha B} + \sum_{\beta} f_{\alpha\beta} + \sum_i f_{\alpha i}(t) + \xi_{\alpha}(t) \quad (9.3)$$

První složku f_{α}^0 tvoří základní síla, která představuje motivaci chodce přesunout se do svého cíle základní rychlostí danou jeho fyziognomickými vlastnostmi, přičemž dochází v důsledku různých okolností k odchylkám od této rychlosti. Druhá složka $f_{\alpha B}$ představuje snahu chodce udržovat si odstup od pevných překážek (např. stěny, sloupy) nebo hranic pochozího prostoru (např. hrana nástupiště) tak, aby nedošlo k jeho zranění. Čím blíže je chodec překážce B , tím více se cítí při chůzi nepohodlně a snaží se jí vyhnout. Podobnou odpudivou sílu představuje třetí složka $\sum_{\beta} f_{\alpha\beta}$, která však zohledňuje snahu chodce udržet si odstup od ostatních chodců β tak, aby nedošlo k narušení osobního prostoru a ovlivnění rychlosti jeho chůze. Tato síla mezi chodci není symetrická, protože chodec jednak většinou plně nevnímá situaci za sebou, jednak potřebuje pro svůj pohyb volný prostor zejména před sebou, méně pak po stranách. Výše uvedené složky sil principiálně vycházejí z obecných pohybových zákonů, naopak další složka $\sum_i f_{\alpha i}(t)$ zohledňuje právě sociální síly působící na chodce. V důsledku těchto sil pak dochází k určité samovolné organizaci skupiny chodců. Např. turisté nebo členové rodiny se pohybují více či méně pospolu a pokud se některý z nich v důsledku okolností musí od ostatních odchýlit, snaží se k nim následně vrátit zpět. Také různé situace či stavy okolí přitahují pozornost chodce a tím ovlivňují jeho chůzi, např. orientační tabule. Takové přitažlivé síly atraktivit i působí opačným směrem než síly odpudivé, navíc mají mnohem větší dosah. Poslední složka $\xi_{\alpha}(t)$ představuje náhodnou složku, která zohledňuje individualitu v chování každého jedince.

Jiný způsob mikroskopického modelování pěšího pohybu navrhl britský matematik KEITH STILL zabývající se studiem dynamiky pěšího davu. Pro každého modelovaného chodce je na základě jeho aktuální pozice a jeho blízkého okolí určen směr a rychlost dalšího pohybu. Výpočet je založen na tzv. *principu nejmenšího úsilí*, který v roce 1949 poprvé popsal americký lingvista G. K. ZIPF a podle kterého je přirozené lidské chování určeno snahou o vynaložení co nejmenší energie. Samotný model pak každému chodci x určí možnou trasu P_x , která je ohodnocena cenou $U(P_x)$ vyjadřující úsilí nutně vynaložené na její projití, např. na základě rychlosti, doby a změny zrychlení pohybu. Výsledné trasy všech chodců jsou pak vybrány tak, aby celková cena daná součtem cen tras všech chodců $U = U(P_1) + U(P_2) + \dots + U(P_n)$ byla minimální.

V posledních dvaceti letech se výzkum zaměřuje zejména na mikroskopickou úroveň pěších proudů. Kromě zmíněných dvou vzniklo mnoho dalších modelů, jejichž aplikace v simulačních nástrojích umožňují zkoumat parametry dopravní infrastruktury a podmínky pohybu pěších proudů na poměrně podrobné úrovni. Nevýhodou mikroskopických modelů je jejich obtížná implementace, protože kvůli své podrobnosti jsou jejich výpočty paměťově náročné. Dále jsou tyto modely velice citlivé na vstupní parametry a výpočtové proměnné, které lze stanovit jedině na základě jejich kalibrace podle velkého objemu údajů získaných měřeními reálných situací.

9.2 Model přestupního uzlu

Přestup ve veřejné hromadné dopravě představuje pěší přesun v rámci dopravního uzlu mezi jednotlivými dopravními prostředky. Přestup může být realizován v rámci jednoho nebo více dopravních systémů. Přestože dopravní uzly mohou mít velice rozdílnou podobu, lze ve většině případů vysledovat určité společné rysy, které se v dopravních uzlech objevují. Dopravní prostředky se nacházejí u nástupišť a nejedná-li se o přestup typu hrana–hrana, jsou tato nástupiště různá. Cestující se tedy musí přemístit z jednoho nástupiště na druhé, přičemž cesta přesunu zpravidla kříží (mimoúrovňově nebo úrovňově) dopravní cestu. Vzhledem k tomu, že výšková úroveň nástupiště je různá od výškové úrovně dopravní cesty a jejich rozdíl je nedostatečný pro mimúrovňový přechod, musí cestující překonávat též výškové úrovně při cestě

mezi nástupišti a přechodem přes dopravní cestu. Průběh přestupu, zjednodušeně popsany na počátku kap. 8 (s. 24), je tedy následující:

1. Výstup z dopravního prostředku na nástupiště.
2. Přesun po nástupišti k zařízení ke změně výškové úrovně, tj. schody, rampa, eskalátor apod.
3. Změna výškové úrovně.
4. Přesun přes dopravní cestu, nejčastěji podchodem, nadchodem či úroňovým přechodem.
5. Změna výškové úrovně.
6. Přesun po nástupišti k dopravnímu prostředku.
7. Vstup z nástupiště do dopravního prostředku.

Pro stanovení potřebné přestupní doby je sestaven makroskopický model určující průběh pěšího proudu, který vzniká při výstupu cestujících na nástupišti. Tak jak cestující v pěším proudu procházejí postupně všemi úseky cesty při přestupu, mění se v závislosti na parametrech úseků i charakteristiky pěšího proudu, na jejichž základě je počítána přestupní doba.

Výpočet začíná okamžikem zahájení výstupu cestujících. Během vystupování se na nástupišti formuje pěší proud. Vznik proudu je ovlivněn zejména dveřmi vlakové soupravy – jejich počtem, propustností a průměrnou vzdáleností mezi nimi. Poté se proud začíná přemísťovat vymezenou cestou k druhému nástupišti. Kritické místo, ve kterém mohou vznikat v důsledku vyšší intenzity proudu dopravní kongesce, je zpravidla před zařízením ke změně výškové úrovně. Zejména schodiště se svými parametry (šířka, rychlost volného proudu) zapříčiňuje výrazné zpomalení pěšího proudu, a tím prodloužení přestupní doby. Výpočet je ukončen v okamžiku, kdy konec pěšího proudu dosáhne dveří vlakové soupravy na druhém nástupišti, které jsou nejbližší přechodu.

9.2.1 Veličiny

Základní veličiny pěšího proudu použité v modelu (hustota, rychlost a intenzita pěšího proudu) byly již zmíněny v předchozí kapitole a v této kapitole jsou podrobně charakterizovány. Definovány jsou nejprve dvě základní veličiny, kterými jsou pěší proud N coby proud osob (cestujících) a proud prostorových nároků osob F . Následně jsou vyjádřeny hustoty obou proudů.

Hustota pěšího proudu H je definována jako počet osob přepočtený na jednotku plochy: je-li N počet osob nacházejících se na ploše A , která má zpravidla obdélníkový tvar o délce L a šířce δ , pak je hustota pěšího proudu rovna výrazu (9.4).

$$H = \frac{N}{A} = \frac{N}{\delta \cdot L} \quad (9.4)$$

- kde: H – hustota pěšího proudu [os/m²]
 N – počet osob nacházejících se na ploše o výměře A [os]
 A – výměra plochy [m²]
 L – délka plochy obdélníkového tvaru [m]
 δ – šířka plochy obdélníkového tvaru [m]

Jiné vyjádření hustoty využívá hodnot prostorových nároků chodce, tj. plochu horizontálního průmětu obrysu chodce na zemi. Je-li f_i prostorový nárok chodce i nacházejícího se na ploše A s rozměry L a δ , pak je hustota proudu prostorových nároků osob D rovna (9.5).

$$D = \frac{1}{A} \cdot \sum_{i=1}^N f_i = \frac{1}{\delta \cdot L} \cdot \sum_{i=1}^N f_i = \frac{F}{\delta \cdot L} \quad (9.5)$$

kde: D – hustota proudu prostorových nároků osob [-]
 f_i – prostorový nárok chodce i [m^2]
 F – celkový prostorový nárok N chodců [m^2]

Nejsou-li k dispozici prostorové nároky jednotlivých chodců, ale je znám průměrný prostorový nárok chodců f , je možné vyjádřit hustotu proudu prostorových nároků osob vztahem (9.6).

$$D = \frac{N \cdot f}{A} = \frac{N \cdot f}{\delta \cdot L} = \frac{F}{\delta \cdot L} \quad (9.6)$$

kde: f – průměrný prostorový nárok chodců [m^2/os]

Mezi oběma hustotami pak platí vztah (9.7).

$$D = f \cdot H \quad (9.7)$$

Rychlost pěšího proudu V je funkcí typu cesty a hustoty proudu prostorových nároků osob a její hodnoty odpovídají fundamentálnímu diagramu (viz kap. 9.2.2).

Intenzita proudu prostorových nároků osob I je součinem rychlosti a hustoty proudu prostorových nároků osob – viz (9.8) – přičemž její hodnota představuje počet chodců, resp. jejich prostorový nárok, prošlých jednotkovým profilem cesty za jednotku času. Její okamžitá hodnota nejprve roste s hustotou, pak nabývá svého maxima a následně klesá zpět k nule.

$$I = D \cdot V \quad (9.8)$$

kde: I – intenzita proudu prostorových nároků osob [m/s]
 V – rychlost pěšího proudu [m/s]

V modelových výpočtech se dále používá hodnota toku proudu prostorových nároků osob Q . Jeho hodnota je rovna součinu intenzity proudu prostorových nároků osob a šířky pěšího proudu, odpovídá tedy výrazu (9.9), a představuje počet chodců, resp. jejich prostorový nárok, prošlých profilem proudu za jednotku času.

$$Q = I \cdot \delta = D \cdot V \cdot \delta \quad (9.9)$$

kde: Q – tok proudu prostorových nároků osob [m^2/s]

9.2.2 Fundamentální diagram

Základem makroskopického modelu je fundamentální diagram. Správné sestavení fundamentálního diagramu je důležité, protože právě ten stanovuje vzájemný vztah základních charakteristik modelovaného pěšího proudu. Pro konstruovaný model pohybu cestujících zejména v železničních stanicích byl vybrán fundamentální diagram vytvořený anglickými vědci B. D.

HANKINEM a R. A. WRIGTEM. Diagram byl sestaven na základě měření pohybu cestujících po vodorovných cestách ve stanicích londýnského metra. Jeho průběh se vyznačuje tím, že oproti Weidmannovu fundamentální diagramu má vyšší rychlost chůze při nízké hustotě a vyšší hustotu, při které dochází ke kongescím. Obě dvě skutečnosti jsou charakteristické pro většinu pěších proudů ve stanicích hromadné dopravy. Pro stanovení fundamentálních diagramů chůze do/ze schodů, které se od diagramů pro vodorovnou chůzi zákonitě liší, bylo použito koeficientů stanovených ve studii Predtečenského a Milinského upravujících na základě hustoty základní rychlost vodorovné chůze. Výsledné fundamentální diagramy pro chůzi vodorovnou, chůzi ze schodů a chůzi do schodů jsou znázorněny na obrázku 9.2. Konkrétní číselné hodnoty jsou pak součástí modelu v tabulkové formě.

9.2.3 Základní výpočty

Průchod proudu úsekem. Uvažujme úsek cesty (např. chodbu nebo přechod) o délce L a šířce δ , do kterého vstupuje pěší proud o hustotě proudu prostorových nároků osob D a čítající N chodců. Potom celková doba průchodu celého pěšího proudu celým úsekem t se skládá ze dvou dílčích dob t_1 a t_2 . Doba t_1 je dobou, za kterou projde koncové čelo pěšího proudu vstupním profilem úseku, a doba t_2 je dobou, za kterou projde koncové čelo proudu celým úsekem, tj. od vstupního profilu k výstupnímu profilu úseku. Rychlost pěšího proudu je určena na základě fundamentálního diagramu $V = V(D)$. Délka pěšího proudu l vyplývá z počtu osob N , resp. jejich prostorového nároku $F = \sum_{i=1}^N f_i$, hustoty D a šířky proudu rovnající se šířce úseku δ a zřejmě platí výraz (9.10).

$$l = \frac{F}{\delta \cdot D} \quad (9.10)$$

kde: l – délka pěšího proudu [m]

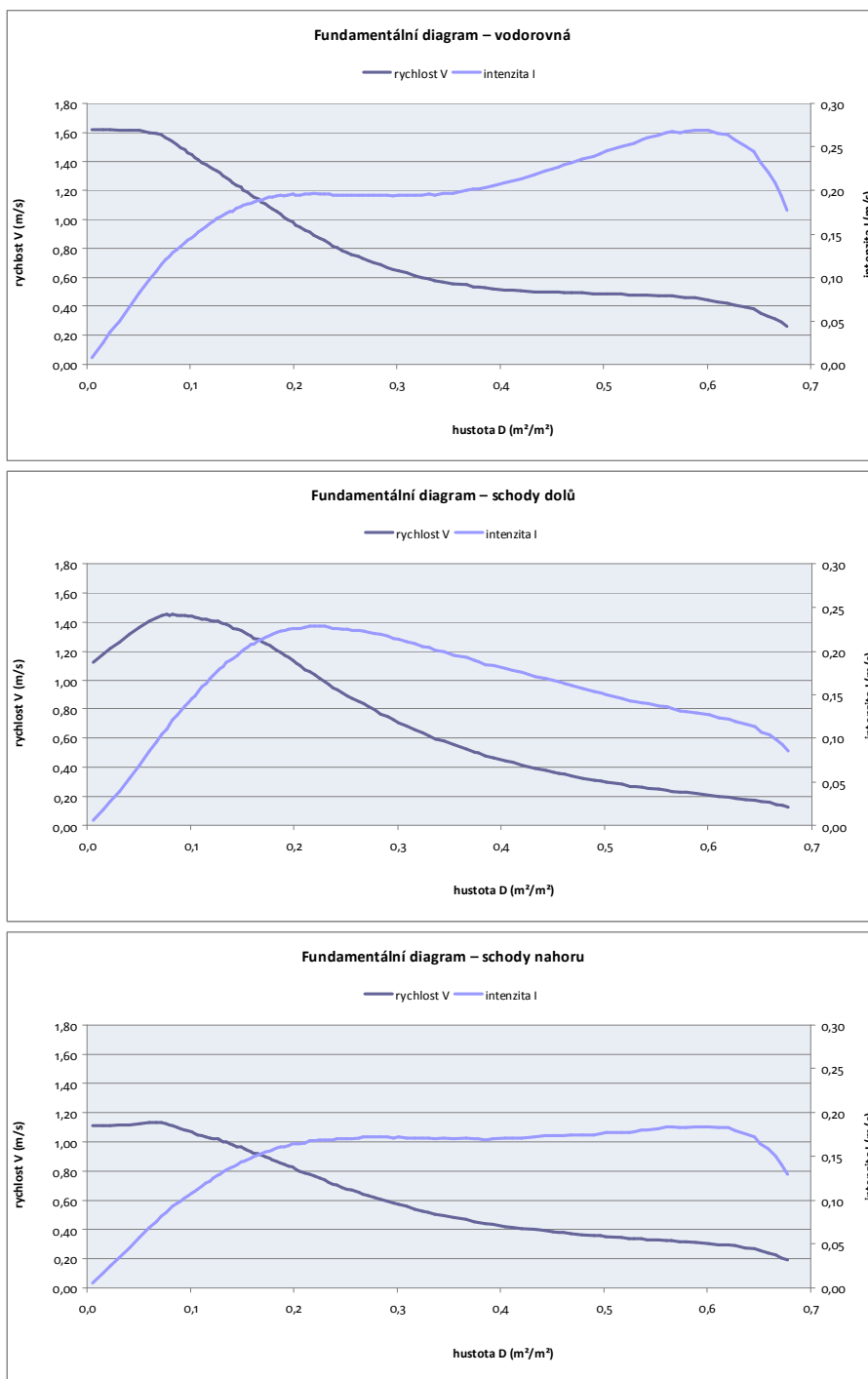
Výsledná doba t je pak rovna pravé straně rovnice (9.11).

$$t = t_1 + t_2 = \frac{l}{V} + \frac{L}{V} = \frac{l + L}{V} \quad (9.11)$$

kde: t – celková doba průchodu celého pěšího proudu daným úsekem [s]
 t_1 – dobou průchodu koncového čela pěšího proudu vstupním profilem úseku [s]
 t_2 – dobou průchodu koncového čela pěšího proudu celým úsekem [s]
 L – délka úseku [m]

Změna parametrů úseku. Uvažujme dva následné úseky cesty s rozdílnými parametry, tj. různou šířkou a/nebo různým typem cesty. Změna parametrů úseku vyvolává změny v charakteristikách pěšího proudu, který prochází prvním úsekem a vstupuje do druhého úseku. Je zřejmé, že počet osob N_1 vystupujících z prvního úseku během doby t se rovná počtu osob N_2 vstupujících do druhého úseku během stejné doby. Jsou-li rovné počty osob, pak jsou rovné i jejich prostorové nároky F_1 a F_2 a lze psát

$$\begin{aligned} F_1 &= F_2 \\ Q_1 \cdot t &= Q_2 \cdot t \\ Q_1 &= Q_2 \\ I_1 \cdot \delta_1 &= I_2 \cdot \delta_2 \end{aligned}$$



Obrázek 9.2: Fundamentální diagramy modelu

- kde: $I_{1,2}$ – intenzita proudu prostorových nároků osob v profilu č. 1, resp. č. 2 [m/s]
 $Q_{1,2}$ – tok proudu prostorových nároků osob v profilu č. 1, resp. č. 2 [m²/s]
 $\delta_{1,2}$ – šířka profilu č. 1, resp. č. 2 [m]

Odtud pak vyplývá rovnost (9.12).

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{\delta_1}{\delta_2} \quad (9.12)$$

Je-li na základě šířkových parametrů obou úseků a intenzity proudu v prvním úseku možné vypočítat intenzitu proudu v druhém úseku dle rovnice (9.13), je pak možné stanovit na základě fundamentálního diagramu odpovídajícímu typu druhého úseku hustotu proudu v druhém úseku D_2 . Každé hodnotě intenzity odpovídají dvě různé hodnoty hustoty. Na začátku vstupu proudu do druhého úseku se téměř skokově mění hustota z nuly na určitou hodnotu hustoty a zpravidla na hodnotu bližší nule, tedy tu nižší z obou uvažovaných. Pokud by se hustota změnila na hodnotu vyšší, vstupuje do role psychologický aspekt proudu, kdy se chodci nepříjemnému pocitu zvýšené hustoty snaží bránit zvýšením vzájemných rozestupů, a tedy zvýšením rychlosti se současným snížením hustoty na hodnotu nižší. Při stanovení D_2 se tedy vždy uvažuje hodnota nižší. Rychlost proudu v druhém úseku je pak rovna $V_2 = I_2/D_2$.

Spojení proudů. Uvažujme dva proudy o tocích Q_1 a Q_2 . Každý z proudů prochází úsekem cesty o šířce δ_1 a δ_2 , které se spojují v jeden další úsek o šířce δ_3 . Obdobně jako v předchozím případě platí, že počet osob vystupujících z obou úseků se rovná počtu osob vstupujících do dalšího úseku, tedy platí $F_1 + F_2 = F_3$ a $Q_1 + Q_2 = Q_3$. Vyjádřením toků jako součinů intenzity a šířky proudů získáme rovnici $I_1 \cdot \delta_1 + I_2 \cdot \delta_2 = I_3 \cdot \delta_3$, ze které lze vyjádřit intenzitu proudu v třetím úseku rovnicí (9.13).

$$I_3 = \frac{I_1 \cdot \delta_1 + I_2 \cdot \delta_2}{\delta_3} \quad (9.13)$$

Je-li na základě šířkových parametrů všech úseků a intenzit proudů ve vstupních úsecích možné vypočítat intenzitu proudu v druhém úseku dle rovnice (9.13), je pak možné stanovit na základě fundamentálního diagramu odpovídajícímu typu třetího úseku hustotu proudu D_3 a rychlost proudu $V_3 = I_3/D_3$.

Vznik kongesce. Všude, kde dochází ke snížení šířky cesty, popř. ke změně typu cesty (dveře, schodiště), může při vyšších intenzitách pěšího proudu docházet ke kongescím, při kterých vzniká pěší dav s vysokou hustotou a nízkou rychlostí pohybu. Kongesce vzniknou tehdy, pokud je tok Q_1 v prvním úseku větší, než nejvyšší možný tok v druhém úseku. Ekvivalentně lze tuto podmínku vyjádřit tak, že intenzita v druhém úseku teoreticky vyjádřená podle rovnice (9.12) je větší než maximální intenzita tohoto úseku, tj. platí-li

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{\delta_1}{\delta_2} > I_{\max} \quad (9.14)$$

Při vytvoření kongesce vzroste hustota v těsném začátku druhého úseku na maximální možnou hodnotu, při které se proud ještě pohybuje. Ve zbytku úseku však již hustota nabývá menší hodnoty, která odpovídá intenzitě proudu při maximální hodnotě hustoty. Hustota je tedy menší než maximální, ale zvýší se rychlost proudu.

Vznik kongesce je také spojen se vznikem časového zpoždění pěšího proudu v důsledku snížení toku proudu prostorových nároků osob, ke kterému dochází při kongesci. Časové

zpoždění odpovídá rozdílu dob, za které pěší proud projde profilem cesty při původním a sníženém toku, a lze jej tedy vyjádřit rovnicí (9.15).

$$\tau = \frac{F}{Q_2} - \frac{F}{Q_1} = F \cdot \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_1} \right) \quad (9.15)$$

kde: τ – zpoždění vzniklé při kongesci [s]

Vznik dopravního proudu při výstupu. Vznik pěšího proudu při výstupu cestujících na nástupiště je velmi komplikovaný jev, na jehož podobu má vliv mnoho faktorů. Nejvýznamnější vliv má, kromě velikosti nástupiště a počtu cestujících, vlaková souprava, tj. počet dveří využívaných při výstupu, jejich propustnost a vzájemná vzdálenost. Dalším aspektem, který vznik proudu ovlivňuje, je chování cestujících, které je však obtížně predikovatelné. Cestující se po výstupu z vozidla totiž nestávají automaticky „součástí proudu“, který se pohybuje po nástupišti, ale v menší či větší míře se věnují jiným činnostem, jakými jsou např. zorientování se v novém prostoru, zjišťování informací o přepravě, úprava a uchopení zavazadel, čekání na spolucestující apod. Je tedy zřejmé, že charakterizování pěšího proudu nemůže být přesné a je vždy třeba počítat s určitou odchylkou, což však platí pro každé modelování.

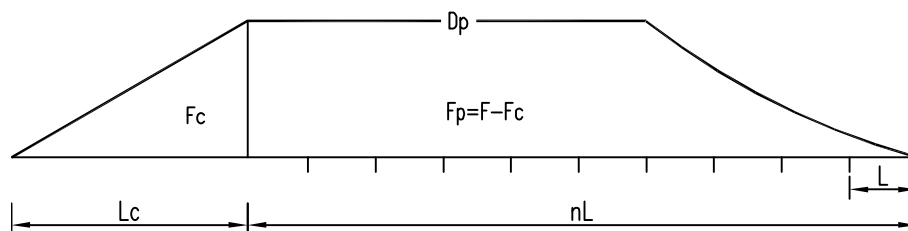
Uvažujme vlakovou soupravu s n dveřmi, které mají propustnost Q_v a jsou od sebe vzdáleny průměrně L metrů. Ve vlakové soupravě se nachází N cestujících s průměrným prostorovým nárokem f . Předpokládejme, že cestující jsou ve vlaku rozmístěni rovnoměrně. Prostorové nároky cestujících připadajících na jedny dveře jsou pak rovny $N \cdot f/n$ a doba výstupu t_v je rovna $N \cdot f/n \cdot Q_v$. Během této doby dochází k postupnému narůstání hustoty v prostoru nástupiště, tato hustota však není konstantní po celé délce, ale její průběh má přibližný tvar lichoběžníku, viz obrázek (9.3). Nejvyšší hustota D_p se vyskytuje v přední části soupravy (ve vztahu ke směru proudu) a je to hustota již stabilizovaného proudu, který se následně pohybuje po nástupišti. Hodnota hustoty odpovídá hustotě, kdy se všichni cestující nachází na nástupišti v prostoru před soupravou. Před soupravou se nachází úsek s přibližně lineární klesající hustotou, tzv. čelo proudu. Jeho délka l_c se rovná vzdálenosti, kterou ujde pěší proud rychlostí V_c odpovídající intenzitě proudu začátku čela I_c , tj. intenzitě proudu na nástupišti z prvních dveří Q_v/δ , za dobu t_v . V čele proudu se nachází cestující, jejichž prostorový nárok je $\delta \cdot l_c \cdot D_p/2$. Čelo proudu se pohybuje vyšší rychlostí než zbytek proudu, protože má nižší hustoty. Na opačné straně se nachází také oblast klesající hustoty, která od doby t_v postupně „srůstá“ se stabilizovaným proudem. Celkový prostorový nárok stabilizovaného proudu je pak roven prostorovému nároku všech cestujících sníženému o prostorový nárok čel, která se pohybují v podstatě nezávisle. Hustota a prostorový nárok vzniklého proudu jsou tedy následující.

$$D_p = \frac{F}{\delta \cdot n \cdot L} \quad (9.16)$$

$$F_p = F - F_c = N \cdot f - \frac{\delta \cdot l_c \cdot D_p}{2} \quad (9.17)$$

9.2.4 Struktura modelu

Na základě výpočtů z předchozí kapitoly lze sestavit model pohybu cestujících při přestupu. Navržený model odpovídá většině uspořádání v železničních stanicích. V případě jiného uspořádání by se model navrhl obdobně. Situace modelu je následující:



Obrázek 9.3: Průběh hustoty

- Vlak, ze kterého cestující přestupují, má n dveří o propustnosti Q_v a průměrné vzdálenosti L . Celý vlak je umístěn v určité vzdálenosti od schodiště/rampy.
- Ve vlaku se nachází N cestujících s průměrným prostorovým nárokem f , který odpovídá např. typu výchozího vlaku.
- Nástupiště má určenou šířku δ . Šířka odpovídá ploše nástupiště určené k pohybu cestujících, tzn. nezapočítávají se do ní např. bezpečnostní prostory, stěny a jiná zařízení.
- Je definována cesta přestupu, jejíž jednotlivé úseky jsou charakterizovány typem cesty, resp. typem fundamentálního diagramu, šířkou, a délkou. V každém úseku lze definovat přírůstek/úbytek cestujících při přestupu vyjádřený v procentech. Lze tak modelovat situaci, kdy ne všichni cestující z vlaku přestupují nebo naopak na přípoj přestupují i cestující z jiných nástupišť.
- Úsek cesty na nástupišti, kde se nachází následný vlak, je uvažován od kraje schodiště/rampy k prvním dveřím následného vlaku.
- Přestupní doba začíná momentem zahájení vystupování a končí v momentě, kdy poslední cestující pěšího proudu dojde k nejbližším dveřím následného vlaku.

Samotný výpočet přestupní doby předchází výpočet pěšího proudu vzniklého při výstupu cestujících, tj. jeho hustoty a prostorového nároku cestujících v proudu podle rovnic (9.16) a (9.17). Na základě hustoty je stanovena podle fundamentálního diagramu intenzita a rychlost proudu. V dalších úsecích se na základě intenzity v předešlém úseku a šířkových parametrů úseků stanovuje intenzita v následujícím úseku podle rovnice (9.12), přičemž se kontroluje, zda dochází ke vzniku kongesce (podle nerovnosti (9.14)). V případě vzniklé kongesce je stanovena doba zdržení podle rovnice (9.15). V místě předpokládaných kongescí (schodiště/rampy) je výpočet upraven tak, že se uvažuje s úsekem o nulové délce, který má typ předešlého úseku, ale šířku následného úseku. Tato úprava zohledňuje fakt, že se cestující před zúžením cesty formují do užšího proudu. Celková doba přestupu je součtem těchto dílčích dob:

- doba výstupu cestujících z vlaku: t_v
- doba průchodu proudu od jeho začátku ke konci (odpovídá jeho délce a rychlosti na výchozím nástupišti): t_p
- součet dob zdržení v jednotlivých úsecích: $\sum_i \tau_i$
- součet dob průchodu jednotlivými úseky: $\sum_i t_i$

Příklad výpočtu je uveden v tab. 10.3.

9.3 Aplikace modelu

9.3.1 Teoretický přestupní uzel

Modelový případ představuje stanici se dvěma ostrovními nebo poloostrovními nástupišti. Nástupiště se nachází mezi kolejemi s osovou vzdáleností 10 m a cestující při přestupu přechází dvě koleje s osovou vzdáleností 5 m. Výchozím vlakem je vlak kategorie Os tvořený elektrickou jednotkou 471+071+971 obsazenou 310 cestujícími. Teoretický případ potvrdil očekávaný předpoklad, že úroňový přechod je z hlediska přestupních dob příznivější. Zatímco v případě mimoúrovňového přechodu je přestupní doba 144 s, u úroňového přechodu je přestupní doba 116 s. Časová úspora je tedy téměř půl minuty. Výsledky modelu znázorňují tab. 10.1 a tab. 10.2.

9.3.2 Skutečný přestupní uzel

Skutečný přestupní uzel představuje žst. Kolín a v něm přestup z 5. na 2. nástupiště. Výchozím vlakem je R 721 v řazení $AB^{350}+BDs^{450}+Bdt^{279}+Bdt^{279}$, v němž se nachází 176 cestujících (průměrná hodnota z průzkumů frekvence v prosinci 2010). Všichni cestující z výchozího vlaku R 721 přestupují do vlaku směr Pardubice hl. n. sestaveného ze šesti vozů klasické stavby. Výsledky modelu znázorňuje tab. 10.3. Modelem zjištěná přestupní doba činí 220 s. V případě výpočtu na základě průměrných hodnot z kap. 8 vychází přestup cestujících na 212 s při uvažování nejvyšších zjištěných rychlostí, resp. 302 s při započítání průměrných rychlostí. Doba přestupu dle hodnot naměřených při místních šetření sestává z výstupu všech cestujících (podíl cestujících na jedny dveře, do nichž se nezapočítávají dveře u služební části, vydělený propustností jednoho dveřního profilu a přenásobený koeficientem zpomalení obratu cestujících 2,5), a dále přesunu po přestupní cestě, kdy ke každému charakteristickému pohybu je vztažena příslušná zjištěná rychlost. Skutečná přestupní doba naměřená u konkrétní cestující vystupující jako poslední z nejbližších dveří soupravy od podchodu je 226 s. Rozklíčování položek přestupní doby v žst. Kolín zobrazuje tab. 9.1. Rozdíl může být způsoben např. obtížně odhadnutelným chováním cestujících při výstupu zmíněném v kap. 9.2.3 nebo odlišným průměrným prostorovým nárokem cestujících. Svůj vliv má bezesporu způsob a okamžik informování (včetně osvojení si této informace) cestujících o umístění návazného spoje. Z výpočtu dále vyplývá, že přestupní doba stanovená pomůckou GVD může být v krajních situacích v rozporu se skutečným chováním cestujících a potřebným časem na jejich pohodlný a bezpečný přestup!

10 Porovnání dvou pohledů na pohyb pěších proudů

V této části metodiky jsou předloženy dva pohledy na problematiku pohybu pěších proudů v přestupních uzlech VHD. Nejprve (kap. 8) se předkládají naměřená data a z nich vycházející hodnoty, na jejichž základě jsou vyvozeny příslušné závěry. Uváděné hodnoty byly zjištěny opakovanými měřeními v železničních stanicích různých parametrů, jež byly zvoleny tak, aby výsledky dosahovaly co nejvyšší vypovídací hodnoty. Naproti tomu v kap. 9 je na tutéž problematiku představena aplikace makroskopického modelu, ve kterém se užívají hodnoty zjištěné pomocí fundamentálního diagramu. V samotném závěru se porovnávají na konkrétním příkladu v žst. Kolín hodnoty vypočítané a skutečně zjištěné. Právě aplikace obou možných pohledů na konkrétním příkladě jsou důkazem, že rozptyl hodnot je přiměřeně malý a v při praktickém využití zanedbatelný. Záleží tak na uživateli, která cesta bude pro jeho využití výhodnější a uživatelsky příjemnější. Zároveň tento konkrétní příklad demonstruje i fakt,

operace úsek	počet dveří/ délka	propust- nost [os/s]	rychlost [m/s]	přestupní doba [s]	
				min.	průměr
a – výstup cestujících (176 os)	7 dveří	0,67 (0,45) ^x		37/93 *	56/140 *
A – podél soupravy	98 m		1,98 (1,45) ^x	50	68
B – od posl. vozu k podchodu	13 m		1,98 (1,45) ^x	6	9
C – schodiště sestup	10 m		1,30 (0,81) ^x	8	12
D – podchod	64 m		1,98 (1,45) ^x	32	44
E – schodiště vzestup	10 m		0,68 (0,57) ^x	15	18
F – podchod – dveře	15 m		1,98 (1,45) ^x	8	11
vypočtená doba				212	302
změřená doba				226	
doba stanovená GVD				240	

^x ... Před závorkou jsou uvedeny hodnoty maximální, v závorce průměrné.

* ... Hodnota za lomítkem je vynásobena koeficientem zpomalení obratu cestujících ve výši 2,5.

Tabulka 9.1: Skutečný přestupní uzel žst. Kolín – přestupní doby

že chování cestujících mohou ovlivnit nepředpověditelné vlivy, které významně ovlivní jeho teoreticky předpokládané chování.

Nástupišťe		Dveře soupravy			Objem cestujících			Výstup			Čelo proudu			Výsledný proud					
Šířka	Počet	Vzdálenost	Propustnost	Počet	Průměrný prostor	Celkový prostor	Doba	Rychlost	Délka	Prostor	Prostor	Hustota	Intenzita	Rychlost	Délka	Prostor	Prostor	Hustota	
δ (m)	n (-)	L (m)	Q_v (m ² /s)	N (os)	f (m ² /os)	F (m ²)	t_v (s)	V_c (m ² /s)	l_c (m)	V_c (m ²)	F_c (m ²)	D_p (m ² /m ²)	l_c (m ² /ms)	V_c (m/s)	l_c (m)	F_c (m ²)	F_p (m ²)	D_p (m ² /m ²)	
5	6	11,7	0,16	310	0,135	41,9	44	0,03	1,62	71,5	21,3	20,5	0,12	0,03	1,62	21,3	20,5	0,12	
Úsek																			
Číslo	Typ	Šířka	Délka	Změna	Prostor	Hustota	Rychlost	Intenzita	Tok	Maximální intenzita	Vznik	Zpoždění	Průchod						
		δ (m)	L (m)	(%)	F (m ²)	D (m ² /m ²)	V (m/s)	I (m ² /ms)	Q (m ² /s)	I_{max} (m ² /ms)		τ (s)	Doba						
1	vodorovná	5,0	5,0		20,5	0,12	1,37	0,16	0,82	0,27			4						
(2)	vodorovná	2,5	0,0	100	20,5	0,15	1,20	0,18	0,44	0,27	ano	21	0						
2	dolů	2,5	10,0	100	20,5	0,13	1,37	0,18	0,44	0,23	ne	0	7						
3	vodorovná	6,0	15,0	100	20,5	0,05	1,60	0,07	0,44	0,27	ne	0	9						
(4)	vodorovná	2,5	0,0	100	20,5	0,15	1,20	0,18	0,44	0,27	ne	0	0						
4	nahoru	2,5	10,0	100	20,5	0,54	0,33	0,18	0,44	0,18	ne	0	30						
5	vodorovná	5,0	5,0	100	20,5	0,06	1,58	0,09	0,44	0,27	ne	0	3						
Doba přesunu																			
Celková		výstup		proud		úseky		kongesce											
T (s)	t_v (s)	t_p (s)	t (s)	t (s)	τ (s)														
144	44	25	54	21															
vstupní parametry																			
parametry dle fundamentálního diagramu																			

Tabulka 10.1: Model – teoretický přestupní uzel – mimoúrovňový přechod

Nástupišť		Dveře soupravy			Objem cestujících			Výstup		Čelo proudu				Výsledný proud		
Šířka	Počet	Vzdálenost	Propustnost	Počet	Průměrný prostor	Celkový prostor	Doba	Rychlost	Intenzita	Rychlost	Délka	Prostor	Prostor	Hustota		
δ (m)	n (-)	L (m)	Q_v (m ² /s)	N (os)	f (m ² /os)	F (m ²)	t_v (s)	V (m/s)	I_c (m ² /ms)	V_c (m/s)	l_c (m)	F_c (m ²)	F_p (m ²)	D_p (m ² /m ²)		
5	6	11,7	0,16	310	0,135	41,9	44	1,37	0,03	1,62	71,5	21,3	20,5	0,12		
Úsek																
Číslo	Typ	Šířka	Délka	Změna	Prostor	Hustota	Rychlost	Intenzita	Tok	Maximální intenzita	Vznik	Zpoždění	Průchod			
	δ (m)	L (m)	(%)	F (m ²)	D (m ² /m ²)	V (m/s)	I (m ² /ms)	Q (m ² /s)	I_{max} (m ² /ms)	τ (s)	Doba					
1	vodorovná	5,0	5,0	20,5	0,12	1,37	0,16	0,82	0,27		4					
(2)	vodorovná	3,0	0,0	20,5	0,15	1,20	0,18	0,53	0,27	ano	13					
2	vodorovná	3,0	6,6	20,5	0,15	1,20	0,18	0,53	0,27	ne	0					
3	vodorovná	3,0	15,0	20,5	0,15	1,20	0,18	0,53	0,27	ne	12					
(4)	vodorovná	3,0	0,0	20,5	0,15	1,20	0,18	0,53	0,27	ne	0					
4	vodorovná	3,0	6,6	20,5	0,15	1,20	0,18	0,53	0,27	ne	0					
5	vodorovná	5,0	5,0	20,5	0,12	0,89	0,11	0,53	0,27	ne	6					
Doba přesunu																
Celková	výstup	proud	úseky	kongesce												
T (s)	t_v (s)	t_p (s)	t (s)	τ (s)												
116	44	25	33	13												
vstupní parametry																
parametry dle fundamentálního diagramu																

Tabulka 10.2: Model – teoretický přestupní uzel – úrovňový přechod

Nástupišťe	Dveře soupravy			Objem cestujících			Výstup	Čelo proudu			Výsledný proud		
	Počet	Vzdálenost	Propustnost	Počet	Průměrný prostor	Celkový prostor		Doba	Rychlost	Délka	Prostor	Prostor	Hustota
Šířka	n (-)	L (m)	$Q_v (m^2/s)$	N (os)	f (m ² /os)	F (m ²)	$t_v (s)$	$V_c (m/s)$	$l_c (m)$	$F_c (m^2)$	$F_p (m^2)$	$D_p (m^2/m^2)$	
5	8	12,25	0,15	176	0,325	57,2	49	0,03	1,62	23,2	34,0	0,12	
Číslo	Typ	Šířka	Délka	Změna	Prostor	Hustota	Rychlost	Intenzita	Tok	Maximální intenzita	Vznik	Doba	
		$\delta (m)$	L (m)	(%)	F (m ²)	D (m ² /m ²)	V (m/s)	I (m ² /ms)	Q (m ² /s)	$I_{max} (m^2/ms)$	$\tau (s)$	t (s)	
1	vodorovná	5,0	13,0		34,0	0,12	1,39	0,16	0,81	0,27		9	
(2)	vodorovná	2,5	0,0	100	34,0	0,15	1,20	0,18	0,44	0,27	ano	35	
2	dolů	2,5	10,0	100	34,0	0,13	1,37	0,18	0,44	0,23	ne	0	
3	vodorovná	6,0	64,0	100	34,0	0,04	1,72	0,07	0,44	0,27	ne	37	
(4)	vodorovná	2,5	0,0	100	34,0	0,15	1,20	0,18	0,44	0,27	ne	0	
4	nahoru	2,5	10,0	100	34,0	0,54	0,33	0,18	0,44	0,18	ne	30	
5	vodorovná	5,0	15,0	100	34,0	0,06	1,58	0,09	0,44	0,27	ne	9	
Úsek													
Doba přesunu				Změna		Hustota		Rychlost		Kongesce		Průchod	
proud				(%)		D (m ² /m ²)		V (m/s)		Vznik		Doba	
t _p (s)				Změna		D (m ² /m ²)		V (m/s)		Vznik		Doba	
42				35		0,06		1,58		ne		9	
Celková													
výstup				kongesce		vstupní parametry		výstupní parametry		výstupní parametry		výstupní parametry	
t _v (s)				τ (s)		parametry dle fundamentálního diagramu		parametry dle fundamentálního diagramu		parametry dle fundamentálního diagramu		parametry dle fundamentálního diagramu	
49				35									
220				35									

Tabulka 10.3: Model – skutečný přestupní uzel žst. Kolín

11 Literatura k této části

- [1] ČSN 73 4959. *Nástupiště a nástupištní přístřešky na drahách celostátních, regionálních a vlečkách*. Praha: ÚNMZ, 2009. 24 s.
- [2] TNŽ 73 4955. *Výpravní budovy a budovy zastávek ČSD*. Praha: Ústřední ředitelství ČSD, 1992. 42 s.
- [3] JACURA, Martin. *Dopravní obslužnost území*. Praha: 2010. Doktorská disertační práce (Ph.D.). ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů.
- [4] PÖSCHL, David a Lukáš TÝFA. Simulační modely pěších proudů. *Perner's Contacts* [online]. 2011, roč. 6., č. 1, s. 249–255 [cit. 2011-04-19]. ISSN 1801-674X. Dostupné z: http://pernerscontacts.upce.cz/21_2011/Poschl.pdf
- [5] HAVLENA, O., M. JACURA, T. JAVOŘÍK a D. PÖSCHL. Interakce parametru dveří drážních vozidel a nástupní plochy. In: *Verejná osobná doprava 2010*. Bratislava: Kongres STUDIO, 2010, s. 151–154. ISBN 978-80-970356-1-7.
- [6] PREDTECHENSKII, V. M. a A. I. MILINSKII. *Planning for Foot Traffic Flow in Buildings*. New Dehli (India): Amerind Publishing, 1978.
- [7] PEČENÝ, Zdeněk. *Osobná doprava*. Žilina: EDIS, 2000. ISBN 80-7100-532-0.

Část IV

Informovanost cestujících v přestupním uzlu

12 Funkce a popis informačního systému

Přehledný dynamický informační systém v dnešní době patří k nezbytnému příslušenství každé železniční stanice a zastávky, resp. celého přestupního uzlu. Jeho prostřednictvím se cestující dozvídá údaje o spojích, které do dotyčného místa přijíždějí, zastavují zde nebo z něj odjíždějí. Zvláště v rozsáhlejších stanicích a přestupních terminálech s jinými druhy veřejné hromadné dopravy je téměř nemyslitelné, aby byl cestující odkázán pouze na vývěsné papírové jízdní řády, na vlastní úsudek nebo na ústní dotaz směrem k personálu. Každý spoj, který se v dotyčném dopravním bodu objeví, by měl být pro cestujícího definován následujícími parametry:

- označení spoje (kategorie, číslo, jméno, linka)
- časové údaje (příjezd, odjezd)
- směrové údaje (výchozí stanice, nácestné stanice, cílová stanice)
- místní údaje (nástupiště, příp. kolej)
- charakteristika spoje (tarifní odchylky, řazení, zastavování)
- mimořádnosti (zpoždění, výluky, náhradní doprava, nepravidelné řazení)

Tyto údaje dávají cestujícímu ucelený obraz o dostupných spojích a zároveň mu umožňují najít ten, který potřebuje. Je pro něj ovšem také důležité, aby očekávanou informaci získal ve správný čas a na správném místě a aby vedle ní nebyl příliš „zahlcen“ informacemi dalšími, které pro vyhledání příslušného spoje nejsou zásadní. Optimalizací informací, zejména akustických, se zabývá právě tato část monografie.

13 Vizuální informace

Jedním ze dvou hlavních způsobů poskytování informací je vizuální přenos. Jeho média se vyvíjela společně s ostatními zařízeními na železnici a za několik posledních desetiletí prošla od tabulí umístěných k vlakům, přes listové zobrazovací jednotky s celistvými listy (tzv. Pragotron) nebo jednotlivými písmeny (např. vzor Solari) až k informačním tabulím založeným na LED nebo LCD technologiích. Tato zařízení zpravidla zobrazují základní informace o vlaku – kategorii, číslo, jméno, výchozí nebo cílovou stanici, nácestné stanice, čas příjezdu nebo odjezdu, nástupiště, kolej a zpoždění. Konkrétní výčet údajů závisí na typu zařízení a na účelu, který plní – jiné množství informací poskytuje centrální odjezdová tabule v odbavovací hale a jiné informační panel na nástupišti. Pro cestujícího není podstatné technické provedení, ale zejména místo, kde požadovanou informaci nalezne. To se týká zejména přestupů, kdy není například žádoucí, aby cestující absolvoval kvůli přesunu na sousední nástupiště cestu do odbavovací haly a zpět. Proto jsou informační zařízení rozmístěna ve stanicích v několika charakteristických bodech, které jsou na příkladu peronizované stanice dále popsány.

ODJEZD	PRIMEJZ	PRIMEJZ	PRIMEJZ
ODJEZD	PRIMEJZ	PRIMEJZ	PRIMEJZ
PRABARLE N	USTI NL	R	10.22
RAKOVNIK	LOUNY	Os	10.57
DEON	CHOMUTOV	R	11.33
ZATEC	OBONICE	Os	11.36
LOUNY	OBONICE	Os	11.57
DEON	USTI NL	Os	12.04
KLATEREC nad OH	CHOMUTOV	Os	12.12
RAKOVNIK	USTI NL	R	12.22
RAKOVNIK	LOUNY	Os	12.57

(a) Listová tabule (žst. Most)



(b) LED tabule (žst. Otrokovice)

7:07 DEPARTURE	ODJEZD	ABFAHRT
Os 9993 83	CO CERCHOV	Praha-Motláry z.
R 9993 83	CO HLAVNÍHOLE HL.H.	Lezd u Lázní
R 9993 83	CO ZÁHRADNÍ HL.H.	Hrádko
Os 9914 87	CO PRÁHA-SMÍCHOV	Praha-Smíchov
Os 9914 87	CO PRÁHA-ROSOVICE	Praha-Rosovice
R 391	CO LHC HSP	Stožkov u Prahy
Os 127	CO FALKA	Čelákovice
Os 3919	CO BENEŠOV U PRAHY	Říčany
Os 9911 87	CO DOLY	Praha-Libuš
Os 1129 83	CO TRÁVNÍKY	Heratovice
Os 1065	CO MARIÁNSKÉ LÁZNE	Prácheň, M.A.
Os 3194 88	CO PRÁHA-VYSOČANY	Říčany
Os 8111 88	CO STŘONICE	Praha-Smíchov
Os 9999 87	CO RANICE	Praha-Smíchov

(c) LCD tabule (žst. Praha hl.n.)



(d) Monitor (žst. Mariánské Lázně)

Obrázek 13.1: Centrální informační jednotky v odbavovací hale stanice

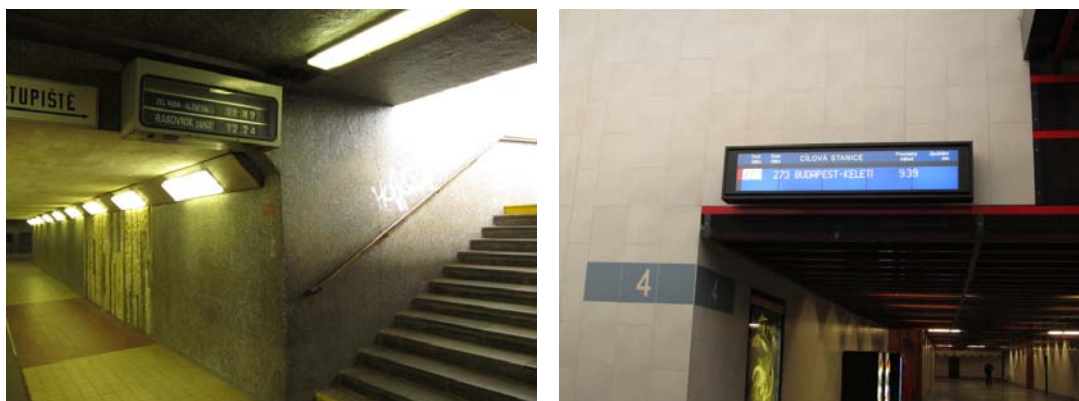
13.1 Informace v odbavovací hale

Centrální informační panel v odbavovací hale má za úkol poskytnout komplexní souhrn vizuálních údajů. Mezi ně patří v optimálním případě všechny položky uvedené v předchozím odstavci. Panel by měl být instalován na místě, které je viditelné z co největší části veřejnosti přístupných prostor. Dříve instalované centrální informační jednotky jsou většinou provedeny formou listových zobrazovačů (viz obr. 13.1a), nově osazované kusy jsou realizovány prostřednictvím LED či LCD panelů (viz obr. 13.1b a 13.1c).

Menší odbavovací haly bývají v poslední době osazovány alespoň klasickými monitory, které plní shodnou funkci při výrazně nižším záboru prostoru, ovšem s čitelností pouze z malé vzdálenosti (viz obr. 13.1d). Ve stanicích s jiným uspořádáním nástupišť (např. úroňová nástupiště či poloperonizace) mohou být hlavní informační panely umístěny např. na prvním nástupišti.

13.2 Informace v podchodech

Pro cestujícího, který přestupuje mezi dvěma vlaky nebo mezi vlakem a spojem návazné VHD v peronizované stanici, jsou důležité zejména informace v podchodech. Informační prvky jsou vhodně umístěny u schodišť na jednotlivá nástupiště a poskytují údaje o spojích, které toto nástupiště využijí. Předáním tohoto údaje cestujícímu během jeho přesunu se mu totiž výrazně zkrátí trasa, kterou by ušel, pokud by se musel informovat až v odbavovací hale. Tím se



(a) Listová tabule (žst. Beroun)

(b) LCD tabule (žst. Praha hl.n.)

Obrázek 13.2: Informační panely v podchodech

zároveň sníží doba potřebná pro jeho přestup. V optimálním případě by sice tuto informaci uživatel mohl dostat akusticky, ovšem vzhledem k nízké záruce jejího včasného spuštění a snadnému přeslechnutí z důvodu hovoru nebo jiného zdroje hluku se na ni nelze jednoznačně spolehnout. Informace v podchodech mohou být obdobně jako hlavní panely v odbavovacích halách realizovány listovými jednotkami (obr. 13.2a) nebo LED/LCD panely (obr. 13.2b) a zobrazují pouze základní údaje, např. cílovou stanici a čas odjezdu.

13.3 Informace na nástupištích

Posledním prvkem řetězce informací, který cestující vidí při své cestě k vlaku, jsou informace na nástupišti. Zde jsou opět uvedeny pouze základní údaje, neboť existuje předpoklad, že souhrnné informace již cestující získal na předchozích stupních. Technické provedení je opět nejčastěji ve formě listových jednotek nebo zařízení na bázi LED/LCD (viz obr. 13.3a a 13.3b).

13.4 Doplnková zobrazovací zařízení

Kromě výše zmíněných tří stupňů orientace je možné stanici osadit i „informačními kiosky“, které nezávisle na své poloze vzhledem k dispozicím prostor pro cestující poskytují informace o odjezdech, příjezdech a řazení vlaků včetně uvedení příslušných nástupišť. Největší výhodu tento systém získává při umístění přímo na nástupišti, neboť umožní přenos informace k cestujícímu nedlouho po jeho výstupu z vlaku, a ten si může polohu návazného spoje zjistit, aniž by musel sejít do podchodu nebo dokonce dojít do odbavovací haly. Tyto informační terminály (viz obr. 13.5a) jsou z výše uvedených zařízení nejnovějším, tudíž zatím nejméně využívaným prvkem, přičemž lze však předpokládat, že jejich rozšiřování bude pokračovat.

13.5 Provázání informačních systémů více dopravních systémů

V uzlech s přestupní vazbou mezi železnicí a jinými druhy VHD se v posledních několika letech rozvíjí systém jednotného informování, který sdružuje údaje o dostupných spojích nehlédě na dopravní systém, k němuž náleží. Na jedné informační tabuli tak mohou být zobrazeny odjezdy či příjezdy vlaků, regionálních autobusů i linek MHD, což přináší výrazné zjednodušení orientace pro cestující. Tento způsob sjednocování informací se rozvíjí zejména v lokalitách



(a) Listová tabule (žst. Beroun)



(b) LCD tabule (žst. Mariánské Lázně)

Obrázek 13.3: Informační panely na nástupišťích



(a) LED tabule (žst. Český Brod)



(b) LED tabule (žst. Tišnov)

Obrázek 13.4: Tabule společné pro vlaky i autobusy



(a) „Informační kiosek“ (žst. Praha hl.n.)



(b) Ovládání informačního systému

Obrázek 13.5: Doplnková zobrazovací zařízení

s IDS. Příkladem jsou přestupní uzly, jejichž jádrem jsou žst. Český Brod (viz obr. 13.4a – Pražská integrovaná doprava) nebo Tišnov (viz obr. 13.4b – IDS Jihomoravského kraje).

14 Akustické informace

Hlášení prostřednictvím staničního rozhlasu představuje doplňkový (v případě kombinace s vizuálním systémem), nebo základní (v případě stanic, kde vizuální systém není osazen) způsob předávání informací cestujícím. Na rozdíl od informování vizuálního, kde se změna objemu informací děje v prostoru (různé objemy informací na různých místech), záleží množství údajů u hlášení na momentu, ve kterém bylo spuštěno. Kompletní informace o spoji se například prezentují při prvním hlášení několik minut před příjezdem vlaku, zatímco při jeho příjezdu a během pobytu se již sdělení odehrává ve stručnější podobě. Struktura hlášení používaná na síti SŽDC byla pro potřeby této práce rozdělena do skupin – viz tab. 14.1.

Hlášení ke každému vlaku mohou probíhat v několika módech, z nichž každému je přiřazen určitý objem informace. Jednotlivé hlavní módy jsou závislé na poloze vlaku vzhledem k dotyčné stanici a způsobu interakce vlaku se stanicí:

- „Přijede“ spustí se několik minut před příjezdem vlaku
- „Vjíždí“ spustí se bezprostředně před příjezdem vlaku
- „Přijel“ spustí se po příjezdu vlaku
- „Nástup“ spustí se během pobytu vlaku (pokud je čas pobytu vlaku dostatečně dlouhý)
- „Odjede“ spustí se před odjezdem vlaku
- „Příjezd+odjezd“ spustí se po příjezdu vlaku při krátké době pobytu
- „Přestup“ informuje o možnostech přestupu
- „Rychlý přestup“ informuje o nutnosti urychleného přestupu

15 Ovládání informačního systému

Řízení dynamického informačního systému na železnici je v současné době řešeno třemi hlavními aplikacemi od různých dodavatelů. Vzhledem k tomu, že cílem této kapitoly není technický popis jednotlivých zařízení, nebude přihlíženo k rozdílům mezi jednotlivými typy. Základním principem takového systému je obecně společné ovládání vizuální a akustické části, a to buď manuálně, kdy hlášení aktivuje obsluha (výpravčí, operátor) anebo automaticky, kdy je funkce informačního systému propojena se zabezpečovacím zařízením. Z něj řídicí systém čerpá data o jízdě vlaku (časové údaje, nástupiště, kolej, zpoždění) a podle nich automaticky spouští hlášení a aktivuje zobrazování na informačních panelech, a to například i s přihlédnutím k nutnosti úpravy sledu hlášení v případě zpoždění. Příklad ovládacího panelu jednoho z řídicích systémů je zobrazen na obr. 13.5b. Informační panel jiných subsystémů VHD, příp. informační panel společný pro všechny zúčastněné druhy VHD, může být rovněž aktualizován automaticky, např. zapojením technologie GPS do vozidel.

Hlášení staničního rozhlasu	
obsah hlášení	vysvětlení/příklad
oslovení (+ znělka)	<i>Vážení cestující ...</i>
kategorie, číslo a jméno vlaku	<i>rychlík č. 758</i>
dopravce	<i>společnosti České dráhy</i>
výchozí stanice	<i>(ze směru) Praha hl.n.</i>
předcházející stanice	<i>Beroun, Hořovice</i>
pravidelný příjezd	<i>pravidelný příjezd 13 hodin 50 minut</i>
číslo nástupiště	<i>přijede/odjede na/z nástupiště číslo 1</i>
číslo koleje	<i>na první kolej</i>
následující stanice	<i>(vlak dále pokračuje ve směru) Stříbro, Mariánské Lázně</i>
cílová stanice	<i>Cheb</i>
pravidelný odjezd	<i>pravidelný odjezd 14 hodin 07 minut</i>
výzva k ukončení nástupu	<i>ukončete nástup, vlak je připraven k odjezdu</i>
hlášení konečné stanice	<i>vlak zde jízdu končí</i>
název zdejší stanice při příjezdu vlaku	<i>stanice Plzeň hlavní nádraží</i>
zastávky na znamení	<i>Vlak zastavuje ... na znamení ...</i>
zastavování	<i>vlak zastavuje ve všech stanicích a zastávkách</i>
zpoždění	<i>délka, důvod, upozornění na změnu</i>
mimořádnosti, změny	<i>výluky, odklony, náhradní autobusová doprava</i>
odchylná rezervace	<i>Pendolino, RegioJet</i>
dovolené odbavení ve vlaku z obsazené stanice	<i>porucha pokladny</i>
specifický způsob odbavení cestujících	<i>označovač ve vlaku</i>
tarifní zvláštnosti	<i>globální cena</i>
zařazení do IDS včetně podrobností	<i>vlak je zařazen do systému ... integrované dopravy</i>
pravidelné řazení vlaku	<i>... vůz první třídy, úschova, kola atd.</i>
nepravidelné řazení vlaku	<i>... není mimořádně řazen vůz 1. třídy ...</i>
varování	<i>Žádáme cestující, aby dbali své osobní bezpečnosti ...</i>

Tabulka 14.1: Rozdělení hlášení do jednotlivých složek

16 Posouzení relevance akustického hlášení

Stěžejní částí této kapitoly je posouzení staničního hlášení z hlediska jeho informační hodnoty pro cestující. Zejména ve velkých přestupních uzlech totiž dochází k jevu, kdy hlášení vzhledem k velkému počtu odbavovaných vlaků plyne takřka nepřetržitě a cestující je začíná vnímat jako pouhou zvukovou kulisu, nikoli jako jemu určené sdělení. Tento jev není způsoben pouze počtem odbavených spojů, ale i objemem údajů, které jsou jednotlivým spojům přiřazeny. Mezi hlášenými informacemi mohou být i takové, které jsou pro část cestujících nepodstatné, neboť je vůbec nepotřebují, případně si je mohou snadno vyhledat již před cestou (v knižním nebo elektronickém jízdním řádu, na vývěsných plochách ve stanicích).

16.1 Průzkum priorit cestujících

Po rozdělení hlášení do módů byl mezi několika desítkami respondentů, kteří cestují vlakem, proveden průzkum, který zjišťoval, jakou cestující přiřadí váhu v železniční stanici jednotlivým částem hlášení. Systém hodnocení byl zvolen v rozmezí hodnot 1 až 5, kdy jednička znamenala nejnižší důležitost a pětka důležitost nejvyšší. Výsledky průzkumu seřazené podle průměrné priority od nejvyšší k nejnižší jsou zobrazeny v tabulce 16.1.

Průzkum byl vyhodnocen pomocí několika statistických veličin, sloužících jednak pro zjištění průměrné hodnoty, jednak pro zjištění homogenity souborů pro jednotlivé typy hlášení. Zaznamenán byl aritmetický průměr, aritmetický průměr ze souboru ořezaného o 10 % minimálních a maximálních hodnot, maximální a minimální hodnoty, medián, směrodatná odchylka a variační koeficient. Poslední dvě položky slouží k určení homogenity odpovědí respondentů. Takže zatímco například hodnota těchto veličin u položky „číslo nástupiště“ je poměrně nízká, protože na její důležitosti se respondenti shodli, u úvodního oslovení je z důvodu značné rozdílnosti odpovědí naopak vysoká. Čím nižší tedy tyto dvě hodnoty jsou, tím vyšší je pravděpodobnost, že další náhodně vybraný respondent by na podobnou otázku odpověděl stejně. V případě vyšších hodnot je struktura odpovědí značně kolísavá a vypovídací hodnota proto není tak vysoká.

Průzkum prokázal několik základních jevů – pro cestujícího jsou rozhodující dopravní údaje o vlaku (údaje o nástupišti, cílové stanici, zpoždění, mimořádnostech, atd.), zatímco údaje tarifní a organizační (odchylné způsoby odbavení, řazení vlaku či poskytované služby) jsou z jeho pohledu druhořadé. Z dopravních údajů jsou pro cestující méně důležité pouze informace o stanicích, z nichž vlak přijíždí (s výjimkou počáteční). V tabulce 16.1 jsou všechny části hlášení seřazené podle toho, jakou prioritu jim respondenti v průměru přiřadili.

16.2 Průzkum skutečného stavu

Na základě výše popsaného rozdělení částí hlášení byl ve vybraných deseti železničních stanicích proveden průzkum, jehož cílem bylo zjistit, jaký podíl na celkové době hlášení mají jeho jednotlivé části. Průzkum byl proveden videokamerou, jejíž záznamy byly následně analyzovány členy řešitelského týmu a s přesností na jednotky sekund byly rozepsány podíly zmíněných složek hlášení. Průzkum proběhl ve stanicích různého významu, pro další podrobnější analýzy byly do zkoumaného souboru začleněny stanice s různým uspořádáním nástupišť s důrazem na řešení, která jsou komplikovanější z hlediska orientace pro cestujícího (peronizace). Šetření bylo provedeno v průběhu července, srpna a září roku 2011 ve stanicích Brno hlavní nádraží, Česká Lípa hlavní nádraží, Česká Třebová, Hradec Králové hlavní nádraží,

obsah hlášení	priorita pro cestující: 1-5						
	prostý aritm. průměr	useknutý průměr	medián	max	min	směrodat. odchylka	variační koef.
číslo nástupiště	4,77	5,00	5,00	5	1	0,85	17,74
mimořádnosti	4,77	4,86	5,00	5	3	0,50	10,58
cílová stanice	4,65	4,82	5,00	5	2	0,73	15,70
zpoždění	4,65	4,82	5,00	5	1	0,83	17,82
pravidelný odjezd	4,46	4,64	5,00	5	1	0,93	20,83
následující stanice	4,04	4,09	4,00	5	2	0,90	22,23
kategorie, číslo a jméno vlaku	3,81	3,91	4,00	5	1	1,27	33,39
číslo koleje	3,81	3,95	4,50	5	1	1,41	37,15
výchozí stanice	3,54	3,59	3,50	5	1	1,22	34,37
zastávky na znamení	3,54	3,64	3,50	5	1	1,25	35,25
výzva k ukončení nástupu	3,31	3,36	3,00	5	1	1,03	31,11
název zdejší stanice při příjezdu vlaku	3,27	3,32	3,00	5	1	1,43	43,72
pravidelný příjezd	3,19	3,23	3,00	5	1	1,18	36,88
zastavování	3,15	3,18	3,00	5	1	1,26	40,00
specifický způsob odbavení cestujících	3,04	3,05	3,00	5	1	1,45	47,85
pravidelné řazení vlaku	2,96	2,95	3,00	5	1	0,98	33,09
nepravidelné řazení vlaku	2,88	2,86	3,00	5	1	1,22	42,27
dovolené odbavení ve vlaku z obsazené stanice	2,85	2,82	3,00	5	1	1,54	53,99
hlášení konečné stanice	2,73	2,68	3,00	5	1	1,40	51,35
odchylná rezervace	2,62	2,59	3,00	5	1	1,00	38,35
oslovení	2,48	2,38	2,00	5	1	1,39	56,01
dopravce	2,46	2,36	2,00	5	1	1,25	50,68
zařazení do IDS včetně podrobností	2,35	2,32	2,50	4	1	0,92	39,10
předcházející stanice	2,23	2,09	2,00	5	1	1,19	53,20
varování	2,23	2,14	2,00	5	1	1,12	50,21
tarifní zvláštnosti	2,04	1,86	2,00	5	1	1,22	60,05

Tabulka 16.1: Průzkum významnosti částí hlášení pro cestující

Mladá Boleslav hlavní nádraží, Nymburk hlavní nádraží, Pardubice hlavní nádraží, Plzeň hlavní nádraží, Praha hlavní nádraží a Zábřeh na Moravě.

Ve všech stanicích byl pořízen záznam délky odpovídající intenzitě provozu vlaků, aby bylo možné stanovit, jaký podíl měl souhrn hlášení k celkové době nahrávání. Zároveň byly z pochopitelných důvodů v méně frekventovaných stanicích vybírány časové úseky, kdy se očekával příjezd skupiny spojů. Podíl celkové doby hlášení k celkové době záznamu je tedy možné využít spíše jako orientační hodnotu, nikoli jako exaktní zjištění, které by se dalo vztáhnout na delší časový úsek. V tabulce 16.2 následuje ukázka analýzy zaznamenaného hlášení ze stanice Plzeň hl.n. s rozdělením časového rozsahu jednotlivých částí akustických informací.

Záhlaví hlavní tabulky obsahuje informace o lokalitě, době celého posuzovaného záznamu a zpětně dopočítanou souhrnnou dobu, po kterou hlášení znělo. Hlavní tabulka pak v řádcích obsahuje rozdělení na jednotlivé části hlášení, kde sloupce představují vždy jednu sekvenci hlášení, přičemž je uvedeno, ke které kategorii spoje se hlášení vztahuje.

16.3 Vyhodnocení současného stavu

Tabulka 16.3 zobrazuje vyhodnocení všech průzkumů, kdy v jednotlivých řádcích jsou provedeny časové součty jednotlivých částí hlášení a vyjádřen jejich poměr k celkové době záznamu (brutto) a celkové době, kdy probíhala hlášení (netto). Tabulka po pravé straně pak slouží k vzájemnému porovnání obou předchozích průzkumů – průzkumu priority ze strany cestujících a průzkumu skutečných podílů částí hlášení na celkové době hlášení (z tohoto posouzení byly vyňaty anglické a německé mutace, protože jsou specifické pouze pro určité stanice a z větší části odrážejí skladbu české verze). Výstup z průzkumu priorit cestujících (ořezaný průměr) je zanesen do sloupce „váha“. Následuje přepočtení (100/váha), sloužící k obrácení smyslu škály hodnot, aby se dostal do souladu s procentuálním zastoupením jednotlivých složek hlášení. Poslední sloupec pak obsahuje cílovou hodnotu celého výzkumu, kterou je tzv. *koeficient redundance*. Jeho výpočet je realizován součinem přepočtené hodnoty významnosti pro cestující a hrubým podílem částí hlášení na celkové době záznamu (brutto). Jeho smyslem je vyjádření vazby mezi zábořem času a významností pro cestující. Čím je koeficient redundance vyšší, tím méně je pravděpodobné, že čas vyhrazený části hlášení odpovídá jeho důležitosti pro cestující.

Z porovnání koeficientů redundance (dále jen KR) lze vybrat několik informací (pro účel této úvahy například všechny přesahující hodnotu KR = 1,00), u nichž existuje „podezření“ na nesoulad záboru času a významnosti z pohledu cestujících.

Oslovení, znělka	KR = 1,30
Kategorie, jméno, číslo vlaku	KR = 1,66
Následující stanice	KR = 2,41
Pravidelné řazení vlaku	KR = 1,67

16.4 Doporučení pro změnu skladby na základě priorit cestujících a reality

Na základě čtyř „podezřelých“ složek hlášení může proběhnout návrh úpravy hlášení. V tomto případě se práce omezí na paušální „celosíťovou“ úpravu, ovšem při reálné aplikaci by bylo v případě některých položek (např. informací o IDS) nezbytné přihlédnout k místním specifikům a rozbor u nich provést pro každou zkoumanou stanici zvlášť.

Celková délka záznamu [s]:	15 760					
Celková délka hlášení [s]:	8 104	51%				
obsah hlášení	souhrn	podíl brutto	podíl netto	váha	přepočet	KR
oslovení (+ znělka)	495	3%	6%	2,41	41,51	1,30
kategorie, číslo a jméno vlaku	1 021	6%	13%	3,91	25,58	1,66
dopravce	54	0%	1%	2,36	42,31	0,14
výchozí stanice	254	2%	3%	3,59	27,85	0,45
předcházející stanice	51	0%	1%	2,09	47,83	0,15
pravidelný příjezd	336	2%	4%	3,23	30,99	0,66
číslo nástupiště	515	3%	6%	5,00	20,00	0,65
číslo koleje	313	2%	4%	3,95	25,29	0,50
následující stanice	1 556	10%	19%	4,09	24,44	2,41
cílová stanice	376	2%	5%	4,82	20,75	0,50
pravidelný odjezd	734	5%	9%	4,64	21,57	1,00
výzva k ukončení nástupu	217	1%	3%	3,36	29,73	0,41
hlášení konečné stanice	87	1%	1%	2,68	37,29	0,21
název zdejší stanice při příjezdu vlaku	131	1%	2%	3,32	30,14	0,25
zastávky na znamení	134	1%	2%	3,64	27,50	0,23
zastavování	153	1%	2%	3,18	31,43	0,31
zpoždění	40	0%	0%	4,82	20,75	0,05
mimořádnosti, změny	111	1%	1%	4,86	20,56	0,14
odchylná rezervace	0	0%	0%	2,59	38,60	0,00
dovolené odbavení ve vlaku z obsazené stanice	0	0%	0%	2,82	35,48	0,00
specifický způsob odbavení cestujících	0	0%	0%	3,05	32,84	0,00
tarifní zvláštnosti	6	0%	0%	1,86	53,66	0,02
zařazení do IDS včetně podrobností	209	1%	3%	2,32	43,14	0,57
pravidelné řazení vlaku	779	5%	10%	2,95	33,85	1,67
nepravidelné řazení vlaku	0	0%	0%	2,86	34,92	0,00
varování	114	1%	1%	2,14	46,81	0,34
hlášení německy	64	0%	1%			
hlášení anglicky	354	2%	4%			

Tabulka 16.3: Vyhodnocení průzkumu

V prvním případě se jedná o oslovení se znělkou, které s $KR = 1,30$ zabírá 6 % doby záznamu a u cestujících získalo prioritu 2,41, tedy jednu z nejnižších. Vzhledem k této prioritě je pravděpodobné, že oslovení a znělky zabírají skutečně větší časový prostor, než jim z hlediska relevance náleží. Protože znělky v různých stanicích jsou odlišné, je nutné posuzovat tento problém na úrovni jednotlivých zkoumaných míst (detailní tabulky nejsou přílohou této kapitoly), z čehož lze zjistit následující údaje: nadprůměrné podíly znělek a oslovení jsou ve stanicích Plzeň hl. n. (9 %), Pardubice hl. n. (8 %), Nymburk hl. n. (7 %) a Česká Lípa hl. n. (8 %). V těchto stanicích by tedy bylo vhodné úpravou struktury znělky (např. zkrácením melodie) výslednou poměrnou dobu redukovat.

Druhá položka ve vybraném výčtu, kterou je „Kategorie, jméno, číslo vlaku“, sice také vykazuje poměrně vysoký koeficient redundance ($KR = 1,66$), avšak s přihlédnutím k její váze pro cestující (3,91) a zejména k zásadnímu významu pro identifikaci spoje by nebylo vhodné tuto složku omezovat.

Nejvyšší koeficient redundance ($KR = 2,41$) získala položka „Následující stanice“. Je to způsobeno zejména tím, že celkový časový zábor u ní dosahuje téměř pětiny ze všech předávaných informací a desetiny celkového posuzovaného času. Ačkoli je i v tomto případě priorita cestujících poměrně vysoká (4,09), lze uvažovat o redukci počtu vyjmenovávaných nácestných stanic.

Čtvrtou podezřelou složkou je „Pravidelné řazení vlaku“ s $KR = 1,67$. Z celkové doby hlášení zabírá přibližně desetinu a jeho priorita dosahuje hodnoty 2,95, což je jedna z nižších zaznamenaných hodnot. Pravidelné řazení představuje jeden z údajů, který si cestující může poměrně snadno zjistit před cestou (z internetu, z grafického řazení ve stanici), tudíž i zde by bylo možné minimálně část údajů vypustit.

Výše uvedeným způsobem je tedy analogicky možné stanovit optimální míru poskytovaných informací, resp. na základě skutečného stavu a znalosti priorit cestujících tuto míru pomocí určení maximálně přijatelného koeficientu redundance odvodit. Z důvodů značných rozdílů v jednotlivých stanicích (integrované systémy, podíl vlaků vyšších kategorií, jazykové mutace) by nejspíše nebylo vhodné přistupovat k tomuto problému globálně, ale s přihlédnutím k místním specifikům.

Poznámka k části IV

Odborné výstupy z oblasti informování cestujících v přestupních uzlech, které jsou představeny v této části monografie, jsou pouze první etapou výzkumu této problematiky. Další zpracování probíhá v navazujícím vědeckém projektu, jehož výsledkem bude obecná metodika optimalizace především akustických informací v přestupních uzlech VHD.

17 Literatura k této části

- [1] HRYCIOW, Marek. Automatické řízení informačního systému. *Reportér: čtvrtletník AŽD Praha*. 2011, roč. 9, č. 1, s. 24–25. Dostupné také z: http://www.azd.cz/fileadmin/user_upload/casopis-reporter/2011/AZD_REP_1_2011_int.pdf

Část V

Posouzení variant uspořádání železniční stanice multikriteriální a rizikovou analýzou

Většina projektů modernizace žel. stanic v samém počátku vybírá nejlepší – optimální řešení z více variant. Často bývají jediným srovnávacím hlediskem kvantitativní parametry, zejm. celkové stavební náklady, příp. zvýšení obratu cestujících. Stále častěji se u významných a rozsáhlých akcí k hodnocení využívají i optimalizační metody – především riziková a multikriteriální analýza. Nabízí se jejich propojení a vytvoření komplexního nástroje pro posouzení možností uspořádání železničních stanic, který bude hodnotit na expertní úrovni aspekty jinak značně nesrovnatelné a který bude použitelný na stavby různé velikosti a významu.

Demonstrace naznačeného postupu byla provedena na odbočné stanici Bakov nad Jizerou, ležící ve středních Čechách. Analýzám byly podrobeny dvě varianty možného uspořádání stanice po její modernizaci navržené řešitelským týmem.

18 Železniční stanice Bakov nad Jizerou

Železniční stanice Bakov nad Jizerou se nachází v části Podhradí stejnojmenného města, které leží ve Středočeském kraji přibližně 7 km severně od Mladé Boleslavi. Jedná se o stanici odbočnou pro tratě Praha – Turnov a Bakov nad Jizerou – Česká Lípa – Jedlová. Za stanicí se v traťovém úseku Bakov nad Jizerou – Turnov po cca 2,5 km nachází odbočka Zálučí, v níž se k této trati připojuje trať Bakov n. Jiz. – Kopidlo.

Význam stanice spočívá především v osobní dopravě pro přestup mezi vlakovými spoji a pro dopravní obsluhu samotného města nemá vzhledem k poloze k jeho jádru téměř žádný význam. Stanice je naopak výchozím místem pro návštěvu zříceniny hradu Zvířetice. V nákladní dopravě slouží stanice především ke křižování průběžných nákladních vlaků, k sestavování několika manipulačních vlaků, pro svoz a rozvoz místní zátěže a k odstavování souprav společnosti Škoda Auto, a.s.

Na trati Bakov nad Jizerou – Jedlová a Praha – Turnov je v osobní dopravě po většinu dne zaveden taktový grafikon s dobou taktu 120 minut pro vlaky kategorie jak osobní vlak (Os), tak rychlík (R). Stanice je výchozí pro Os ve dvou směrech: Bělá pod Bezdězem a Dolní Bousov. Tyto vlaky zpravidla tvoří přípoje na Os v relaci Mladá Boleslav – Turnov, které ve stanici pravidelně křižují a na R v relacích obou tratí. Ty jsou organizovány tak, že v taktu mají ve stanici pobyt spoje vždy buď liché, nebo sudé jedoucí ve stejném směru.

18.1 Stávající uspořádání stanice

Rozvětvení tratí na dvě hlavní koleje je ve stanici Bakov n. Jiz. provedeno úrovnově v „mladoboleslavském“ (jižním) zhlaví s prospojkováním dvojitou kolejovou spojkou v „hradištském“ (severním) zhlaví. Kolejiště stanice sestává z devíti kolejí dopravních a sedmi manipulačních. V sudé kolejové skupině se nachází nákladový obvod a obvod depa a je zde situována výpravní budova (VB). V kolejích před VB se nachází pět jednostranných úrovnových

nástupišť se zpevněnou nástupištní plochou, která jsou přístupná od VB širokým úrovnovým přechodem a šikmými rampami. Nástupiště jsou bezbariérově přístupná pouze z prostoru kryté verandy VB. Žádné z nástupišť není konstruováno s výškou hrany 550 mm nad TK. Dopravní schéma stanice ve stávajícím stavu je zobrazeno v příloze A-I.

Popis stávajícího stavu stanice Bakov nad Jizerou

poloha: Středočeský kraj, severně od Mladé Boleslavi

staničení:

km 82,065 žel. trati č. 537 dle TTP/č. 070 dle KJŘ: (Praha hl. n. –) Praha-Vysočany – Turnov

km 82,065 žel. trati č. 542C dle TTP/č. 063 dle KJŘ: Bakov nad Jiz. – Kopidlno

km 0,000 žel. trati č. 540A dle TTP/č. 080 dle KJŘ: Bakov nad Jiz. – Česká Lípa hl. n. (– Jedlová)

druh: odbočná stanice (za stanicí směrem na Turnov se v km 84,471 = 37,412 nachází odb. Zálučí pro přípojnou trať Bakov n. Jiz. – Kopidlno)

výpravní oprávnění v osobní přepravě: C – Stanice zajišťující odbavení cestujících a jejich zavazadel ve vnitrostátní přepravě včetně místenek

výpravní oprávnění v nákladní přepravě: M – Stanice s výpravním oprávněním pro vozové zásilky ve vnitrostátní i mezinárodní přepravě

koleje:

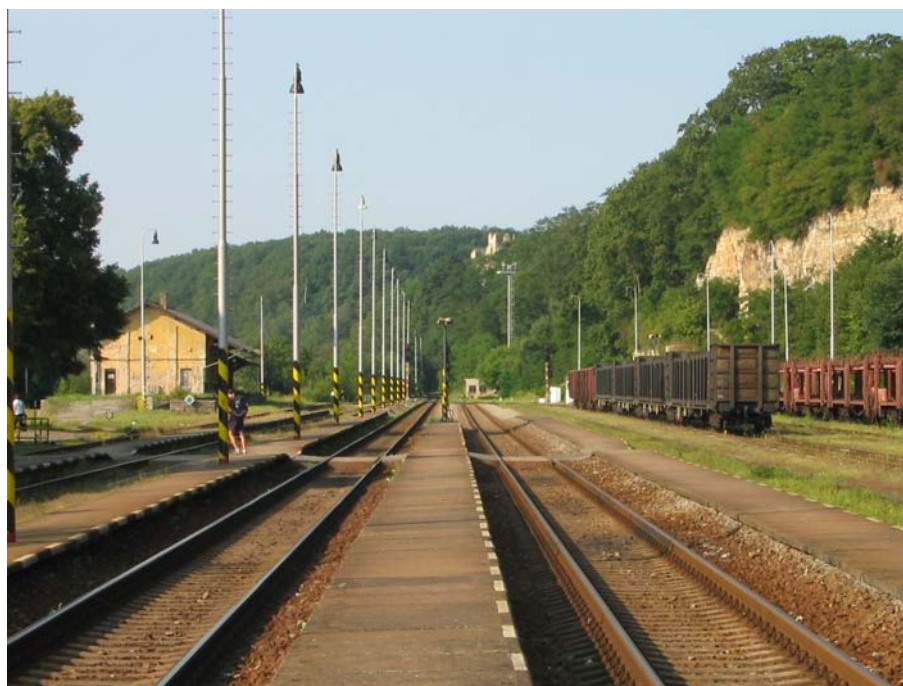
dopravní: 9 (z toho kusých: 0)

manipulační a zvláštního určení: 7 (z toho kusých: 6)

nástupiště: 5 úrovnových jednostranných nástupišť s pevnou nástupní hranou o výšce 250 mm a 400 mm nad TK, přístupných bariérově jedním úrovnovým přechodem šířky 5,0 m (nástupiště jsou bezbariérově přístupná pouze z prostoru kryté verandy; přístup do výpravní budovy je možný pouze po schodišti), bez prvků pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace

počet nástupních hran:

č. nástupiště = č. nást. hrany	u koleje č.	délka	výška nást. hrany nad TK
I.	4	104 m	400 mm
II.	2	179 m	250 mm
III.	1	176 m	250 mm
IV.	3	125 m	250 mm
V.	5	150 m	400 mm



Obrázek 18.1: Žst. Bakov n. Jiz. – úroňová nástupiště (2009)

zařízení pro nákladní přepravu: rampa boční

zařízení pro cestující mimo nástupiště: vnitřní čekárna, krytá veranda

informační systém: vývěsky s příjezdy a odjezdy, staniční rozhlas

přednádraží: hlavové uspořádání, bez jasně vyznačeného parkoviště (parkování v okolí komunikace) a zastávek ostatních systémů VHD, v nezastavěné oblasti
Stanice je určena zejména pro přestup vlak–vlak a vlak–IAD.

zastavující vlaky osobní dopravy:

(GVD 2010/2011)	prac. den	sobota	neděle
Ml. Boleslav hl. n.	Os: 12, R: 5, Sp: 1	Os: 12, R: 6	Os: 10, R: 6
Turnov	Os: 10 R: 5 Sp: 1	Os: 9 R: 5 Sp: 1	Os: 9 R: 5 Sp: 1
Česká Lípa hl. n.	Os: 9 R: 5	Os: 9 R: 6	Os: 8 R: 6
Dolní Bousov	Os: 5	–	–

stav: k listopadu 2011

Nevýhodu stávajícího uspořádání stanice z pohledu osobní dopravy tvoří zvláště úroňová nástupiště, která nezajišťují s ohledem na svoji šířku a výšku dostatečný komfort a bezpečnost pro cestující, a vlastní přístup na ně. Uspořádání kolejiště lze považovat v současných podmínkách za vyhovující, a tak navržené varianty modernizace musí řešit především úpravu nástupiště, přičemž se předpokládá stabilizovaný rozsah a organizace provozu ve stanici i v navazujících traťových úsecích.



Obrázek 18.2: Žst. Bakov n. Jiz. – přístup na nástupiště (2009)

18.2 Modernizace stanice Bakov nad Jizerou

Uspořádání kolejiště jako takové je v současných podmínkách vyhovující, a tak navržené varianty modernizace řeší především problém nevhodných nástupišť. Návrhy přitom vychází ze v současnosti stabilizovaného rozsahu a organizace provozu ve stanici. Aby byla pro demonstraci analýz zachována dostatečná diverzita jednotlivých variant, není při jejich návrhu zcela přihlédnuto k jinak podstatným faktorům, jako jsou finanční a stavební náročnost jednotlivých řešení, přesto se oba návrhy snaží o minimální zásahy do stávajícího uspořádání kolejiště.

18.2.1 Varianta 1 „poloostrovní nástupiště“

Podstatou návrhu úprav v první variantě je vybavení stanice Bakov n. Jiz. poloostrovními nástupišti s ohledem na rozsah a potřeby provozu zvláště v osobní dopravě. Dopravní schéma stanice po modernizaci podle varianty 1 je zobrazeno v příloze A-I. Potřebný prostor pro nástupiště č. I vznikl odsunem dopravní koleje č. 4 do polohy manipulační koleje č. 6b, zároveň byla kolej opatřena zarážedlem, a stala se tak kusou. Nástupiště slouží převážně pro výchozí osobní vlaky ve směru Dolní Bousov (kolej č. 4) a Česká Lípa (kolej č. 2). Manipulační kolej č. 6b byla zkrácena a dále plní účel odvrtné koleje. Do osy zbylé části původní koleje č. 4 byla kolejovým „S“ v prostoru přechodu přemístěna kolej č. 2, aby ve vzniklém prostoru mohlo být vybudováno nástupiště č. II přiléhající svojí nástupní hranou ke koleji č. 1. Dále došlo k odstranění koleje č. 5 a vybudování nástupišť č. III. Uspořádání stanice umožňuje přistavit vlaky k nástupišťům tak, aby před zastavením nepřejížděly úroveň přechodu, a to i při křížování. Vlaky hlavní tratě se křížují na kolejích č. 1 (ze směru Mladá Boleslav-Debř) a č. 3 (ze směru Mnichovo Hradiště), případné vlaky odbočné tratě jsou vedeny na kolej č. 7.

V souvislosti s úpravami uspořádání kolejí došlo i k dílčím úpravám v obou zhlavích. Z prostorových důvodů nemohlo dojít k odstranění dvojité kolejové spojky v severním zhlaví

stanice a její náhradě dvojicí jednoduchých kolejových spojek. To by si vyžádalo rozsáhlé stavební úpravy v navazujících traťových úsecích, včetně stavby nového mostu přes řeku Jizeru.

V této variantě jsou navržena tři nástupiště s výškou nástupní hrany 550 mm nad TK. Poloostrovní oboustranné nástupiště č. I se nachází mezi kolejemi č. 2 a 4, má dvě nástupní hrany dlouhé 60 a 80 metrů. U hlavní koleje č. 1 se nachází jednostranné poloostrovní nástupiště č. II s délkou nástupní hrany 170 m. Poloostrovní oboustranné nástupiště č. III se nachází mezi kolejemi č. 3 a 7 a má délku 170 m. Nástupiště č. II a III jsou přístupná centrálním úroňovým přechodem o šířce 5,0 m, nástupiště č. I je přístupné z čela z prostoru před výpravní budovou. V rámci úprav přednádraží je navržen chodník se zpevněným povrchem spojující komunikaci přednádraží s prostorem u výpravní budovy na straně kolejiště, čímž je zajištěn bezbariérový přístup na všechna nástupiště.

18.2.2 Varianta 2 „ostrovní nástupiště“

Podstatou návrhu úprav v druhé variantě je vybavení stanice plnou peronizací s ohledem na rozsah a potřeby provozu zvláště v osobní dopravě. Tato varianta přichází s velkorysejším pojetím modernizace stanice s využitím mimoúroňových nástupišť, která oproti centrálnímu přechodu znamenají vyšší bezpečnost pohybu osob mezi nástupišti při zachování komfortu nástupu do vlaku. Dopravní schéma stanice po modernizaci podle varianty 2 je zobrazeno v příloze A-I.

Zrušením koleje č. 4 a z ní vycházející koleje č. 6a byl vytvořen prostor pro umístění vnějšího nástupiště č. I před VB. Nástupiště je určeno pro výchozí osobní vlaky ve směru Dolní Bousov, případně jako náhradní nástupiště při výluce kolejí u ostatních nástupišť. Pro vložení ostrovního nástupiště č. II včetně jeho jazykové části č. IIa bylo nutné upravit polohu kolejí č. 1 a 2 (úpravy severního zhlaví a kolejovým „S“ za jižním zhlavím) a zkrácené koleje č. 4 jejich odsunutím blíže VB. Zkrácena byla ještě kolej č. 3. Takto vznikl prostor pro vložení zmíněného nástupiště č. II mezi koleje č. 1 a 5, které je určeno zastavujícím rychlíkům a osobním vlakům na obou tratích. Jazyková část nástupiště s hranou při kusé koleji č. 3 bude sloužit výchozím vlakům ve směru Česká Lípa. Dále bylo provedeno napojení koleje č. 5 do severního zhlaví tak, že směrově navazuje přímo na traťovou kolej. Takto je umožněno pojíždění koleje rychlostí 50 km/h. Kusá kolej č. 3 z ní vychází obloukovou výhybkou. Obvod depa byl nově zapojen do koleje č. 2, přičemž původní zkrácená kolej č. 6b nyní slouží jako odvrtná.

V souvislosti s úpravami uspořádání kolejí došlo i v této variantě k dílčím úpravám v obou zhlavích. Ani v tomto případě nemohlo z prostorových důvodů dojít k odstranění dvojité kolejové spojky v severním zhlaví stanice a její náhradě dvojicí jednoduchých kolejových spojek.

Navrženo je jedno vnější nástupiště a jedno ostrovní nástupiště s jazykovou částí. Vnější nástupiště č. I je umístěno před výpravní budovou při koleji č. 2. Jeho nástupní hrana s výškou 550 mm nad TK je 170 m dlouhá. Od výpravní budovy je nástupiště přístupné schody a šikmou rampou. Na nástupišti se nachází vstup po schodišti a výtah do podchodu k nástupišti č. 2. Ostrovní nástupiště č. II se nachází mezi kolejemi č. 1 a 5. Sestává ze dvou nástupních hran o výšce 550 mm nad TK a délce 170 m. Z nástupiště vychází jazykové nástupiště č. IIa, přiléhající ještě ke kusé koleji č. 3, které je dlouhé 80 m. Přístup na obě tato nástupiště je umožněn výše zmíněným podchodem. V rámci úprav přednádraží byl navržen chodník se zpevněným povrchem, spojující komunikaci přednádraží s prostorem u výpravní budovy na straně kolejiště, čímž je zajištěn bezbariérový přístup na všechna nástupiště.

18.2.3 Dílčí závěr pro varianty modernizace

V návrhu úprav došlo k vytvoření nových nástupišť s výškou nástupní hrany 550 mm nad temenem kolejnice a s dostatečnou šířkou nástupní plochy. Je tak zajištěn požadovaný komfort nástupu a výstupu cestujících. Zároveň došlo k odstranění bariérového přístupu k nástupišťům.

19 Riziková analýza

Riziko jako možnost (pravděpodobnost) nežádoucí události v jakémkoli systému, lze hodnotit metodami kvalitativní nebo kvantitativní rizikové analýzy. U kvantitativních metod lze pravděpodobnost vzniku události a její důsledky určit v měřitelných jednotkách. Naproti tomu kvalitativní metody popisují nebezpečí, poruchové režimy a scénáře možných důsledků nežádoucích stavů na základě názoru expertů, přičemž výstupy jsou v těchto případech prezentovány na relativní stupnicí. K hodnocení rizik železničních staveb vzhledem k (naštěstí) malému souboru skutečných mimořádných událostí je vhodné využít metody kvalitativní. Skupina expertů k hodnocení rizik musí být dostatečně početná a různorodá, aby se eliminoval subjektivní pohled jednotlivých hodnotitelů. Pro hodnocení variant modernizace železniční stanice byla vybrána jako nejvhodnější analytická metoda FMEA, resp. její modifikace SAFMEA.

19.1 Aplikace metody SAFMEA

Při aplikaci metody SAFMEA se postupuje v několika fázích. V první (přípravné) fázi se vybírají aspekty, které má riziková analýza řešit. V popisovaném případě jde nejen o samotné stavební uspořádání stanice, ale i provozní hledisko. Současně se sestaví expertní skupina, kterou v tomto případě tvořilo dvacet odborníků (z 34 oslovených) se širokým odborným náhledem na železniční dopravu, vybraných tak, aby pokryli svojí profesní specializací, zkušenostmi a zaměstnavatelem široké spektrum pohledu na železniční dopravu, resp. problematiku podoby přestupních uzlů ve veřejné hromadné dopravě (seznam hodnotících expertů je uveden v příloze A-II). V druhé fázi se stanoví hlavní segmenty projektu a v rámci nich jednotlivé rizikové faktory (RF). Řešitelský tým vytvořil 21 rizikových faktorů v 7 segmentech projektu, jejichž seznam je k dispozici v příloze A-IV. Dále jsou vytvořeny stupnice s vysvětlením pro hodnocení závažnosti následků RF a subjektivní pravděpodobnosti výskytu RF. Při popisované aplikaci byla pro obě veličiny zvolena stejná čtyřbodová stupnice 1–4. Na základě pokynů pro experty (viz příloha A-III) a seznámení se s posuzovanými variantami vyplní tito hodnoty obou veličin pro každý RF a každou variantu do připraveného formuláře. Jednotlivé RF (pořadové číslo značeno indexem i) jsou posuzovány podle tzv. hodnocení rizika (r), které se spočte jako součin závažnosti události RF (m) a její pravděpodobnosti (p), přičemž pro závažnost události se doporučuje nelineární stupnice – pro tento projekt byla zvolena exponenciální funkce o základu dva – viz vzorec (19.1).

$$r_i = 2^{m_i} \cdot p_i \quad (19.1)$$

kde: r_i – hodnocení rizika rizikového faktoru i [-]
 m_i – závažnost události i [-]
 p_i – pravděpodobnost události i [-]

závažnost události		subjektivní pravděpodobnost události (p)			
		1	2	3	4
m	2^m	hodnocení rizika (r) a jeho status závažnost			
1	2	2	4	6	8
2	4	4	8	12	16
3	8	8	16	24	32
4	16	16	32	48	64
2–12	2–14	riziko přijatelné			
16–24	14–28	riziko podmíněně přijatelné			
32–64	28–64	riziko nepřijatelné			

Tabulka 19.1: Klasifikace hodnocení rizika

Vyplněné formuláře jsou následně vyhodnoceny popisnou statistikou, a to prostým aritmetickým průměrem, 20% useknutým aritmetickým průměrem⁵ a směrodatnou odchylkou⁶; doplňujícími charakteristikami jsou variační koeficient a medián. Podle hodnoty 20% useknutého průměru hodnocení rizika jsou RF seřazeny sestupně pro každou variantu v grafech v příloze A-V. Současně je každému RF přiřazen status závažnosti, tzn. podle hodnoty rizika je příslušný RF v dané variantě klasifikován jako riziko přijatelné, přijatelné podmíněně a nepřijatelné (viz tab. 19.1)⁷.

Hlavní statistické charakteristiky získaného hodnocení rizika od expertů ukazuje první graf v příloze A-V. Pro každý RF byl dále sestaven bublinový graf, který ukazuje počet odpovědí pro jednotlivé kombinace závažnosti události a její pravděpodobnosti, a to zvláště pro každou variantu – viz 21 grafů v příloze A-VI.

19.2 Vyhodnocení konkrétní aplikace metody SAFMEA

U žádného RF a ani jedné z variant se od sebe výrazně neliší prostý aritmetický průměr a 20% useknutý průměr hodnocení rizika, z čehož lze usuzovat na malý výskyt extrémních hodnot. Směrodatná odchylka a variační koeficient však nabývají u všech RF i obou variant velkých hodnot (variační koeficient až na tři výjimky z 2×21 hodnot přesahuje 50 %), takže rozptýlenost dat je obecně poměrně vysoká, čili experti obvykle vybírali různé kombinace závažnosti a pravděpodobnosti události. Z toho lze vyvozovat, že pohledy různě zainteresovaných pracovníků (akademický pracovník, zaměstnanec provozovatele dráhy, projektant, provozní pracovník železničního dopravce) jsou na jednotlivé RF různé, což je zřejmě důsledek

⁵Výhodou prostého aritmetického průměru coby statistické veličiny pro určení polohy dat je, že zahrnuje všechna měření, ale jeho nevýhodou je, že je velmi citlivý na extrémní hodnoty. Pro eliminaci této nevýhody lze využít tzv. useknutý průměr, v němž je určitý podíl krajních dat (největších i nejmenších) před výpočtem aritmetického průměru odstraněn. Čím je rozdíl mezi prostým aritmetickým průměrem a useknutým průměrem větší, tím obsahuje zkoumaný statistický soubor více extrémních hodnot.

⁶Pro interpretaci směrodatné odchylky jako statistické veličiny pro zkoumání rozptýlenosti dat je nejlepší užít tzv. Čebyševova pravidla, která říkají, jaký nejmenší podíl všech dat leží v jakém intervalu hodnot, přičemž tento interval je definován jako násobek směrodatné odchylky, který se odečte (dolní mez) a přičte (horní mez) k aritmetickému průměru. Například platí, že alespoň 50 % dat leží v intervalu průměr minus 1,4násobek směrodatné odchylky až průměr plus 1,4násobek směrodatné odchylky. Rostoucí hodnota směrodatné odchylky ukazuje na větší rozptýlenost dat v souboru.

⁷Protože status byl přiřazován podle useknutého průměru, který je spojitou veličinou, byly hranice mezi jednotlivými úrovněmi závažnosti RF určeny jako prostý průměr mezi hranicemi sousedních úrovní závažnosti.

různé míry informovanosti a zkušenosti o jednotlivých segmentech projektu (např. investiční prostředky, nehodovost) a také odlišného důrazu jednotlivých profesí na důležitost jednotlivých segmentů.

Do kategorie nepřijatelného rizika se v RF č. B1 „nenalezení (nepřidělení) investičních finančních prostředků na modernizaci žst.“ dostaly obě varianty, byť varianta s poloostrovními nástupišti přesahuje hranici 28 jen nepatrně (useknutý průměr 29), kdežto varianta peronizace výrazně (37). Experti správně usuzují na vyšší investiční náročnost druhé varianty, a tím tedy na větší obtížnost získání potřebných investičních prostředků. Situaci dokumentuje graf v příloze A-VI na str. A-12.

Do kategorie podmíněně přijatelného rizika se dostaly ze segmentu „A“ RF A1 a A2 (narušení plynulosti a bezpečnosti provozu během stavebních prací) pro obě varianty, přičemž varianta peronizace výrazně. Ze segmentu „B“ (finanční prostředky) se do tohoto statusu závažnosti dostaly RF B2 a B3 pouze u varianty peronizace (pro RF B2 výrazně), a experti se tak obávají potřeby vyšších prostředků na údržbu podchodu a výtahů a jejich obtížné obstarávání. Experti se rovněž obávají vandalismu v případě realizace jedné i druhé varianty, avšak u peronizace výrazně více – podchod a výtahy k tomu poskytují větší příležitost.

V případě hodnocení bezpečnosti železniční dopravy zařadili do skupiny podmíněně přijatelného rizika odborníci rizika střetu železničních vozidel vzájemně nebo s cestujícími v kolejišti pro obě varianty, přičemž pro variantu s poloostrovními nástupišti výrazně z důvodu přecházení kolejí cestujícími v jejich úrovni při přestupu mezi vlaky nebo nástupu/výstupu do/z vlaků – viz graf v příloze A-VI na str. A-13. Některé zahraniční zkušenosti však naopak ukazují, že pokud cestující oficiálně přechází po přechodu kolejiště stanice, je si více vědom nebezpečí a automaticky je více opatrný, a tudíž ke střetům s žel. vozidly dochází méně často než u nástupišť s mimoúrovňovým přístupem, kde cestující zkracující si cestu k/od vlaku ilegálně chůzí v kolejišti nebo běžící na poslední chvíli k vlaku mimo podchod, příp. nadchod, se stávají často příčinou mimořádné události se závažnými důsledky. Z hlediska dodržování GVD – vzniku provozních mimořádností (segment „G“) – překročily hranici podmíněně přijatelného rizika jen rizikové faktory G1 (kvůli dlouhé přestupní době) varianty peronizace a G2 (kvůli provozní technologii) u varianty s poloostrovními nástupišti.

19.3 Dílčí závěr pro rizikovou analýzu

Celkově soubor získaných hodnocení uspořádání žst. Bakov n. Jiz. vykazuje malý výskyt extrémních hodnot. Naopak rozptýlenost jednotlivých odpovědí je poměrně značná, což ukazuje na odlišný důraz různých profesí na jednotlivé segmenty. Za největší (nepřijatelné) riziko experti považují u obou variant obstarání financí na stavbu, logicky závažnější je toto hodnocení u dražší varianty 2 („ostrovní nástupiště“). U stejné varianty také hrozí větší podmíněné riziko nepřidělení financí na provoz a údržbu zařízení stanice po její modernizaci. Zajímavá je konfrontace rizikové analýzy s vypočtenými přestupními dobami, neboť experti se domnívají, že u varianty 2 hrozí více nedodržování jízdního řádu kvůli dlouhým přestupním dobám, což je s vypočtenými časy v rozporu.

Z hlediska všech hodnocených RF se jeví jako výhodnější varianta s poloostrovními nástupišti, a to přesto, že u RF „střet žel. vozidla s osobou v kolejišti“ výrazně převýšila hodnocení rizika nad variantou peronizace. Rozhodnutí o výhodnosti jedné z variant nad druhou však není zcela jednoznačné a nenapadnutelné, a proto by bylo žádoucí celý proces rizikové analýzy zopakovat s více experty nebo další variantou/variantami.

20 Multikriteriální analýza

Multikriteriální hodnocení uvažuje při rozhodování více optimalizačních (rozhodovacích) kritérií, přičemž každé kritérium bude při posuzování jednotlivých variant jinak závažné, tzn. bude-li jedna z variant hodnocena vybraným kritériem kladně, může jiná varianta být hodnocena naopak negativně. Úkolem úloh multikriteriálního hodnocení je tento rozkol vyřešit – vybrat tedy nejvhodnější (optimální) variantu. Všechny uvažované varianty a rozhodovací kritéria lze uspořádat do tzv. kritériální matice, ve které je každá varianta ohodnocena kritériálními hodnotami jednotlivých kritérií. Hodnotící kritéria mohou být podle své povahy buď maximalizační (pro takovéto kritérium je nejlepší varianta s nejvyšší kritériální hodnotou), nebo naopak minimalizační; maximalizační kritéria lze transformovat na minimalizační a naopak.

Řešitelským týmem bylo pro hodnocení uspořádání stanic navrženo celkem sedm minimalizačních kritérií. Pro pět z nich byla převzata hodnota z již provedené rizikové analýzy, čímž dochází k jedinečnému propojení obou rozhodovacích metod a vytvoření jediného komplexního hodnotícího nástroje. Pro zbývající kritérium č. 1 „investiční náklady“ byl zpracován orientační rozpočet pro obě varianty modernizace podle navržených studií modernizace stanice a pro kritérium č. 2 „přestupní doba“ byly spočteny přestupní doby pro obě varianty modernizace.

20.1 Stanovení vybraných parametrů

Výpočet přestupních dob vychází z metodiky vypracované v rámci [1] a [2], která stanoví rychlost přesunu cestujících dle povahy užití přístupové cesty (vodorovná chůze obecně, chůze po schodišti, chůze po úrovňovém přechodu apod.). Metodika přitom vychází z reálných naměřených hodnot získaných řadou měření. Spočteny byly časy pro všechny možnosti přestupu v rámci stanice (tj. vzájemně mezi vlaky stojícími u všech nástupních hran), a to jednak maximální (tj. výstup z nejbzdálenějších dveří soupravy od schodiště do podchodu, resp. od rampy k centrálnímu přechodu, a nástup opět do nejbzdálenějších dveří soupravy), a jednak průměrné. Na první pohled překvapujícím zjištěním jsou v souhrnu významně kratší přestupní doby u druhé varianty a to i přes to, že zde musí cestující využít zdánlivě časově náročnější přístup na nástupiště podchodem.

Pro stanovení orientačního výkazu výměr (viz příloha A-VIII) s následným oceněním jednotkových položek byly vypracovány zjednodušené situace obou variant. Samotný souhrn investičních nákladů zahrnuje kompletní proces realizace přestavby stanice od projektantských prací po samotnou kompletní výstavbu a všechny stavební objekty a provozní soubory (vč. zabezpečovacího zařízení) – konkrétní hodnoty agregovaných položek rozpočtu pro obě varianty jsou k dispozici v příloze A-IX. Jednotkové ceny vycházejí z cenové úrovně roku 2011. Investiční náklady se mezi oběma variantami liší o 20 %. Díky nutnosti výstavby podchodu je dražší varianta 2, která ze stejného důvodu je i stavebně a organizačně náročnější.

20.2 Váhy kritérií

Pro posuzování variant uspořádání stanic je užitá tzv. bodovací metoda (se stupnicí 1–10) a tzv. Fullerův trojúhelník. Bodovací metoda vychází ze zásady, že hodnotitel ocení vyšší hodnotou z daného rozsahu kritérium podle jeho názoru významnější. Konečný odhad váhy kritéria se pak získá jako podíl bodového hodnocení daného kritéria ku součtu všech těchto hodnocení. Fullerův trojúhelník předkládá hodnotiteli trojúhelníkové schéma (v podstatě polovinu matice),

ve kterém se srovnávají jednotlivé dvojice kritérií tak, že každá se zde vyskytuje jen jednou. Hodnotitel pak v těchto dvojicích vybírá pro něj významnější kritérium, které označí, případně označí obě, pokud pro něj mají stejný význam. Podílem četnosti výskytu označení dílčích kritérií ku součtu všech označení se získá odhad váhy kritérií.

Údaje k oběma metodám multikritériální analýzy variantního uspořádání žst. Bakov nad Jizerou vkládali zúčastnění experti do připraveného formuláře. Získaná data byla statisticky zpracována opět prostým aritmetickým průměrem, 20% useknutým průměrem, mediánem, směrodatnou odchylkou a variačním koeficientem. Z rozboru statistických veličin vyplývá, že ve zkoumaném souboru dat se nenacházejí výrazné extrémní hodnoty a ani rozptýlenost dat není příliš velká – výjimkou jsou váhy kritérií č. 3, 4 a 5 získané z Fullerova trojúhelníku (variační koeficient 105 %, resp. 93 % a 67 %). Pro další zpracování byl proto použit prostý aritmetický průměr (na rozdíl od useknutého průměru musí součet vah všech kritérií dát hodnotu 1, resp. 100 %). Pro vlastní multikritériální analýzu byl poté spočten prostý aritmetický průměr z vah každého kritéria, získaných bodovací metodou a Fullerovým trojúhelníkem.

Zjištěné váhy kritérií lze na základě jejich velikosti seskupit do tří tříd. Nejdůležitější se jeví kritéria č. 1, 6 a 7, tj. investiční náklady, střet žel. vozidla s osobou v kolejišti a komfort a pohodlí cestujících, s váhou 18–20 %. S hodnotou 15 % se nachází v druhé skupině osamocené kritérium č. 2 „přestupní doba“. Zbývající kritéria č. 3 až 5 s váhami 8–11 % jsou umístěny v poslední třídě z pohledu důležitosti jednotlivých kritérií. Avšak ani po roztrídění vah do tříd nejsou rozdíly mezi nimi velmi výrazné – všechna kritéria dosahují vah v intervalu 8–20 %.

20.3 Vícekritériální hodnocení variant

Pro vlastní vícekritériální hodnocení variant byly použity metoda váženého součtu (WSA) a metoda preference pořadí podle blízkosti k ideální variantě (TOPSIS). Metoda WSA hodnotí varianty na základě konstrukce lineární funkce užítku, která nejhodnější variantě přiřazuje užitek 1 a nejnehodnější užitek 0. Kritériální hodnoty v matici jsou nahrazeny hodnotami, které vyjadřují užitečnost varianty při daném kritériu vzhledem k nejvyšší, resp. nejnižší kritériální hodnotě. Celkový užitek varianty je pak dán váženým součtem dílčích užítků podle jednotlivých kritérií.

Metoda TOPSIS obdobně vybírá za tzv. ideální variantu tu, která je dána vektorem nejlepších kritériálních hodnot, a za tzv. bazální (protipól ideální varianty) tu variantu, jež je charakterizována vektorem nejhorších kritériálních hodnot. Všechna kritéria musí být pro použití této metody prezentována jako maximalizační – minimalizační kritéria jsou na maximalizační převedena rozdílem vůči nejhorší hodnotě každého kritéria. Z původní kritériální matice se transformací vytvoří vážená kritériální matice a z výčtu jejích prvků se určí ideální varianta s hodnotou 1 a bazální varianta s hodnotou 0. Dále se určí vzdálenost ostatních variant od bazální varianty, tedy všechny varianty se seřadí v intervalu $\langle 0; 1 \rangle$.

Postup výpočtu parametrů hodnocení obou variant modernizace stanice Bakov n. Jiz. oběma popisovanými metodami multikritériální analýzy lze přehledně nalézt v tabulce v příloze A-XI.

20.4 Dílčí závěr pro multikritériální analýzu

Výstupem jak metody váženého součtu (WSA), tak metody TOPSIS je závěr, že lepší je varianta 2 „ostrovni nástupiště“ – u metody váženého součtu dosáhl tzv. celkový užitek hodnoty 0,53 u varianty 2 proti 0,47 u varianty 1 a u metody TOPSIS byl spočten ukazatel výhodnosti varianty 2 na 0,56 oproti 0,44 u varianty 1. Z velikostí celkového užítku (metoda WSA) i

ukazatele výhodnosti varianty (metoda TOPSIS) je patrné, že rozdíl mezi oběma variantami není výrazný, a proto i závěr o výhodnosti varianty 2 není zcela jednoznačný a absolutní.

21 Závěr k posouzení variant uspořádání železniční stanice multikriteriální a rizikovou analýzou

Souhrnné hodnocení obou navržených variant modernizace žst. Bakov nad Jizerou nevyznívá zcela jednoznačně ani pro jednu z nich. Způsobují to především dlouhá přestupní doba u varianty 1 a přitom vyšší investiční náklady u varianty 2. Jako ideální řešení se tedy nabízí kompromis – konfigurace nástupišť z varianty 2, vykazující celkově vyšší užitek (zvláště provozní), avšak se změnou typu nástupišť na poloostrovní s přístupem centrálním úrovnovým přechodem, u nichž se předpokládá nižší míra rizika zejm. z hlediska financovatelnosti modernizace.

Provázání metod rizikové a multikriteriální analýzy může být dobrým nástrojem pro výběr nejvhodnějšího návrhu i kvalitním vodítkem pro hledání dalších vhodnějších alternativ nejen modernizace železničních stanic.

22 Literatura k této části

- [1] JACURA, Martin. *Dopravní obslužnost území*. Praha: 2010. Doktorská disertační práce (Ph.D.). ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů.
- [2] TÝFA, Lukáš et al. *Moderní trendy v dispozičních a provozních úpravách regionálních dopravních uzlů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze (zpracovala Fakulta dopravní), 2010. ISBN 978-80-01-04520-6.
- [3] JAVOŘÍK, Tomáš, Lukáš TÝFA a Martin VANĚK. Posouzení variant uspořádání železniční stanice multikriteriální a rizikovou analýzou. In: *Verejná osobná doprava 2011*. Bratislava: Kongres STUDIO, 2011, s. 100–103. ISBN 978-80-970356-9-3.

Část VI

Závěr

Publikace je závěrečným výstupem projektu SGS10/215/OHK2/2T/16 „Optimalizace uspořádání zařízení pro přepravu osob v přestupních uzlech veřejné hromadné dopravy“, jenž byl řešen v letech 2010 až 2011 na ČVUT v Praze Fakultě dopravní, Ústavu dopravních systémů.

Metodika obsažená v této publikaci si jako stěžejní cíl vytkla nabídnout uživatelsky přívětivý nástroj k určení optimální podoby přestupních uzlů VHD. Protože je nutné se na tuto záležitost dívat z co nejširšího úhlu pohledu, předkládá monografie nejprve popis nejvýznamnějších souvisejících faktorů (oblast pěších proudů a plošných nároků cestujících, forma poskytovaných informací). Obsahem díla je také příklad posouzení přestupního uzlu rizikovou a multikriteriální analýzou, které představují jedny z možností objektivního porovnání několika variant projektu stejné stavby.

Text, uvedený v kmenovém segmentu publikace, zasvěcuje čtenáře do širších souvislostí předmětné problematiky přestupních uzlů VHD a slouží jako základní informační zdroj pro uživatele bez hlubokých odborných znalostí. Zařazení vlastní metodiky do samostatné přílohy bylo zvoleno z důvodu možnosti jejího plnohodnotného využití i bez podrobného prostudování kmenového segmentu publikace, je-li uživatel dostatečně obeznámen s oblastí přestupních uzlů VHD.

Pomyslným vrcholem metodické příručky, umístěné v příloze B této monografie, jsou rozhodovací tabulky, jež představují vlastní rozhodovací nástroj pro stanovení podoby přestupního uzlu. Autoři věří, že právě rozhodovací tabulky pro svou jednoduchost, názornost i schopnost zohlednění místních poměrů a zkušeností projektanta (jehož ruce nesvazují, ale naopak mu mají sloužit jako podpora při návrhu) jsou ideálním aparátem pro komplexní posouzení podoby přestupního uzlu.

Stane-li se tato publikace rukověť vnášející do celého přípravného procesu budování nebo přestavby přestupních uzlů VHD nový a progresivní pohled, byl naplněn cíl, s nímž vznikala.

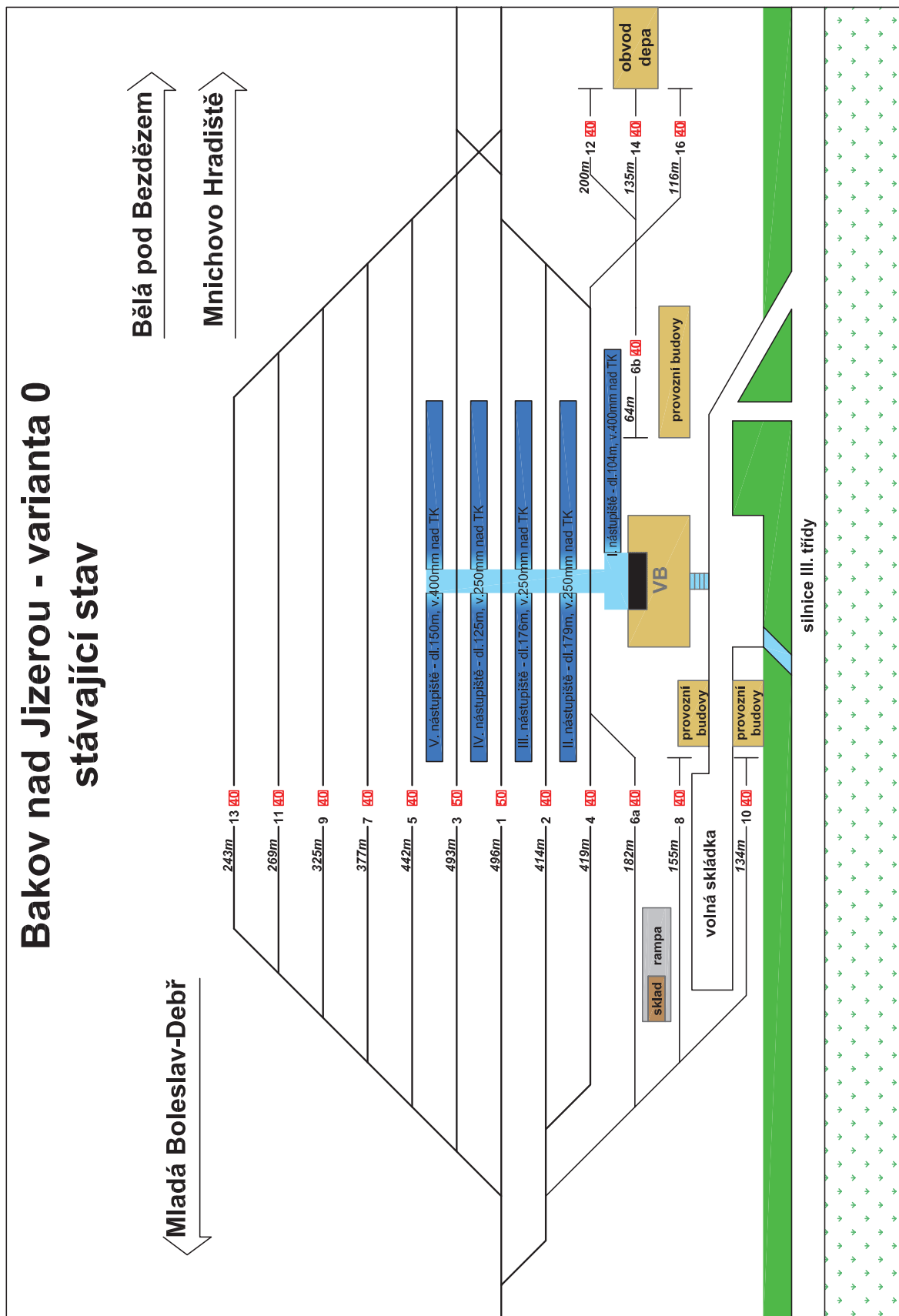
Příloha A

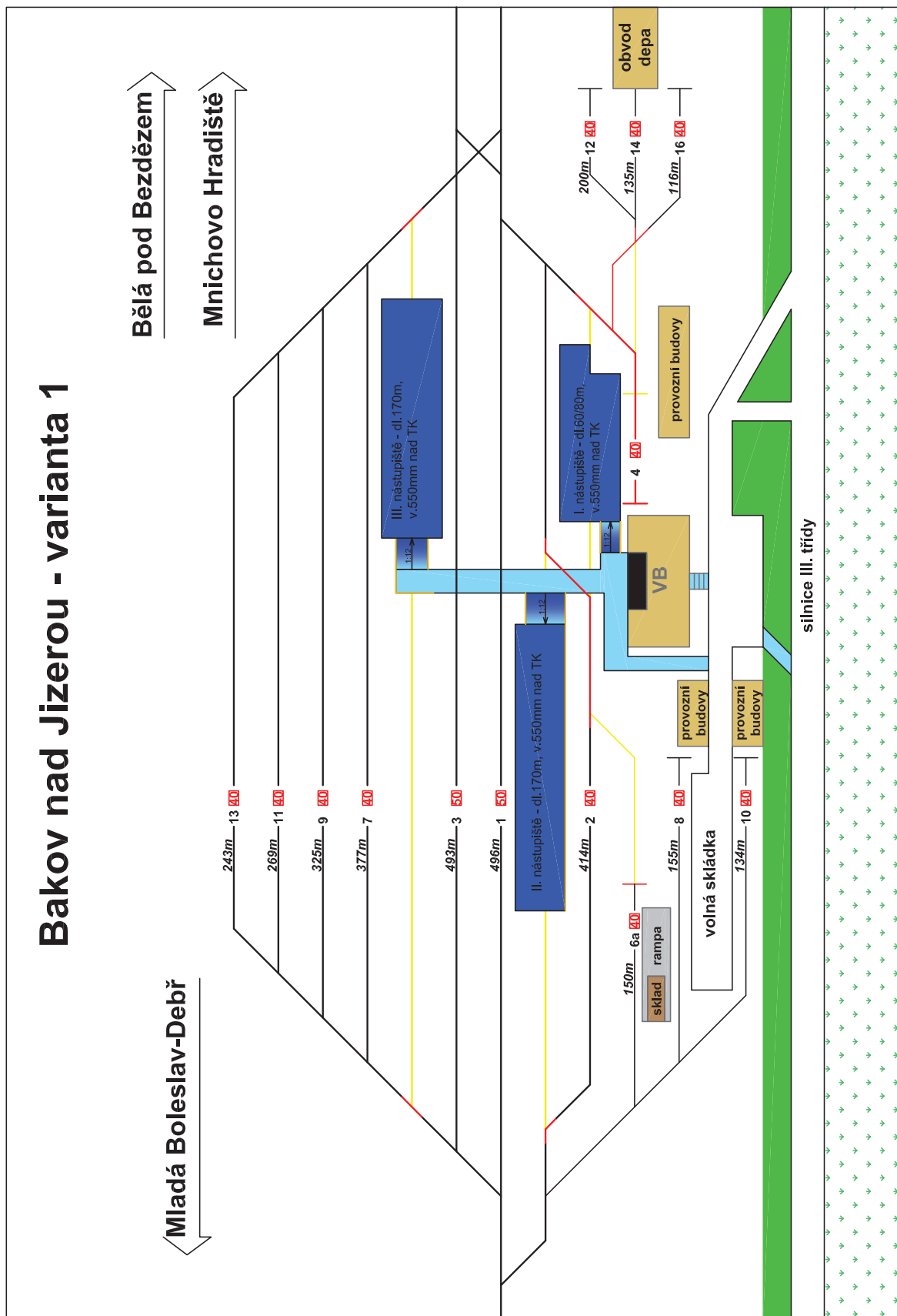
(ke kapitole

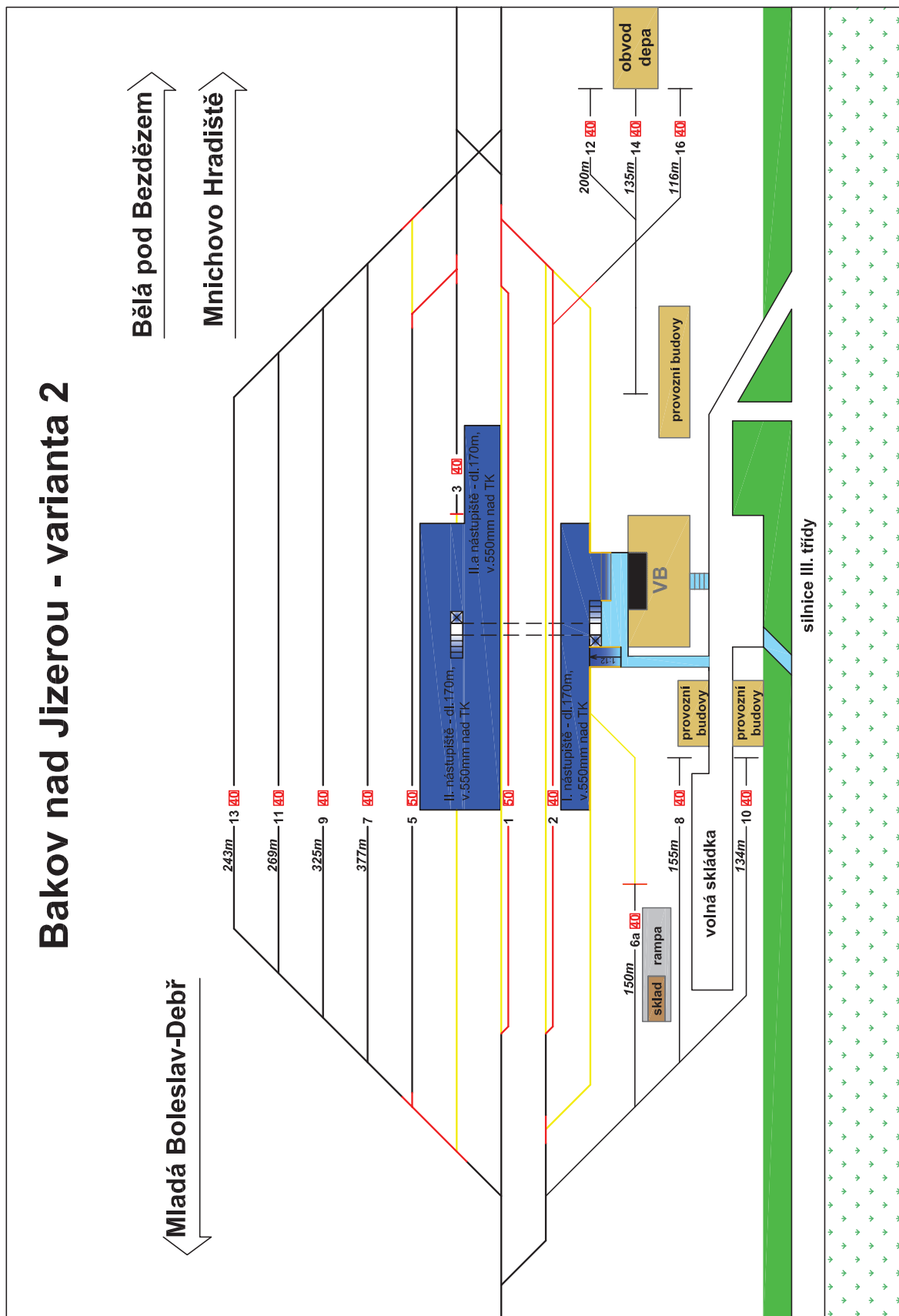
„Posouzení variant uspořádání železniční stanice multikriteriální a rizikovou analýzou“)

Obsah

Příloha A-I	Dopravní schéma žst. Bakov. n. Jiz. – stávající stav (r. 2011) + dvě varianty modernizace.....	A-2
Příloha A-II	Seznam expertů v rizikové analýze modernizace žst. Bakov n. Jiz.....	A-5
Příloha A-III	Pokyny expertům pro vyplnění formulářů rizikové a multikriteriální analýzy modernizace žst. Bakov n. Jiz.....	A-6
Příloha A-IV	Rizikové faktory modernizace žst. Bakov n. Jiz.....	A-8
Příloha A-V	Vyhodnocení rizikové analýzy modernizace žst. Bakov n. Jiz. – souhrnný přehled závažnosti jednotlivých rizikových faktorů.....	A-9
Příloha A-VI	Vyhodnocení rizikové analýzy modernizace žst. Bakov n. Jiz. – počty odpovědí jednotlivých rizikových faktorů.....	A-11
Příloha A-VII	Kritéria posuzování modernizace žst. Bakov n. Jiz. v multikriteriální analýze	A-17
Příloha A-VIII	Výkaz výměr posouzení variant modernizace žst. Bakov n. Jiz.....	A-18
Příloha A-IX	Rozpočet pro posouzení variant modernizace žst. Bakov n. Jiz.....	A-19
Příloha A-X	Posuzování modernizace žst. Bakov n. Jiz. v multikriteriální analýze – váhy kritérií	A-20
Příloha A-XI	Vyhodnocení multikriteriální analýzy modernizace žst. Bakov n. Jiz.	A-22







Seznam expertů v rizikové analýze modernizace žst. Bakov n. Jiz.

Ing. Josef Buriánek	ČR, Ministerstvo dopravy
Ing. Miroslav Veliš	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
Ing. Anna Kodysová	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
Ing. Karel Augustin Fridrich	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
Ing. Jiří Lelek	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
Ing. Bc. Pavel Vančura, Ph.D.	Dopravní podnik hl. m. Prahy
Ing. Miroslav Penc, Ph.D.	Dopravní podnik hl. m. Prahy
Ing. Martin Vaněk	SUDOP PRAHA, a.s.
Ing. Dana Lelková	ČR, Drážní úřad, <i>t.č. na rodičovské dovolené</i>
doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D.	Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera
Ing. Josef Bulíček, Ph.D.	Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera
Ing. Filip Ševčík	Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera
Ing. Jaroslav Matuška, Ph.D.	Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera
Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.	ČVUT v Praze Fakulta dopravní
Ing. Martin Jacura, Ph.D.	ČVUT v Praze Fakulta dopravní
Ing. Tomáš Javořík	ČVUT v Praze Fakulta dopravní
Ing. arch. Karel Hájek, Ph.D.	ČVUT v Praze Fakulta dopravní
Ing. Ondřej Havlena	ČVUT v Praze Fakulta dopravní / České dráhy, a.s.
Ing. Robert Scholz	České dráhy, a.s.
Ing. Marie Sehnalová	České dráhy, a.s.

Pokyny expertům pro vyplnění formulářů rizikové a multikriteriální analýzy modernizace žst. Bakov n. Jiz.

V případě, že k řešení určitého problému existuje více možností řešení nebo když je navrženo více variant realizace nějakého projektu a hledá se optimální cesta k dosažení vytyčeného cíle, lze k nejlepšímu výběru využít celou řadu metod pro kvalitativní či kvantitativní hodnocení přínosů či naopak ztrát (rizik). Mezi základní a často používanou metodu patří víceparametrická multikriteriální analýza. Dále přichází v úvahu v zahraničí již klasický přístup, který si postupně nachází své místo i ve střední Evropě, jímž je ohodnocení míry rizik jednotlivých variant.

Předmětem tohoto dokumentu není podrobný popis jednotlivých metod, s nimiž je možné se seznámit v široké nabídce zahraniční i tuzemské literatury, ale především vysvětlit expertovi, který do hodnocení vstupuje, jak má přesně vyplnit příslušné formuláře, které jsou nedílnou součástí fungování obou zmíněných metod. Přesto nemůže krátká zmínka o principu obou metod chybět.

Obsah souboru s formuláři

Vlastní vyplnění formulářů proveďte prosím v přiloženém souboru ve formátu XLS (MS Excel 2003). Tento soubor (sešit) obsahuje čtyři listy – **vyplňte** prosím pouze první **tři, jejichž záložky jsou barevně zvýrazněny**. Dvě modré záložky přísluší listům s rizikovou analýzou a jedna zelená multikriteriální analýze. List s názvem „výpočty“ slouží pouze pro další zpracování dat. V každém listu vyplňte prosím pokud možno všechny žlutě podbarvené buňky (ostatní buňky jsou pro úpravy uzamčeny).

Riziková analýza

Obecný princip rizikové analýzy spočívá v tom, že v příslušném projektu se nejprve identifikují rizikové faktory (tj. jaké nepříjemné, resp. nežádoucí, události mohou nastat), k nimž se následně zvlášť pro každou navrženou variantu řešení přiřazuje hodnoty dvou parametrů: závažnost (dopad) dané události a pravděpodobnost, s jakou tato událost může nastat. Jednotlivé metody rizikové analýzy se liší především v tom, jakým způsobem se zjišťují hodnoty obou parametrů k rizikovým faktorům. Kvantitativní metody tyto hodnoty v zásadě počítají exaktními postupy, kdežto metody kvalitativní používají expertní odhad. Pro tento projekt byla využita kvalitativní metoda SAFMEA.

Každý modře označený list ve formulářovém souboru přísluší jedné variantě modernizace stanice (obsahově jsou oba listy totožné). Tabulka obsahuje seznam rizikovým faktorům navržených řešiteli projektu, které jsou pro větší přehlednost seskupeny do sedmi segmentů. Vaším úkolem coby experta je ke každému rizikovému faktoru přiřadit podle svého názoru na základě návrhu obou variant modernizace stanice závažnost události a pravděpodobnost toho, že nastane. Hodnoty obou parametrů vkládejte jako přirozená čísla v intervalu jedna až čtyři včetně obou krajních hodnot, přičemž význam jednotlivých hodnot je uveden v tabulce na následující stránce. Pokud se necítíte dostatečně kvalifikováni k vyplnění parametru určitého rizikového faktoru, pak u takového faktoru nevyplňujte ani jeden z parametrů, resp. vložte jako jejich hodnoty nuly.

Závažnost (dopad) události:	hodnota parametru
nepodstatná závažnost, zanedbatelný dopad	1
malá závažnost, dopad na mezi rozpoznatelnosti	2
vysoká závažnost, podstatný dopad	3
kritická závažnost, výrazné škody	4
Pravděpodobnost události:	
nelze ji očekávat, nepravděpodobná	1
velice malá, málo pravděpodobná	2
lze ji očekávat, značně pravděpodobná	3
nastane (téměř) jistě	4

Multikriteriální analýza

V případě vícekriteriálního hodnocení variant (multikriteriální analýzy) jsou definovány jednotlivé varianty, mezi nimiž se vybírá ta nejlepší. Dále jsou stanoveny kriteriální veličiny, podle nichž se jednotlivé varianty hodnotí, přičemž hodnoty jednotlivých kriteriálních veličin je požadováno buď maximalizovat, nebo minimalizovat. V každé variantě přísluší každé kriteriální veličině její konkrétní kriteriální hodnota. Aby bylo možné dojít nějakou metodou multikriteriální analýzy k cíli, tj. výběru optimální varianty, je nutné nejprve odhadnout váhu (důležitost) jednotlivých kritérií. Pro tento projekt byla vybrána bodovací metoda a Fullerův trojúhelník. V multikriteriální analýze je od expertů požadována součinnost pouze při její počáteční fázi, tedy při odhadu vah kritérií – údaje se tedy vyplňují obecně k jednotlivým kritériím, bez ohledu na varianty řešení.

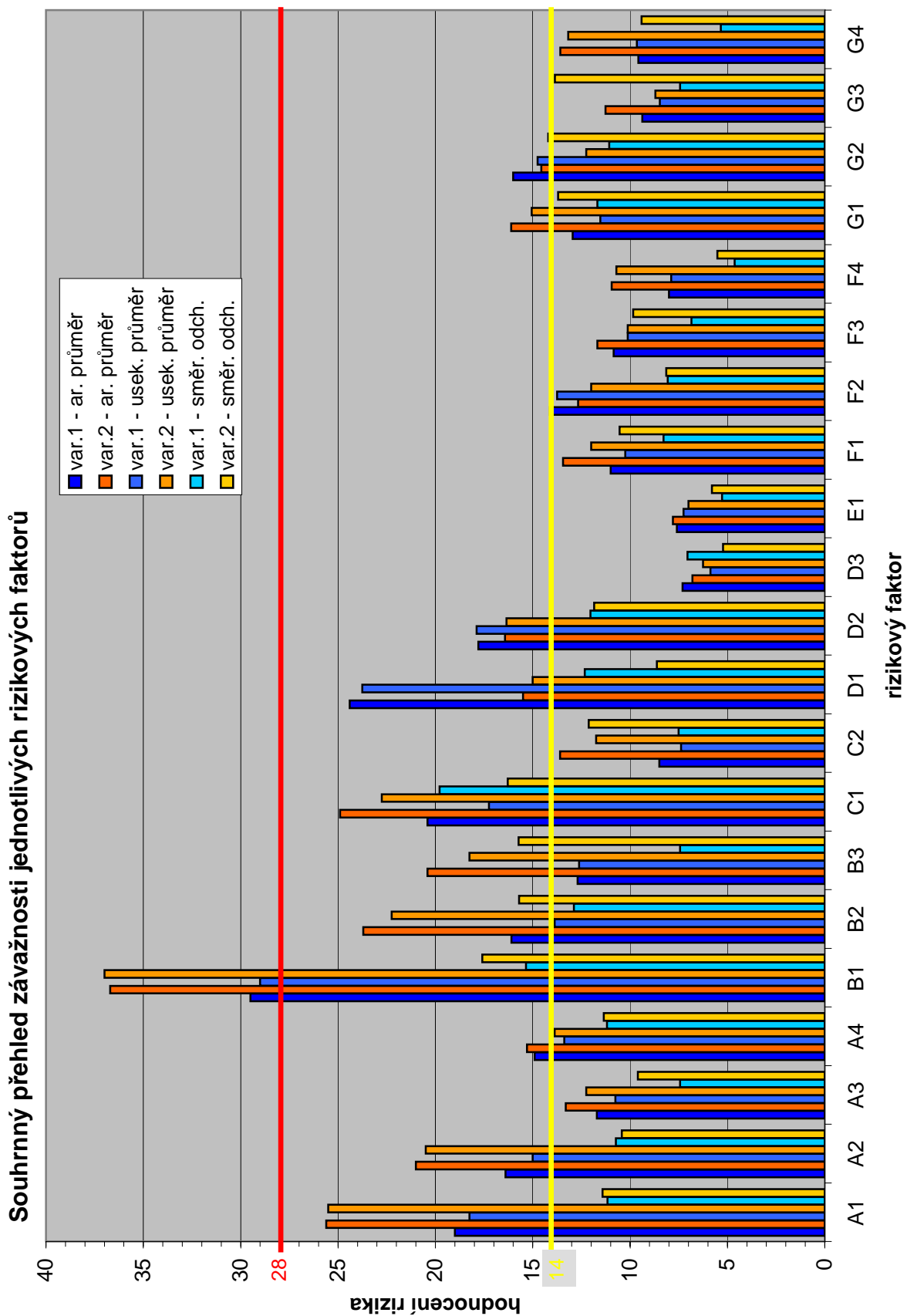
K multikriteriální analýze přísluší zeleně označený list ve formulářovém souboru. V jeho horní části je tabulka k odhadu vah kritérií bodovací metodou. Vaším úkolem coby experta je ke každému kritériu přiřadit jeho důležitost (význam). Využijete k tomu stupnici přirozených čísel od jedné do deseti včetně obou krajních hodnot, přičemž čím je kritérium pro Vás důležitější, tím mu přiřadíte větší hodnotu. Ohodnocení jednotlivých kritérií spolu vzájemně nesouvisí – hodnoty se tedy mohou opakovat a součet ohodnocení všech parametrů nemusí být žádné předem stanovené číslo.

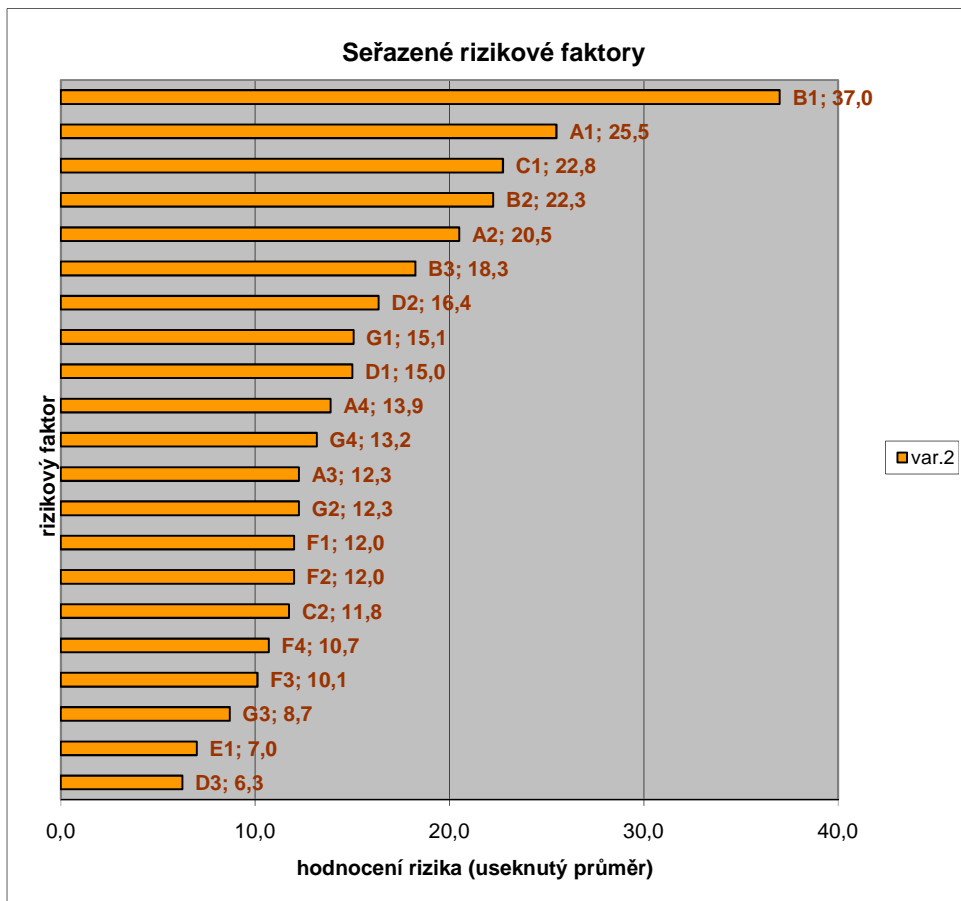
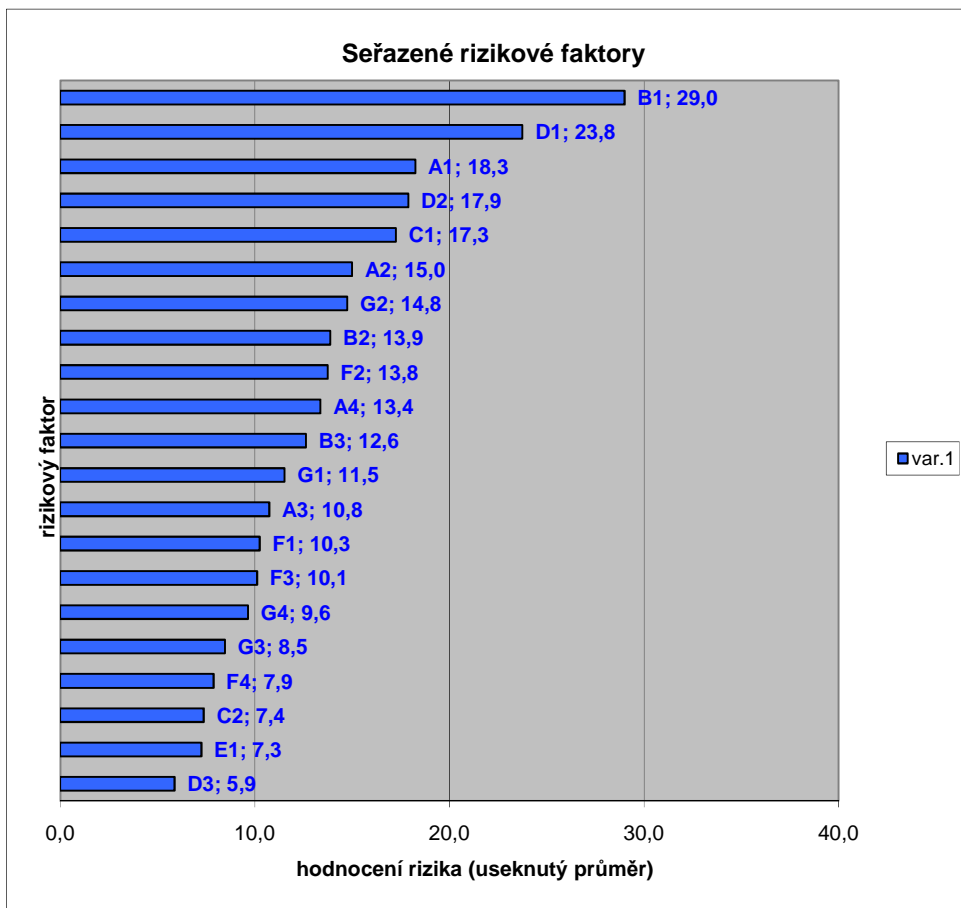
V dolní části listu věnovaného multikriteriální analýze je tzv. Fullerův trojúhelník, v němž se používá vyjádření preferencí mezi jednotlivými kritérii. Jedná se v podstatě o polovinu symetrické matice, v níž jednotlivé buňky představují vždy dvojici kritérií, která odpovídá označení příslušného řádku a sloupce. Číslo kritéria odpovídá označení z tabulky nad Fullerovým trojúhelníkem pro bodovací metodu. V uvedeném trojúhelníku se tedy nachází všechny dvojice kritérií. Úkolem experta je z každé dvojice vybrat důležitější kritérium, což se do formuláře vyznačí číslem vybraného kritéria. Pokud jsou z Vašeho pohledu v příslušné dvojici obě kritéria stejně významná, můžete takovou možnost zvolit – do příslušné buňky pak vyplníte čísla obou kritérií ve formě dvouciferného čísla, přičemž nezáleží na pořadí (např. pro dvojici kritérií 2 a 3 vyplníte 23 nebo 32 – význam zůstává stejný jak pro číslo 23, tak 32). Vedle Fullerova trojúhelníku se nachází kontrolní políčko, v němž se na zeleném podkladu objeví „OK“ v případě, že jste vyplnili všechny buňky Fullerova trojúhelníku a zároveň je všechny vyplnili správně. V opačném případě zde bude na červeném podkladu svítit „CHYBA“.

Rizikové faktory modernizace žst. Bakov n. Jiz.

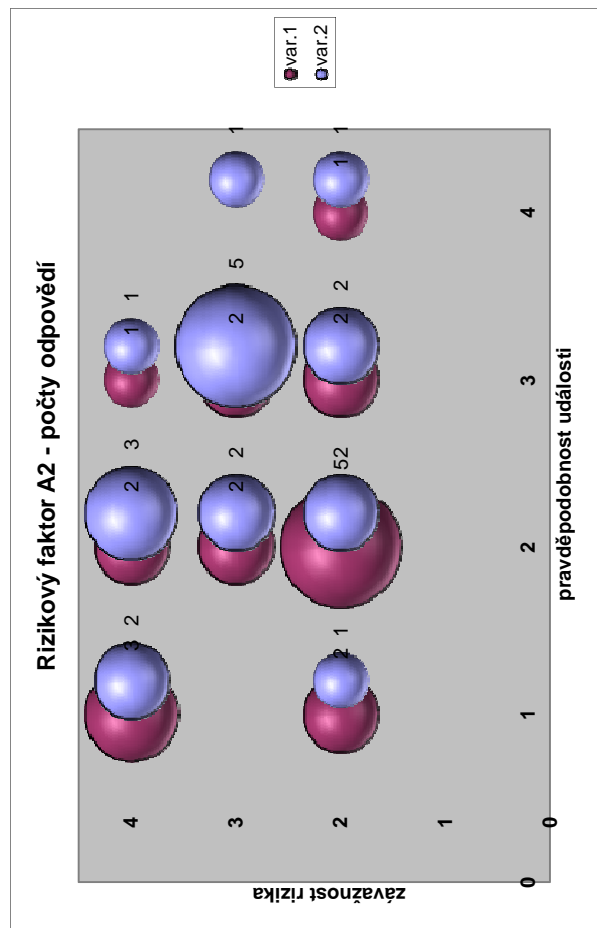
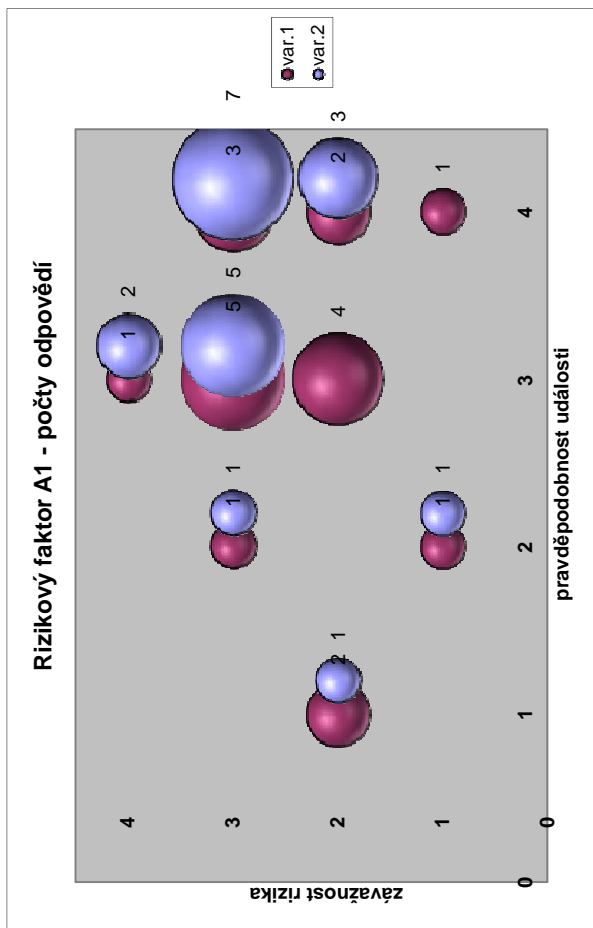
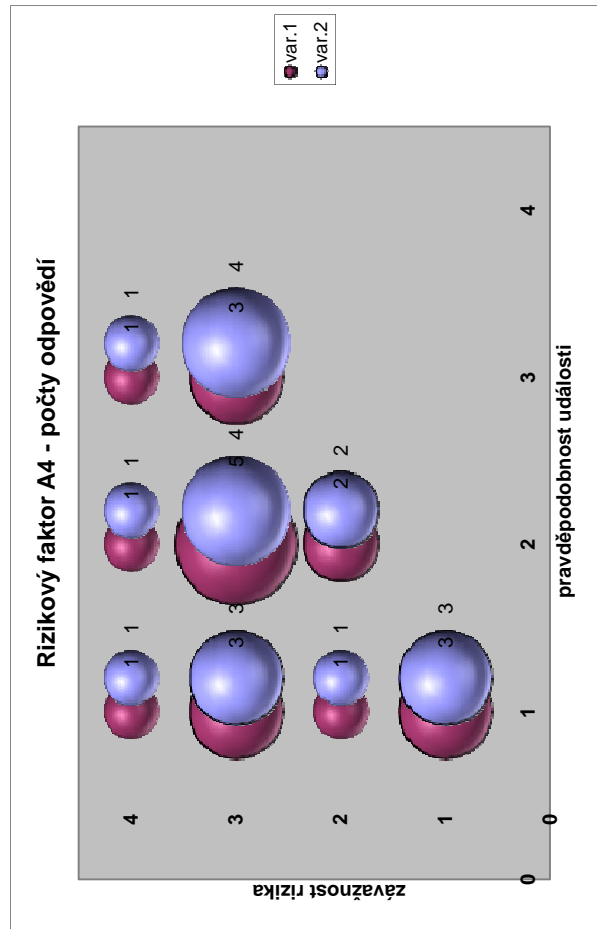
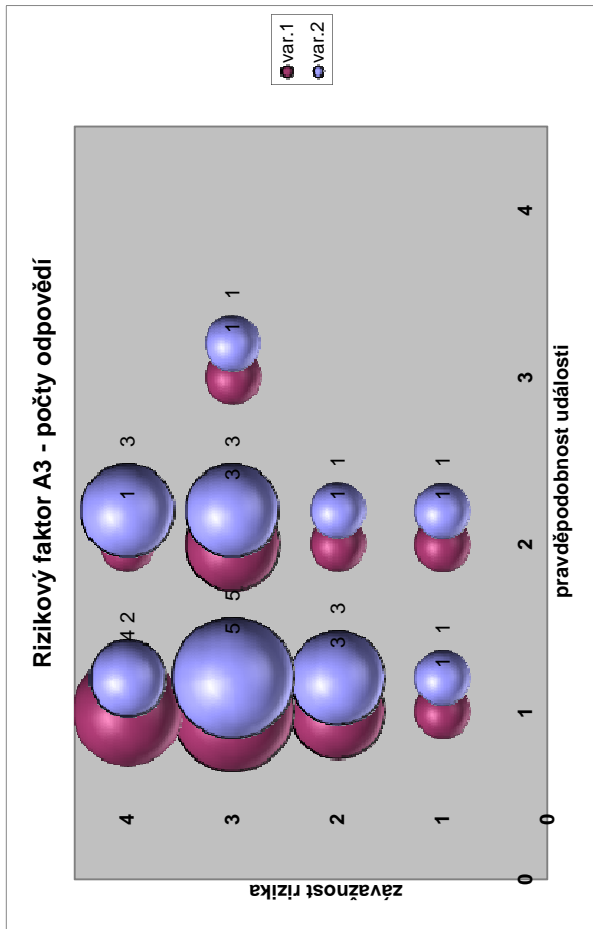
segment posuzování		rizikový faktor	
A	stavební činnost	A1	narušení plynulosti žel. provozu během stavebních prací při modernizaci žst.
		A2	narušení bezpečnosti žel. provozu během stavebních prací při modernizaci žst.
		A3	trvalý odliv cestujících z důvodu stavebních prací při modernizaci žst. (nepříjemné a nepohodlné prostředí)
		A4	definitivní ukončení nakládky a vykládky v žst. z důvodu stavebních prací při modernizaci žst. (přepravci si najdou jinou alternativu a už se do žst. nevrátí)
B	finanční prostředky	B1	nenalezení (nepřidělení) investičních finančních prostředků na modernizaci žst.
		B2	nenalezení (nepřidělení) finančních prostředků na provoz a údržbu zařízení pro osobní přepravu po modernizaci žst. (nástupiště, podchod / centr. přechod)
		B3	nízká efektivita vynaložených finančních prostředků na realizaci posuzované varianty modernizace vzhledem k nepatrnému zlepšení stávajícího stavu
C	kriminalita (vnější bezpečnost - security)	C1	ničení zařízení pro osobní přepravu po modernizaci žst. (nástupiště, podchod / centr. přechod) vandaly
		C2	odliv cestujících v důsledku trestné činnosti (přepadení, loupež, krádež, obtěžování...) páchané v zařízeních pro osobní přepravu po modernizaci žst. (nástupiště, podchod / centr. přechod) nebo subjektivního pocitu cestujících, že jsou kriminalitou ohroženi
D	mimořádná událost v žel. provozu (vnitřní bezpečnost - safety)	D1	střet žel. vozidla s osobou v kolejišti
		D2	střet žel. vozidel navzájem
		D3	odliv cestujících z důvodu jejich subjektivního pocitu ohrožení žel. provozem
E	komfort a pohodlí cestujících	E1	odliv cestujících z důvodu jejich subjektivního pocitu nízkého komfortu a pohodlí
F	sestavování GVD	F1	negativní ovlivnění sestavování GVD z hlediska dlouhého pobytu vlaků ve stanici kvůli dlouhé přestupní době mezi přípojnými vlaky
		F2	negativní ovlivnění sestavování GVD z hlediska provozní technologie ve stanici (křížení vlakových cest, ovlivňování posunu a jízdy vlaků...)
		F3	negativní ovlivnění sestavování GVD kvůli vyčerpání kapacity dopravních kolejí ve stanici
		F4	negativní ovlivnění sestavování GVD kvůli vyčerpání kapacity nástupních hran ve stanici
G	dodržování (plnění) GVD	G1	vznik provozních mimořádností (nedodržení GVD) kvůli dlouhé přestupní době mezi přípojnými vlaky ve stanici
		G2	vznik provozních mimořádností (nedodržení GVD) z hlediska provozní technologie ve stanici (křížení vlakových cest, ovlivňování posunu a jízdy vlaků...)
		G3	vznik provozních mimořádností (nedodržení GVD) kvůli vyčerpání kapacity dopravních kolejí ve stanici
		G4	vznik provozních mimořádností (nedodržení GVD) kvůli vyčerpání kapacity nástupních hran ve stanici

Vyhodnocení rizikové analýzy modernizace žst. Bakov n. Jiz.

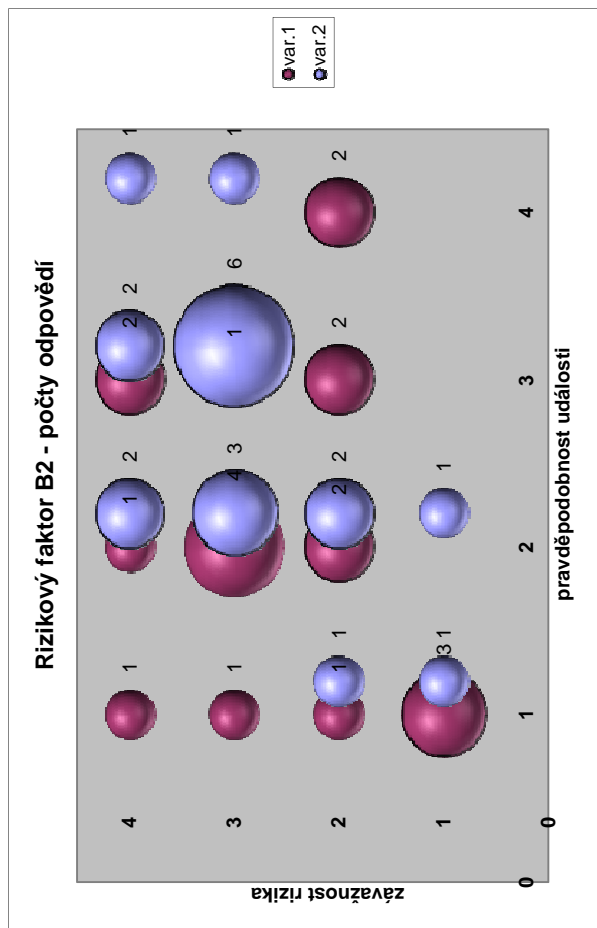
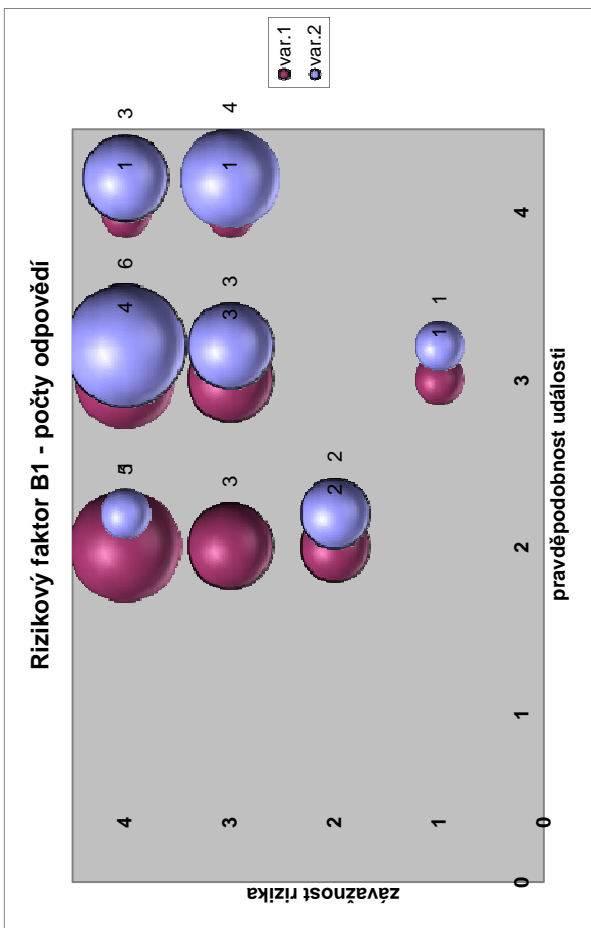
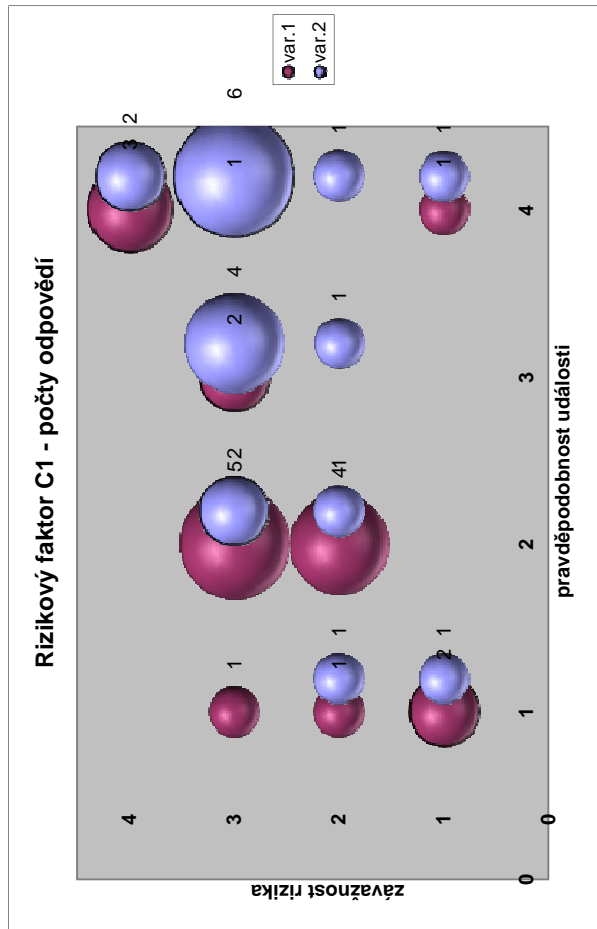
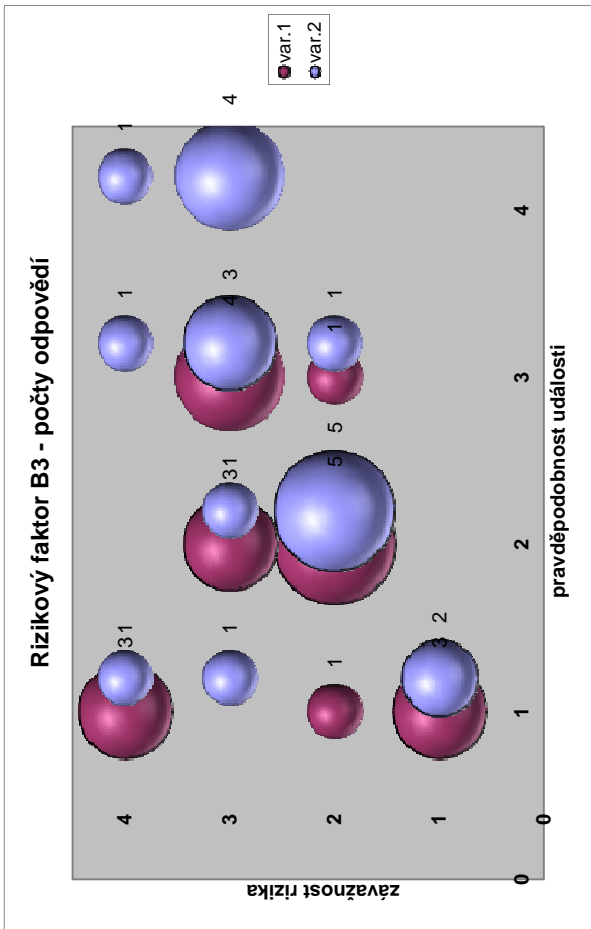




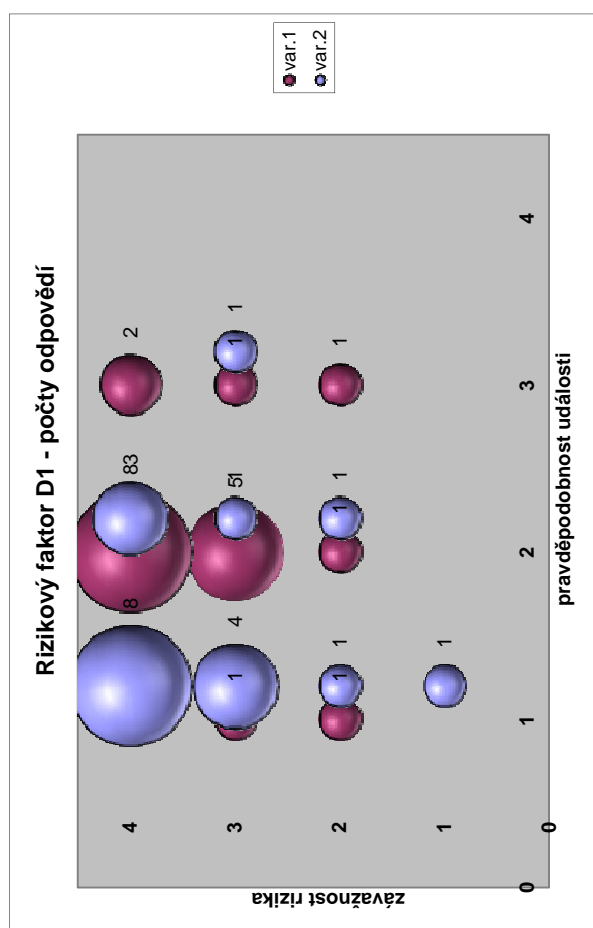
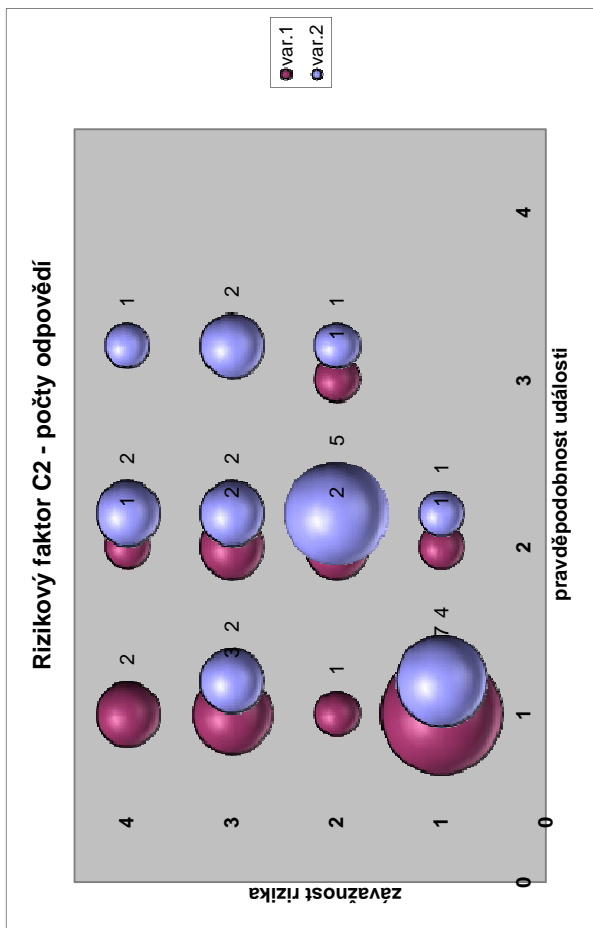
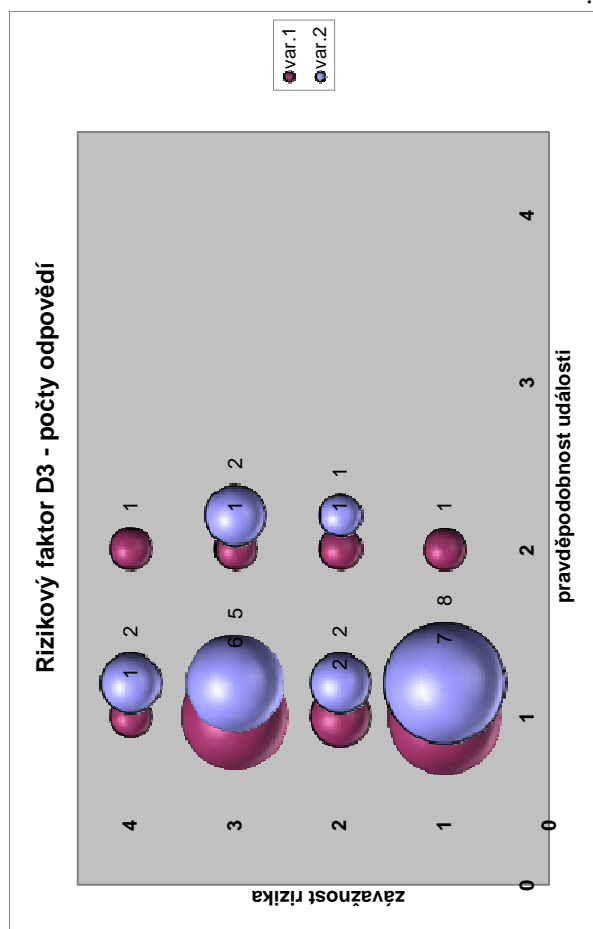
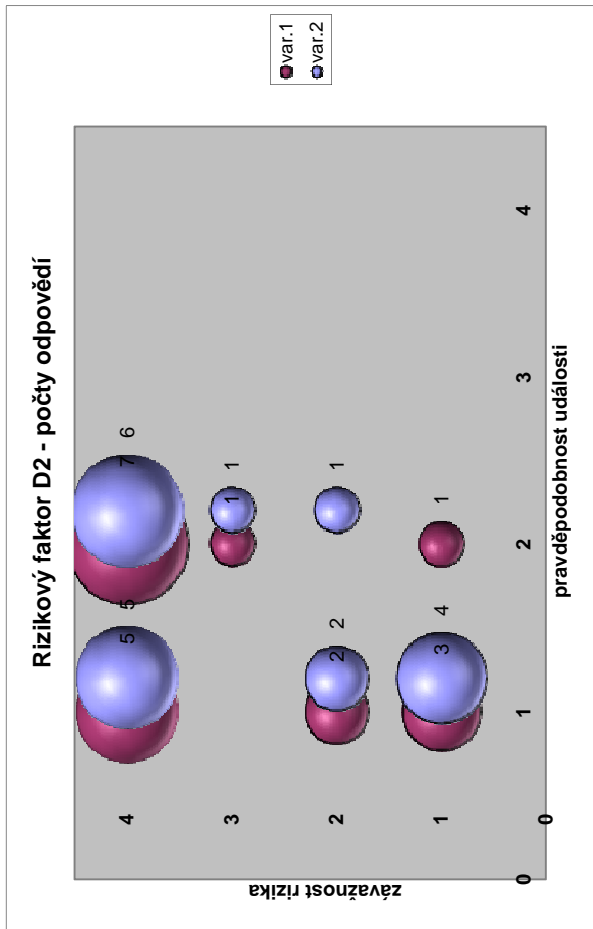
Vyhodnocení rizikové analýzy modernizace žst. Bakov n. Jiz. – počty odpovědí jednotlivých rizikových faktorů



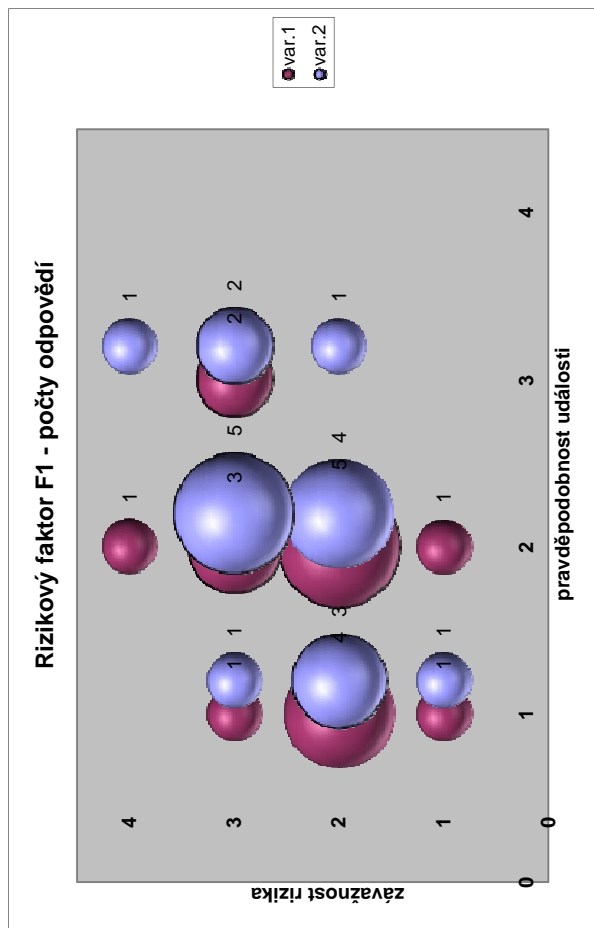
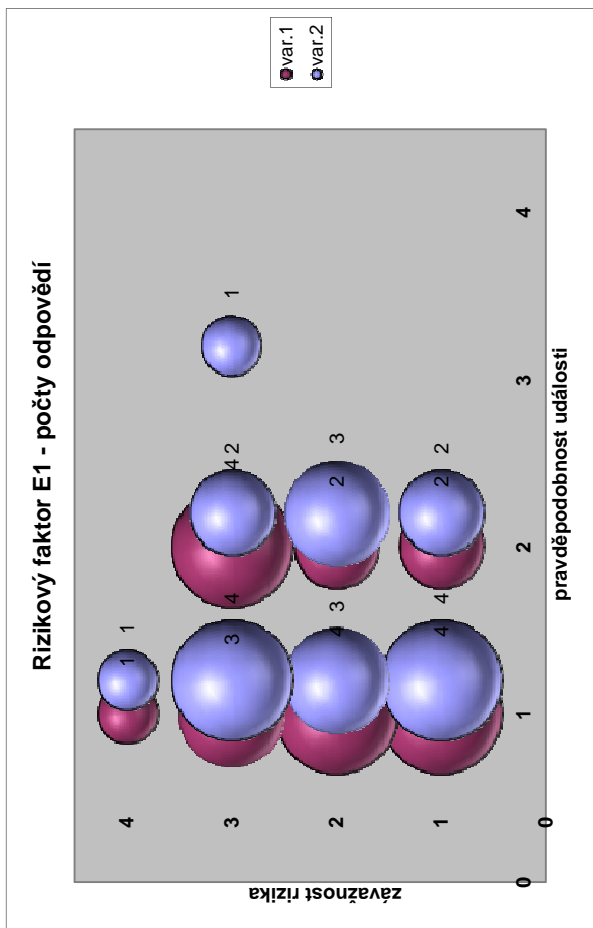
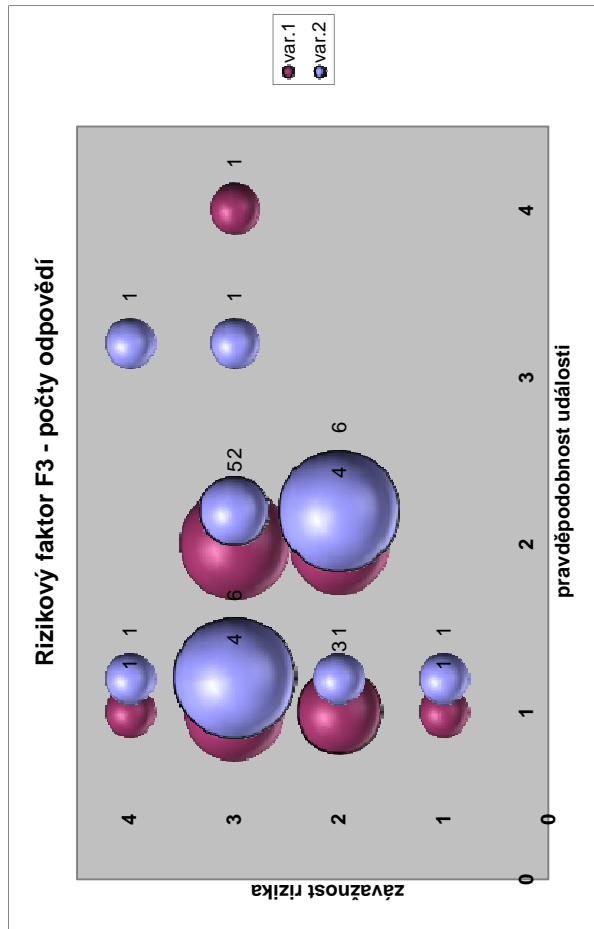
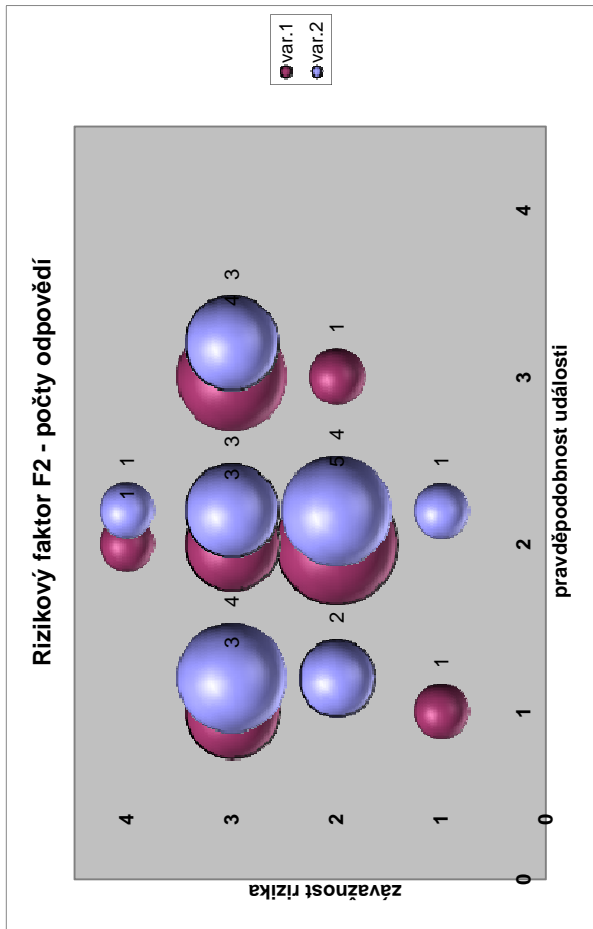
Vyhodnocení rizikové analýzy modernizace žst. Bakov n. Jiz. – počty odpovědí jednotlivých rizikových faktorů



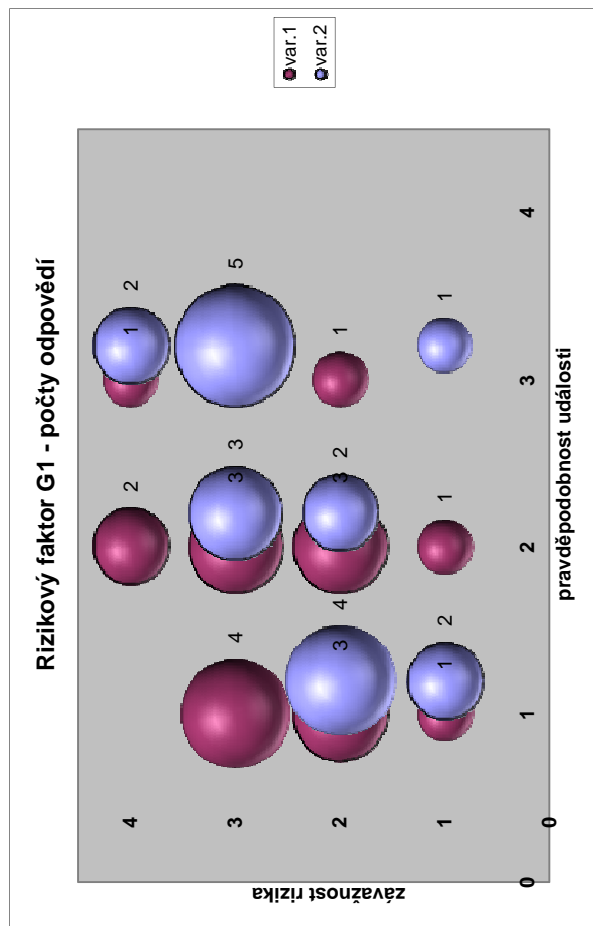
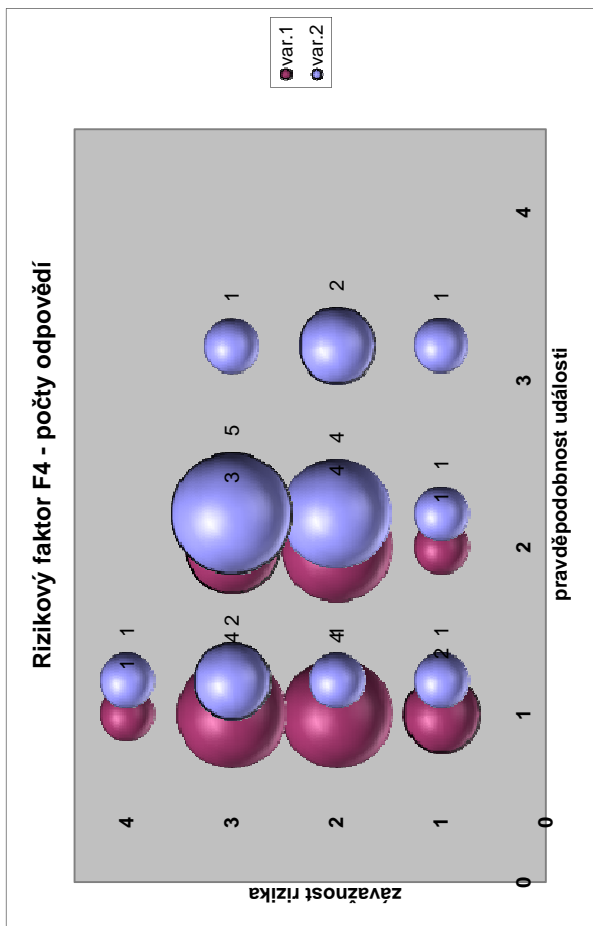
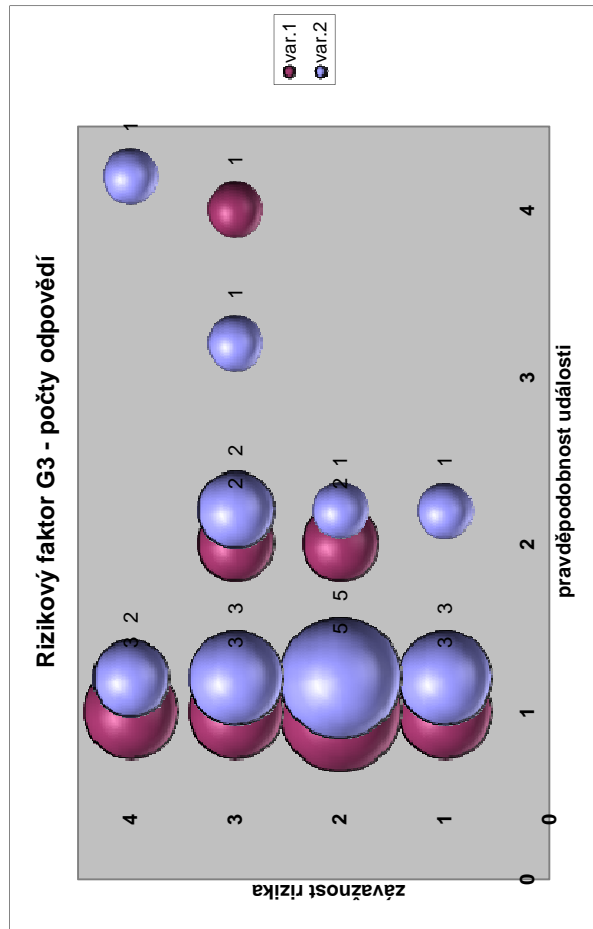
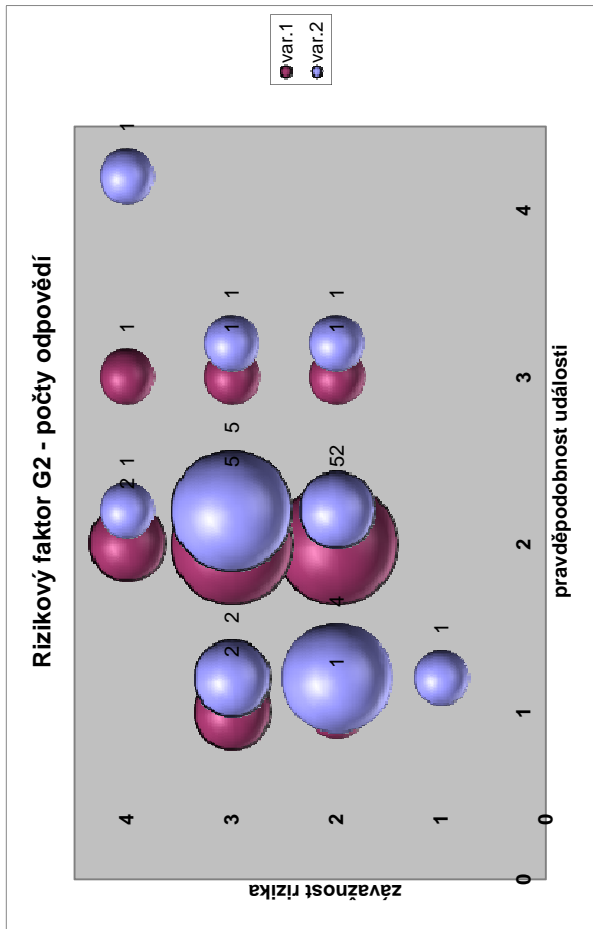
Vyhodnocení rizikové analýzy modernizace žst. Bakov n. Jiz. – počty odpovědí jednotlivých rizikových faktorů



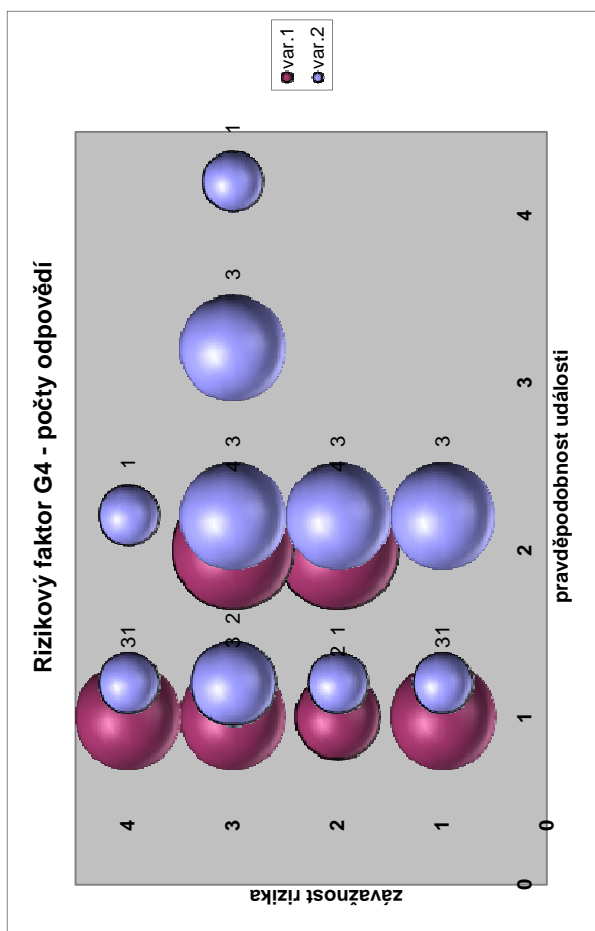
Vyhodnocení rizikové analýzy modernizace žst. Bakov n. Jiz. – počty odpovědí jednotlivých rizikových faktorů



Vyhodnocení rizikové analýzy modernizace žst. Bakov n. Jiz. – počty odpovědí jednotlivých rizikových faktorů



Vyhodnocení rizikové analýzy modernizace žst. Bakov n. Jiz. – počty odpovědí jednotlivých rizikových faktorů



Kritéria posuzování modernizace žst. Bakov n. Jiz. v multikriteriální analýze

ozn.	název kritéria	druh	měrn. jednotka
1	investiční náklady (resp. roční odpisy)	MIN	mil. Kč
2	přestupní doba	MIN	min
3	narušení plynulosti žel. provozu během stavebních prací při modernizaci žst.	MIN	hodnocení rizika A1
4	ničení zařízení pro osobní přepravu po modernizaci žst. (nástupiště, podchod / centr. přechod) vandaly	MIN	hodnocení rizika C1
5	trestná činnost (přepadení, loupež, krádež, obtěžování...) páchaná v zařízeních pro osobní přepravu po modernizaci žst. (nástupiště, podchod / centr. přechod)	MIN	hodnocení rizika C2
6	střet žel. vozidla s osobou v kolejišti	MIN	hodnocení rizika D1
7	komfort a pohodlí cestujících	MIN	hodnocení rizika E1

Výkaz výměr posouzení variant modernizace žst. Bakov n. Jiz.

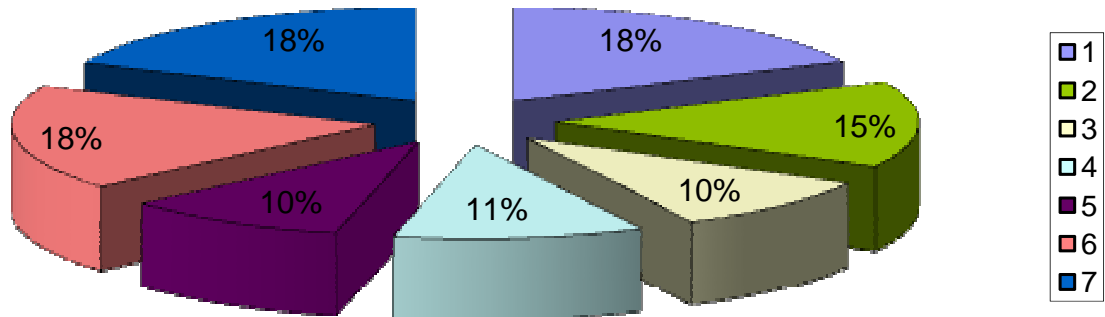
stavební konstrukce	položka	popis MJ	MJ	varianta 1	varianta 2
				počet MJ	počet MJ
železniční svršek	kolej	demontáž koleje včetně výhybek s kolejnicemi tv. S49, nová	m	1 440	2 037
		propracování koleje (úprava GPK)	m	269	1 056
		J49-1:11-300	m	1 089	686
	výhybka	J49-1:11-300	ks	1	0
		J49-1:9-300	ks	0	3
železniční spodek	zřízení podkladních vrstev + odstranění stávajícího podloží	J49-1:9-190	ks	0	1
		J49-1:7,5-190	ks	1	0
		dl. koleje + výhybky	m	1 447	1 935
		dl. koleje + výhybky	m	1 248	1 935
		dl. trativodu	m	790	1 149
	zřízení nástupiště	demolice nástupišť	m	734	734
		zřízení nástupiště s nástupištní hranou 550 mm nad TK	m	650	590
		podchod	m	0	20
		výtah	ks	0	2
		chodníky včetně podkladních vrstev	m ²	399	140
pozemní stavby	zastřešení nástupišť	m ²	0	300	
	přístřešky	ks	3	1	
	objekty pro technologické zařízení	ks	1	1	
elektroinstalace (mimo el. trakce)	osvětlení stanice	ks	2	2	
	elektrický ohřev výhybek	ks	12	11	
	rozvody nízkého napětí	kpl	1	1	
zabezpečovací zařízení	staniční zabezpečovací zařízení	ks	18	17	
	sdělovací zařízení	kpl	1	1	

Rozpočet pro posouzení variant modernizace žst. Bakov n. Jiz.

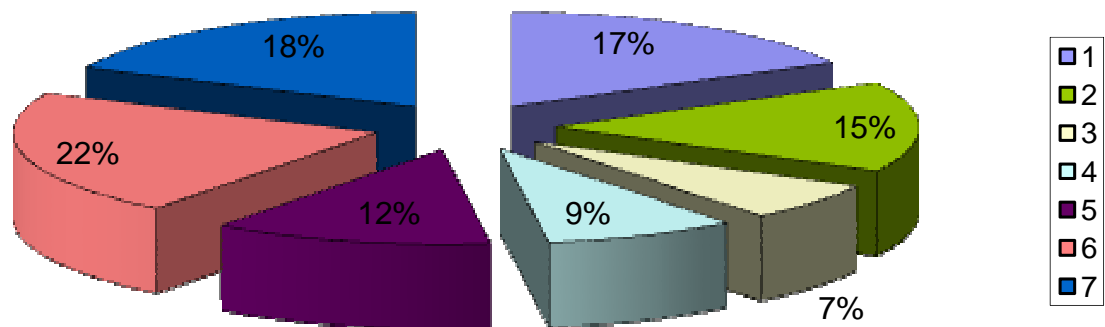
agregované položky	varianta 1	varianta 2
železniční svršek	23 184	39 473
železniční spodek	21 822	25 094
mostní objekty a podzemní stavby	0	28 629
pozemní komunikace	1 195	419
pozemní stavby	1 908	2 861
elektroinstalace (mimo el. trakce)	8 782	8 186
zabezpečovací zařízení	103 653	97 895
sdělovací zařízení	8 580	8 580
<i>vedlejší rozpočtové náklady</i>	<i>46 509</i>	<i>58 062</i>
celkové investiční náklady	215 633	269 199

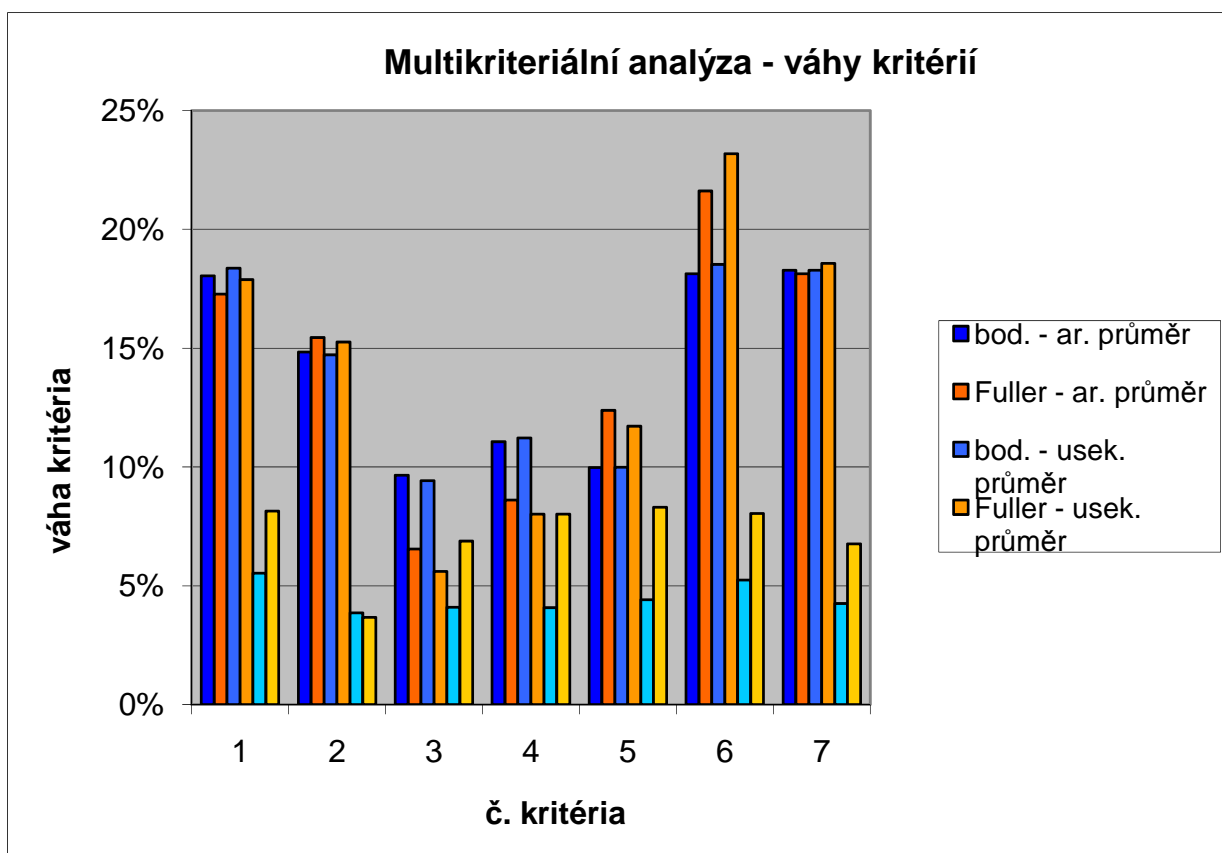
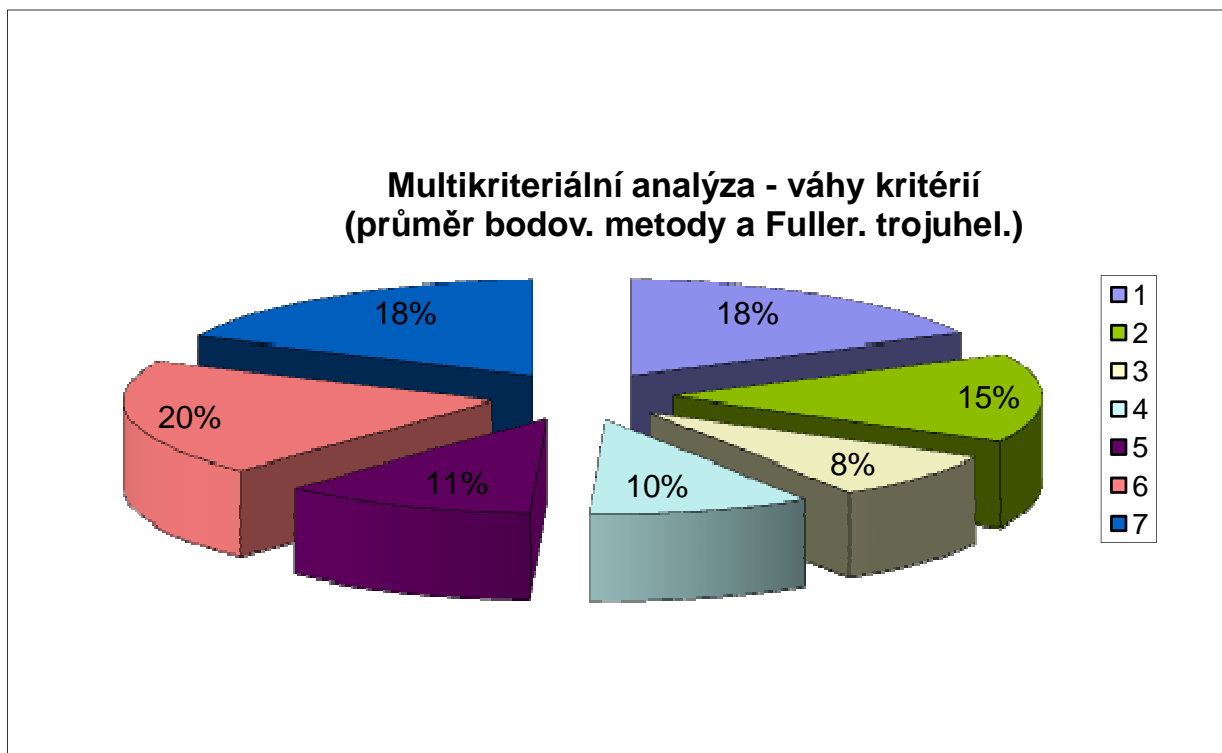
ceny v tisících Kč, bez DPH, cenová úroveň roku 2011

bodovací metoda - arit. průměr



Fullerův trojúhelník - arit. průměr





Vyhodnocení multikriteriální analýzy modernizace žst. Bakov n. Jiz.

kritérium posuzování projektu	hodnota kritéria		metoda WSA		metoda TOPSIS																
	var. 1	var. 2	var. 1	var. 2	var. 1	var. 2	var. 1	var. 2	var. 1	var. 2	var. 1	var. 2	var. 1	var. 2	var. 1	var. 2					
1 poř. č. název investiční náklady (resp. roční odpisy)	215,6	269,2	1	0	53,6	0,0	1	0	0,18	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00							
2 průměrná přestupní doba (max. ze všech možností přestupů v 1 var.)	2,85	2,42	0	1	0,0	0,4	0	1	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,02		0,02					
3 narušení plynulosti žel. provozu během stavebních prací při modernizaci žst.	18,3	25,5	1	0	7,3	0,0	1	0	0,08	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00		0,00					
4 ničení zařízení pro osobní přepravu po modernizaci žst. vandaly	17,3	22,8	1	0	5,5	0,0	1	0	0,10	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00		0,00					
5 trestná činnost páchaná v zařízeních pro osobní přepravu po modernizaci žst.	7,4	11,8	1	0	4,4	0,0	1	0	0,11	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00		0,00					
6 střet žel. vozidla s osobou v kolejišti	23,8	15,0	0	1	0,0	8,8	0	1	0,00	0,20	0,04	0,00	0,00	0,04		0,04					
7 komfort a pohodlí cestujících	7,3	7,0	0	1	0,0	0,3	0	1	0,00	0,18	0,03	0,00	0,00	0,03		0,03					
skalární součin			0,47	0,53	odmocnina ze sumy										0,31	0,24	0,24	0,24	0,31	0,44	0,56
celkový užitek					transf. MAX	transf. kritérií	vážená kritéria	vzd.-ideál.var.	vzd.-bazál.var.	ukazatel											

Příloha B

Metodika určení optimálního uspořádání přestupního uzlu

Obsah

I	Kategorizace přestupních uzlů	B-4
1	Teoretické parametry přestupních uzlů	B-4
2	Typové kategorie přestupních uzlů s účastí železniční dopravy	B-4
2.1	Klasifikace vztahu k místu přestupu na jiný systém VHD – horizontální	B-5
2.2	Klasifikace podle vztahu k místu přestupu na jiný systém VHD – vertikální . . .	B-6
2.3	Klasifikace podle těsnosti přestupní vazby	B-9
2.4	Klasifikace podle charakteru železniční stanice – uspořádání stanice	B-9
2.5	Klasifikace podle charakteru železniční stanice – uspořádání nástupišť	B-10
2.6	Klasifikace podle bezbariérovosti přestupu	B-14
3	Praktické příklady přestupních vazeb	B-14
4	Literatura k této části	B-18
II	Metodický nástroj k určení optimálního uspořádání přestupního uzlu	B-19
5	Faktory ovlivňující podobu přestupního uzlu	B-19
5.1	Popis jednotlivých faktorů	B-19
6	Metodika určení parametrů přestupního uzlu	B-20
6.1	Obecný popis	B-20
6.2	Faktory zohledněné v metodice	B-21
6.3	Výsledné rozhodovací tabulky	B-23
6.4	Možná uspořádání přestupního uzlu jako výstup rozhodovacích tabulek	B-26
7	Aplikace metodiky na přestupní uzel tvořený stanicí Čelákovice	B-28
7.1	Popis přestupního uzlu tvořeného stanicí Čelákovice	B-28
7.2	Vlastní aplikace metodiky na přestupní uzel tvořený stanicí Čelákovice	B-29
8	Literatura k této části	B-33

Seznam zkratek

B&R	odstav své jízdní kolo a pokračuj veřejnou hromadnou dopravou (<i>Bike and Ride</i>)
EC	EuroCity (kategorie vlaku)
Ex	expres (kategorie vlaku)
GVD	grafikon vlakové dopravy
IAD	individuální automobilová doprava
IC	InterCity (kategorie vlaku)
IDS	integrovaný dopravní systém
K&R	spolujezdec vystoupí z automobilu a pokračuje v cestě veřejnou hromadnou dopravou, řidič dál jede svým vozem (<i>Kiss and Ride</i>)
MHD	městská hromadná doprava
Os	osobní vlak (kategorie vlaku)
P&R	zaparkuj svůj automobil a pokračuj veřejnou hromadnou dopravou (<i>Park and Ride</i>)
R	rychlík (kategorie vlaku)
RT	rozhodovací tabulka
Sp	spěšný vlak (kategorie vlaku)
TK	temeno kolejnice
TSI	technické specifikace pro interoperabilitu
VB	výpravní budova
VHD	veřejná hromadná doprava
žst.	železniční stanice

Jak používat tuto metodiku

Užití metodiky k výběru optimální podoby přestupního uzlu veřejné hromadné dopravy (VHD) je jednoduché a uživatelsky velmi přívětivé. Podmínkou je přiměřená znalost místních poměrů a správné zadání vstupních požadavků. V části I se nachází základní informace ke kategorizaci přestupních uzlů, které uživateli osvětlí užitá označení a na jejichž základě se volí jednotlivé vstupní parametry. Vlastní metodický nástroj – rozhodovací tabulky – a zohledněné faktory jsou zařazeny do části II, kap. 6.2 a 6.3 (str. B-21 a následující). V kapitole 6.4 se nachází podrobný popis variantních možností uspořádání přestupních uzlů. Vzorové užití, na němž je demonstrována jednoduchost a účelnost jejich využití, nalezne uživatel v kapitole 7.2 na straně B-29 a následující.

Uživatel metodiky nejprve zvolí vstupní podmínky (síla přestupní vazby, intenzita navazující nekolejové veřejné dopravy, prostorové možnosti přednádraží), které zanesou do rozhodovací tabulky první úrovně (RT I) – viz obr. 6.2 na straně B-25. Výstupem RT I je doporučená podoba přestupní vazby. Tento výsledek se přenesou do rozhodovací tabulky druhé úrovně (RT II) – viz obr. 6.3 na straně B-27 – v níž jej uživatel doplní o parametry železničního provozu. Výstupem RT II je doporučené uspořádání železniční stanice, jež v kombinaci s výstupem RT I vytvoří podobu celého přestupního uzlu, jehož jádrem je právě železniční stanice, příp. zastávka.

Autoři upozorňují, že rozhodovací tabulky nejsou samospasitelným nástrojem, vyžadují znalost místních podmínek a v případě variantních řešení i cit pro návrh nebo úpravu přestupního uzlu. Mohou však vždy posloužit jako základní vodítko a ukázat cestu, která vede k optimálnímu dimenzování přestupního bodu VHD.

Část I

Kategorizace přestupních uzlů

1 Teoretické parametry přestupních uzlů

Mezi základní parametry utvářející podobu přestupních uzlů patří: druh a dispozice nástupišť v železniční stanici, délka a charakteristika pěšího přesunu, uspořádání přednádraží a jeho prostorové možnosti.

- **Uspořádání nástupišť** významně podmiňuje délku přestupní cesty a překonávané (nejčastěji ztracené) spády. Právě zde dochází k pomyslnému konfliktu mezi požadavky ze strany provozovatelů dráhy a drážní dopravy, mezi něž patří plynulost a bezpečnost provozu, a požadavky cestujících na co nejmenší vzdálenost návazných spojů bez nutnosti vertikálních pohybů.
- **Délka a charakteristika přesunu** v rámci přestupní vazby je významným činitelem pro celkový dojem z přestupního uzlu, způsob překonávání ztracených spádů má největší vliv na výslednou průměrnou rychlost pěšího proudu. Tu nejvíce ovlivňuje: vzdálenost mezi stanovišti jednotlivých spojů nebo různých druhů dopravy (dopr. systémů), přímočarost (resp. klikatost) cesty, překonávané spády s důrazem na spády ztracené a propustnost přístupové cesty. Kupříkladu při peronizaci železniční stanice s podchodem či nadchodem jsou výškové rozdíly nevyhnutelné a představují daň za bezpečnost cestujících a kapacitu dopravní cesty, neomezovanou v důsledku nebezpečí pohybu lidí v kolejišti. Zamezení ztraceným spádům je možné při vhodné terénní konfiguraci uzlu, případně za cenu vysokých investic.
- **Uspořádání přednádraží, resp. stanoviště návazné VHD**, jsou jednou ze stěžejních charakteristik pro zřízení či nezřízení přestupního bodu v konkrétním místě. Podstatnou okolností jsou v tomto případě především prostorové možnosti území (plochy), kde má toto stanoviště vzniknout.

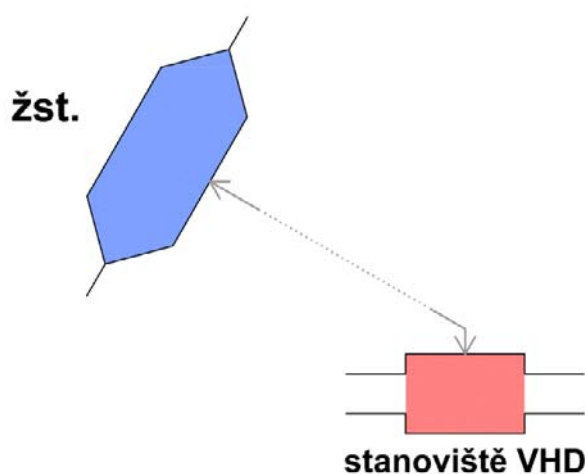
Z kombinací třech zmíněných nejvýznamnějších faktorů vzniká výsledná podoba přestupní vazby. Tu cestující vnímá právě na základě její celkové uživatelské přívětivosti, kterou ovlivňuje nejvíce délka a překonávané výškové rozdíly. Obecně mohou být přestupní vazby rozděleny do tří základních skupin (viz kap 2.3).

2 Typové kategorie přestupních uzlů s účastí železniční dopravy

K jednoznačné identifikaci každého jednotlivého případu přestupního uzlu VHD se zapojením železnice slouží vytvořené kategorie typového uspořádání. Přiřazení do kategorií probíhá na základě základních parametrů, které podstatně ovlivňují proces přestupu a jež se týkají jednak vztahu železniční stanice, resp. zastávky, a ostatních systémů VHD vzájemně (poloha stanovišť a těsnost přestupní vazby), a jednak uspořádání železniční stanice v daném uzlu. Z dispozice stanice vychází především celková podoba přestupu. V neposlední řadě je brán zřetel na bezbariérový přesun při přestupu. Jednotlivé kategorie pak bezzbytku pokrývají všechny možnosti uspořádání uzlu, včetně předpokladu kombinací základních variant a atypických



Obrázek 2.1: Horizontální klasifikace přestupu – přestup v rámci přestupního uzlu



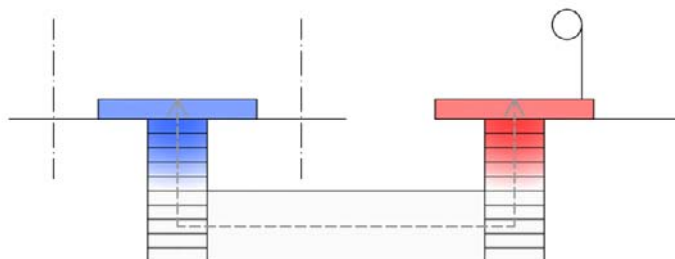
Obrázek 2.2: Horizontální klasifikace přestupu – dvě různá stanoviště VHD

řešení. Výstupem identifikace je popis přestupního uzlu v takové podobě, která poskytuje přesný obrázek o náročnosti a podmínkách přestupu v něm. V závěru této části metodiky jsou všechny kategorie, včetně případných vazeb mezi nimi, přehledně zobrazeny v tzv. kategorizačním stromu – viz obr. 3.4 na straně B-17.

2.1 Klasifikace vztahu k místu přestupu na jiný systém VHD – horizontální

Přestup v rámci přestupního uzlu (viz obr. 2.1) – stanoviště návazné VHD se nachází zpravidla v jednom, případně ve dvou těsně přiléhajících stavebních celcích. Umožňuje přestup v rámci těsné, polotěsné nebo volné přestupní vazby (blíže viz kap. 2.3).

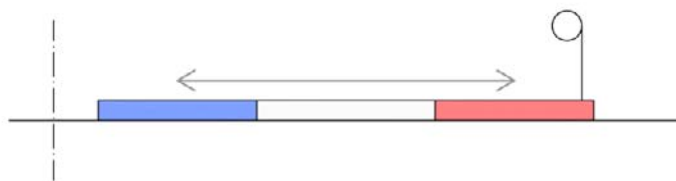
Dvě různá stanoviště VHD (viz obr. 2.2) – stanoviště návazné VHD je tzv. v odsunuté poloze a cestující je při přestupu nucen překonávat delší docházkovou vzdálenost mezi VB, resp. nástupištěm, a samotným stanovištěm. Jedná se tedy o velmi volnou přestupní vazbu (blíže viz kap. 2.3).



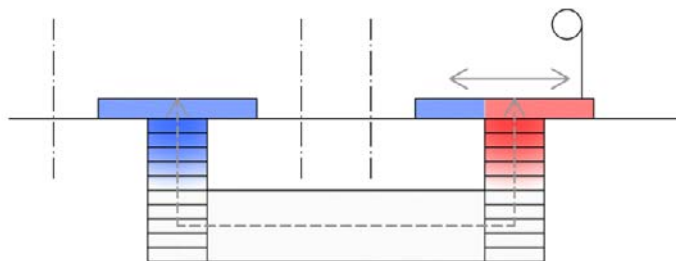
Obrázek 2.3: Vertikální klasifikace přestupu – stanoviště ve stejné výškové úrovni – přestup se ztraceným spádem

2.2 Klasifikace podle vztahu k místu přestupu na jiný systém VHD – vertikální

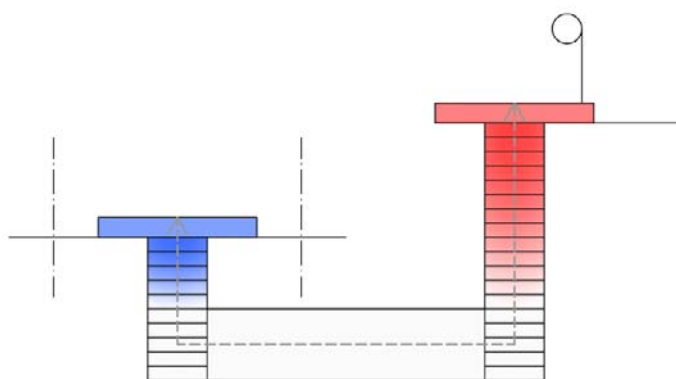
- Stanoviště ve stejné výškové úrovni – kolejiště a stanoviště návazné VHD leží přibližně ve stejné výšce:
 - přestup se ztraceným spádem – vodorovný přestup není umožněn a cestující musí vždy překonávat vertikální překážku (viz obr. 2.3)
 - přestup bez ztraceného spádu – cestujícím je vždy umožněn vodorovný přímý přestup, bez nutnosti překonávání vertikálních překážek (viz obr. 2.4)
 - přestup s i bez ztraceného spádu – cestujícím je umožněn vodorovný přímý přestup bez nutnosti překonávání vertikálních překážek pouze z některých nástupišť (viz obr. 2.5)
- Stanoviště v různé výškové úrovni – kolejiště a stanoviště návazné VHD leží v různé výšce:
 - přestup se ztraceným spádem – cestující při přestupu překonává výškový rozdíl se ztrátou nabyté výšky (viz obr. 2.6)
 - přestup bez ztraceného spádu – výškový rozdíl překonává cestující pouze v jednom směru – nahoru nebo dolů (viz obr. 2.7)
 - přestup s i bez ztraceného spádu – výškový rozdíl překonává cestující v jednom směru (nahoru nebo dolů) pouze z některých nástupišť, z ostatních rozdíl překonává se ztrátou nabyté výšky (viz obr. 2.8)



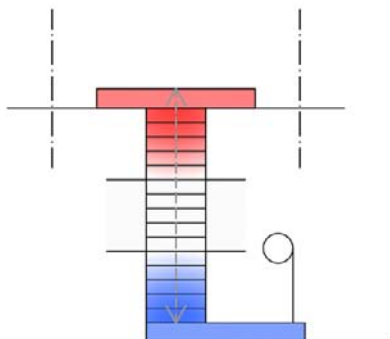
Obrázek 2.4: Vertikální klasifikace přestupu – stanoviště ve stejné výškové úrovni – přestup bez ztraceného spádu



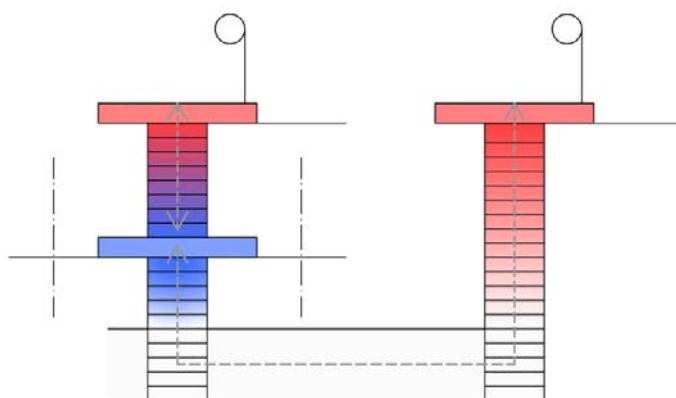
Obrázek 2.5: Vertikální klasifikace přestupu – stanoviště ve stejné výškové úrovni – přestup s i bez ztraceného spádu



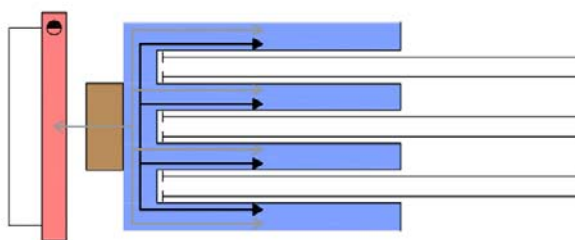
Obrázek 2.6: Vertikální klasifikace přestupu – stanoviště v různé výškové úrovni – přestup se ztraceným spádem



Obrázek 2.7: Vertikální klasifikace přestupu – stanoviště v různé výškové úrovni – přestup bez ztraceného spádu



Obrázek 2.8: Vertikální klasifikace přestupu – stanoviště v různé výškové úrovni – přestup s i bez ztraceného spádu



Obrázek 2.9: Hlavová osobní stanice

2.3 Klasifikace podle těsnosti přestupní vazby

Těsná přestupní vazba – zde cestující nepřekonává žádné výškové rozdíly a oba spoje jsou přistaveny tak, aby vzdálenost mezi nimi byla co nejmenší. Časová délka přesunu cestujícího se pohybuje okolo 1 min. Tomuto požadavku vyhovuje přestup mezi spoji v rámci jednoho nástupiště, tzn. přestup hrana–hrana.

Polotěsná přestupní vazba – mezi částí spojů, obvykle v jednom přepravním směru, se uskutečňuje přestup formou hrana–hrana, v ostatních případech je při přestupu nutné překonat větší vzdálenost a obvykle se přestupová cesta neobejde bez překonání výškových rozdílů. Časová náročnost přesunu cestujícího je u vzdálenější vazby dlouhá nejvýše 2 min. Polotěsnou přestupní vazbu představuje často rozmístění spojů na autobusovém nádraží, na sousedních nástupištích železničních stanic, při přestupu mezi dvěma druhy dopravy ji zastupuje schéma hrana–hrana jednosměrná i vertikální přestupy.

Volná přestupní vazba – cestující překonává přesunovou cestu v délce přes 100 m, přesun cestujících trvá obvykle 3 min a nepřesahuje 5 min. Nejčastějším příkladem jsou přestupy v rámci velkých železničních stanic a z prostoru přednádraží do plně peronizovaných železničních stanic.

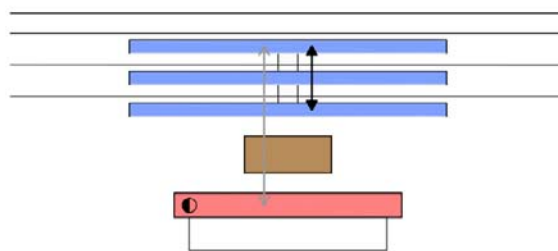
Velmi volná přestupní vazba – cestující překonává cestu délky přes 250 m, nejčastěji jsou na ní ztracené spády a změny směru. Doba k překonání vzdálenosti mezi stanovišti spojů přesahuje 4 min. Příkladem jsou přestupy mezi železnicí a stanovišti autobusů v odsunuté poloze (kupř. nelze-li jejich stanoviště zřídit před výpravní budovou).

2.4 Klasifikace podle charakteru železniční stanice – uspořádání stanice

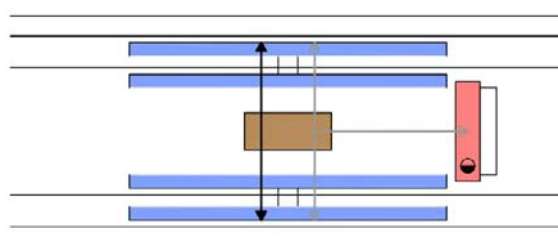
S místem přestupu vně kolejiště – stanoviště návazné VHD se nachází vně plochy kolejiště.

S místem přestupu v ostrovní poloze vůči kolejišti – stanoviště návazné VHD, resp. výpravní budovu, celkově obklopuje kolejiště stanice.

Hlavová osobní stanice (viz obr. 2.9) – koleje stanice jsou kuse ukončeny. Pohyb cestujících je umožněn v jedné úrovni, bez nutnosti překonávání kolejí.



Obrázek 2.10: Uspořádání nástupišť – úroňová nástupiště



Obrázek 2.11: Uspořádání nástupišť – úroňová nástupiště s výpravní budovou v ostrovní poloze

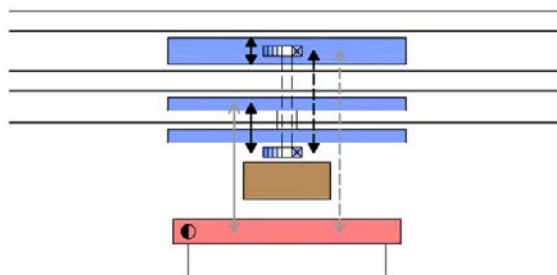
Kombinace základních typů uspořádání – uzly, v nichž uspořádání stanice odpovídá více základním typům zároveň.

Atypická řešení – uspořádání a konstrukce, jež se vyskytují pouze ojediněle.

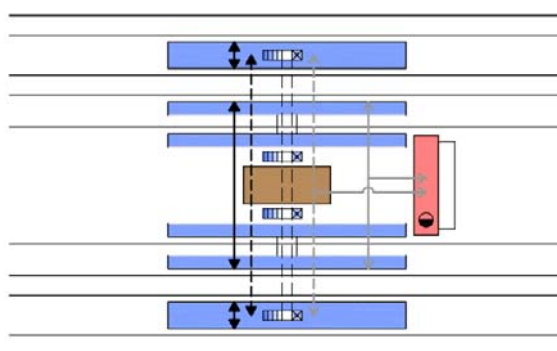
2.5 Klasifikace podle charakteru železniční stanice – uspořádání nástupišť

Úroňová nástupiště (viz obr. 2.10 a 2.11) – stanice je vybavena výhradně nástupišti s výškou do 200 mm nad TK, resp. 250 mm nad TK. Přístup cestujících na nástupiště je vždy řešen v úrovni koleje.

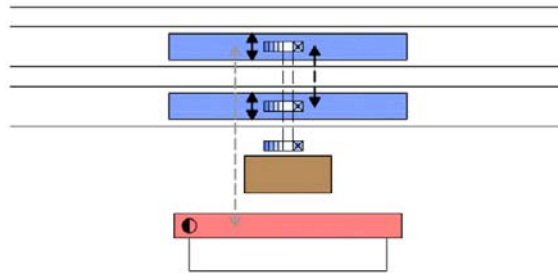
Poloperonizace (viz obr. 2.12 a 2.13) – v kolejové skupině přiléhající místu přestupu je stanice vybavena nástupišti konstruovanými s výškou do 200 mm nad TK, resp. 250 mm nad TK, v odlehle skupině je vybavena výhradně nástupišti konstruovanými s výškou 550 mm nad TK. V kolejové skupině přiléhající místu přestupu je přístup na nástupiště řešen vždy úroňově, v odlehle skupině je řešen vždy mimoúroňově.



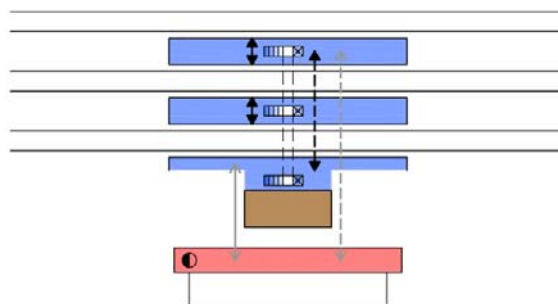
Obrázek 2.12: Uspořádání nástupišť – poloperonizace



Obrázek 2.13: Uspořádání nástupišť – poloperonizace s výpravní budovou v ostrovní poloze



Obrázek 2.14: Uspořádání nástupišť – peronizace bez vnějšího nástupiště na straně přilehlé k přestupu

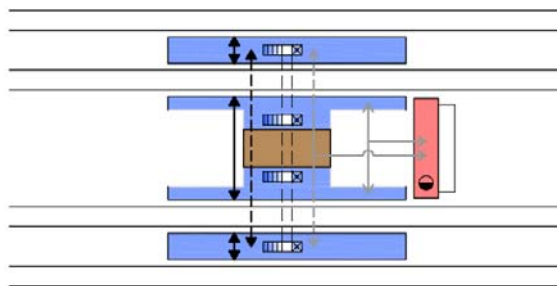


Obrázek 2.15: Uspořádání nástupišť – peronizace s vnějším nástupištěm na straně přilehlé k přestupu

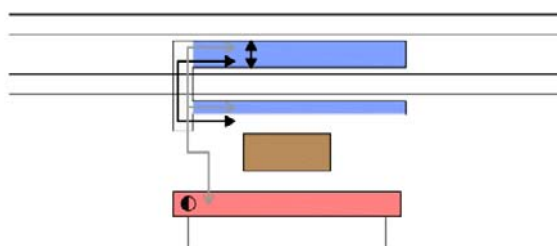
Peronizace – bez vnějšího nástupiště na straně přilehlé k přestupu (viz obr. 2.14) – stanice je vybavena výhradně nástupišti konstruovanými s výškou 550 mm nad TK. Přístup cestujících na nástupiště je vždy řešen mimoúrovňově. U koleje nejbližší místu přestupu není situováno vnější nástupiště (v žádném případě není umožněn přestup hrana–hrana).

Peronizace – s vnějším nástupištěm na straně přilehlé k přestupu (viz obr. 2.15 a 2.16) – stanice je vybavena výhradně nástupišti konstruovanými s výškou 550 mm nad TK. Přístup cestujících na nástupiště je řešen mimoúrovňově. U koleje nejbližší místu přestupu je situováno vnější nástupiště (v zásadě je umožněn přestup hrana–hrana).

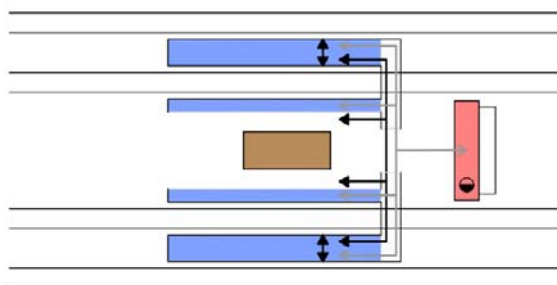
Poloostrovní nástupiště (viz obr. 2.17 a 2.18) – stanice je vybavena výhradně nástupišti konstruovanými s výškou 550 mm nad TK, příp. 380 mm nad TK. Přístup cestujících na nástupiště je vždy řešen v úrovni kolejí, tzv. centrálním přechodem. Uvažuje se srovnatelný vliv nástupišť vnějších jako ostatních.



Obrázek 2.16: Uspořádání nástupišť – peronizace s výpravní budovou v ostrovní poloze



Obrázek 2.17: Uspořádání nástupišť s poloostrovními nástupišti



Obrázek 2.18: Uspořádání nástupišť s poloostrovními nástupišti a s výpravní budovou v ostrovní poloze



Obrázek 3.1: Přestupní vazba hrana–hrana

2.6 Klasifikace podle bezbariérovosti přestupu

Bezbariérový – stavební řešení v celém uzlu nevystavuje zdravotně či tělesně postiženého cestujícího při přestupu nutnosti překonávání žádných fyzických překážek, resp. způsob překonání všech existujících bariér odpovídá příslušným zásadám pro bezbariérovou dopravu.

Bariérový – stavební řešení v celém uzlu neumožňuje zdravotně či tělesně postiženému cestujícímu přestup bez překonávání fyzických bariér nebo překážek.

Pouze částečně bezbariérový – Stavební řešení nevystavuje zdravotně či tělesně postiženého cestujícího nutnosti překonávání žádných fyzických bariér nebo překážek pouze při přestupu z/na některá nástupiště.

3 Praktické příklady přestupních vazeb

Ve skutečných přestupních terminálech se lze setkat s mnohými variantami přestupní vazby, jejichž příklady jsou uvedeny dále.

Hrana–hrana (viz obr. 3.1) – těsná přestupní vazba vyznačující se nejkratší překonávanou vzdáleností mezi jednotlivými druhy dopravy a nulovým počtem překonávaných ztracených spádů. Jedna hrana nástupiště je určena pro zastavování vlaků, na odvrácené straně se nacházejí stanoviště návazné VHD. Limitujícím prvkem je délka nástupiště, kde musí alespoň částečně mezi sebou korespondovat délka vlaků a součet délek potřebného počtu stání návazné VHD. Toto uspořádání je vhodné zejména pro železniční zastávky a také pro železniční stanice s menší intenzitou provozu, kde je možné vlaky přistavovat k nástupní straně u výpravní budovy. Ideální je pro tuto přestupní vazbu jednokolejná železniční trať.

Hrana–hrana jednosměrná – polotěsná přestupní vazba vyznačující se nejkratší překonávanou vzdáleností mezi jednotlivými druhy dopravy a nulovým počtem překonávaných ztracených spádů v jednom přepravním směru, tj. v tom směru, ve kterém vlaky přijíždějí k nástupišti u výpravní budovy. Zde je opět jedna hrana nástupiště určena pro zastavování vlaků, na opačné straně se nacházejí stanoviště návazné VHD. V opačném přepravním směru, tj. u vlaků zastavujících u ostrovního nástupiště, musí cestující využívat k příchodu podchod a překonávat tak ztracený spád.

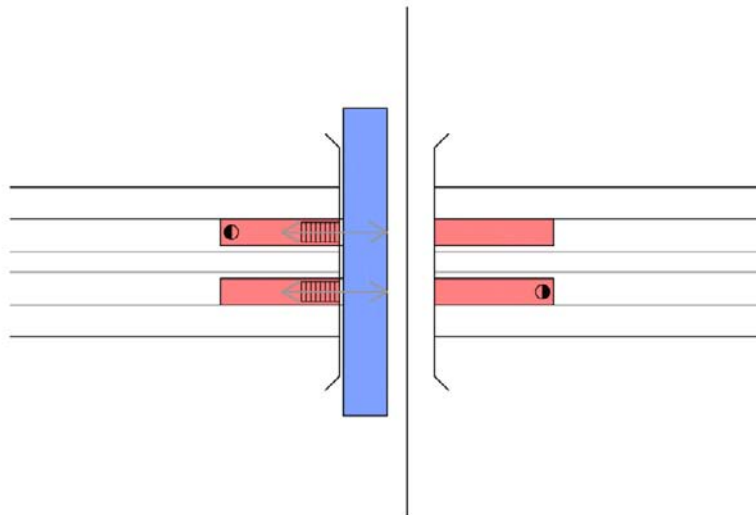
Vazba u poloperonizované stanice – tato polotěsná vazba přichází v úvahu tehdy, jestliže má stanice úrovněová nástupiště v kolejové skupině k výpravní budově přilehlé a ostrovní nástupiště ve skupině odlehlé. V železniční síti ČR patří stále k obvyklým příkladům. Výhodou tohoto řešení jsou snížené náklady v porovnání s peronizací, z hlediska přestupu je s ohledem na absenci ztracených spádů z přilehlé kolejové skupiny také příznivější. V téže skupině není ovšem zajištěn bezbariérový přístup do kolejových vozidel se sníženým nástupním prostorem a dochází také k poklesu propustnosti stanice s ohledem na bezpečnost cestujících.

Vazba u peronizované stanice – volná přestupní vazba typická pro větší železniční stanice. Cestujícím slouží nejčastěji dvě ostrovní a jedno (výjimečně dvě) vnější nástupiště, vše s výškou 550 mm nad temenem kolejnice (TK). Výhodami tohoto uspořádání je zejména bezpečnost pro cestující, pohodlný nástup do vlaků a vyšší propustnost stanice (není omezena pohyby cestujících přes koleje). K nevýhodám naopak patří ztracený spád pro cestující (s výjimkou přestupu na návaznou VHD z vnějšího nástupiště, nebo v případě umístění stanoviště nad/pod úrovní stanice), vysoké náklady na výstavbu a značný zábor plochy. Při vhodném stavebním uspořádání přednádraží je umožněn z vnějšího nástupiště přímý přestup hrana–hrana mezi vlakem a návaznou VHD. V rámci přestupu mezi vlaky též lze, přistaví-li se k jednomu nástupišti, vytvořit přestup hrana–hrana.

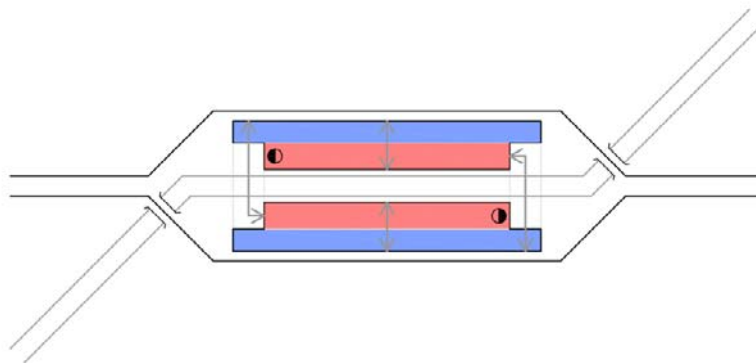
Vazba u stanice s poloostrovními nástupišti – poloostrovní nástupiště se stala v posledních letech oblíbenou a rozšířenou možností výrazného kvalitativního vylepšení žel. stanic především na regionálních drahách a celostátních jednokolejných drahách s nižší intenzitou provozu. Jejich výhody byly prověřeny jak praktickým ověřovacím provozem, tak kupříkladu metodikou [3]. Při vhodném uspořádání přednádraží umožňují zřízení polotěsné přestupní vazby bez překonávání výškových rozdílů. Právě vzhledem k jejich absenci jsou vazby mezi všemi nástupišti a stanovištěm návazné VHD před výpravní budovou výrazně rychlejší, navíc s nižšími stavebními a provozními náklady a možností bezbariérového přístupu. Při vhodném stavebním uspořádání přednádraží je umožněn z vnějšího nástupiště přímý přestup hrana–hrana mezi vlakem a návaznou VHD. Je to ovšem za cenu snížení bezpečnosti a náročnější organizace provozu ve stanici (nejsou možné současné pohyby cestujících a vozidel přes centrální přechod). V rámci přestupu mezi vlaky lze, přistaví-li se k jednomu nástupišti, vytvořit přestup hrana–hrana.

Přestupní vazby u hlavové železniční stanice – v podmínkách České republiky netypické uspořádání přináší z hlediska přestupu cestujících několik zásadních výhod. Přestup je realizován bez výškových rozdílů, aniž by přitom docházelo k úrovněovému přecházení osob přes koleje. Vzdálenost pěšího přesunu je stejná ze všech kolejí a při vhodném uspořádání výpravní budovy je z větší míry ovlivněna pozicí cestujícího v soupravě. Vzhledem k absenci podchodů či nadchodů není řešení stavebně náročné. Nevýhodou je ovšem obtížnější organizace železničního provozu, z větší části je však řešitelná použitím vratných souprav. V rámci obecné klasifikace jde zpravidla o polotěsnou vazbu. Obdobných parametrů dosahují i železniční stanice s výpravní budovou umístěnou v ostrovní poloze mezi kolejištěm, kdy kolejiště a okolní terén se rozprostírá v různé výškové úrovni.

Vertikální vazby (viz obr. 3.2) – toto uspořádání patří k alternativním řešením polotěsné přestupní vazby s omezenou mírou možnosti svého zřízení. Předpokladem pro vybudování vertikálního přestupního bodu je umístění dopravní infrastruktury v rozdílných výškových



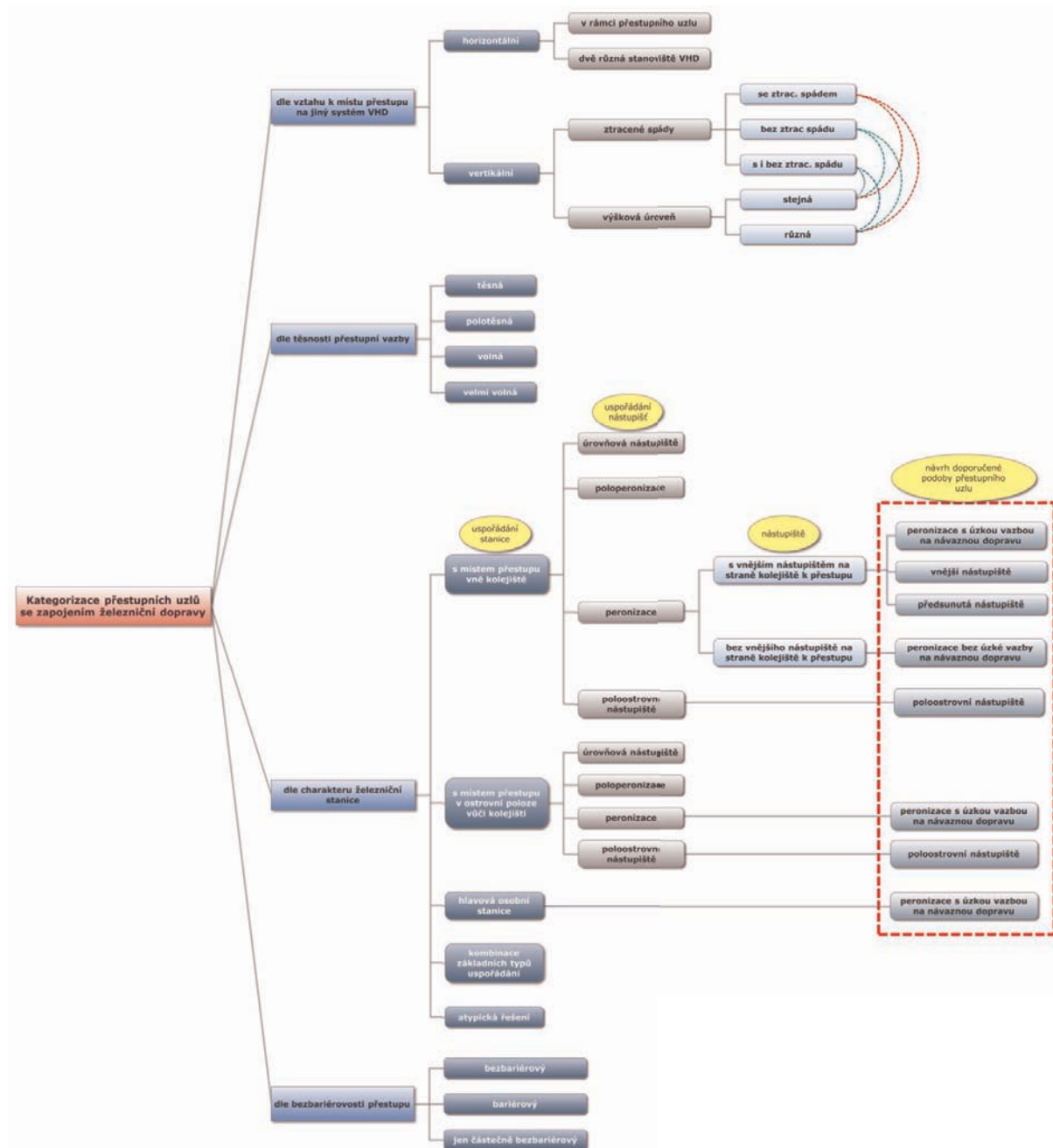
Obrázek 3.2: Vertikální přestupní vazba



Obrázek 3.3: Přestupní vazba u průpletového uspořádání

úrovních a její křížení. Jsou-li tyto podmínky splněny, pak je možné vytvořit pohodlnou přestupní vazbu, při níž sice cestující musí překonávat výškový rozdíl, nejedná se ale o ztracený spád a vazba se vyznačuje krátkou přestupní délkou. Vertikální vazba se zřizuje prozatím jen v zahraničí, nejčastěji jako přestup mezi železniční dopravou a MHD (v projektech již i v ČR).

Přestupní vazba u průpletového uspořádání (viz obr. 3.3) – i toto uspořádání patří k alternativním řešením s omezenou mírou možnosti svého zřízení. Předpokladem pro vybudování průpletového přestupního bodu je umístění dopravní infrastruktury v rozdílných výškových úrovních a odpovídající prostor plochy pro zřízení terminálu. Nejsou-li polohy dopravních módů v různých úrovních, pak mimoúrovňové křížení přináší výrazné zvýšení nákladů. Toto, byť atypické uspořádání, cestujícímu nabízí komfort přestupu hrana–hrana.



Obrázek 3.4: Kategorizační strom

4 Literatura k této části

- [1] HAVLENA, O., M. JACURA, T. JAVOŘÍK a L. TÝFA. Kategorizace přestupních uzlů se zapojením železniční dopravy. *Silnice železnice*. 2011, roč. 6, č. 5, s. P1-IX–P1-XI. ISSN 1801-822X.
- [2] HAVLENA, O., M. JACURA, T. JAVOŘÍK a L. TÝFA. Klasifikace přestupních vazeb mezi železnicí a navazující dopravou. In: *Verejná osobná doprava 2011*. Bratislava: Kongres STUDIO, 2011, s. 52–57. ISBN 978-80-970356-9-3.
- [3] TÝFA, Lukáš et al. *Moderní trendy v dispozičních a provozních úpravách regionálních dopravních uzlů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze (zpracovala Fakulta dopravní), 2010. ISBN 978-80-01-04520-6.

Část II

Metodický nástroj k určení optimálního uspořádání přestupního uzlu

5 Faktory ovlivňující podobu přestupního uzlu

Pohyb vozidel i cestujících a celková provozní technologie práce v přestupním terminálu je dána vstupními podmínkami. Jejich parametry se promítají jak do určení pořadí vjezdů vozidel a kapacity uzlu, tak do chování cestujících, čímž se rozumí rychlost výměny cestujících (tedy nástup a výstup), doba pěších přesunů mezi jednotlivými spoji (z toho následně plynoucí stanovená délka přestupní doby) a využití nástupišť pro pobytovou funkci (tj. vyčkávání cestujících na příjezd spoje již na příslušném nástupišti, nebo jejich přesun až při příjezdu vozidla/vlaku).

Právě pro návrh optimální podoby přestupního uzlu musí být nejprve stanoveny omezující, tzn. uspořádání formující podmínky. Jejich správné určení a následné vyhodnocení má nejvýznamnější vliv pro dimenzování a uspořádání přestupního uzlu a optimalizaci přestupního bodu, potažmo ideální funkci systému dopravní obsluhy území. Podmínky, tedy jejich splnění, se přenáší právě do algoritmu rozhodovací tabulky, který je popsán v kap. 6.3.

5.1 Popis jednotlivých faktorů

Mezi základní podmínky determinující podobu přestupního uzlu patří:

- **Druh a dispozice nástupišť** – ovlivňuje zejména propustnost uzlu (kupř. omezením průjezdné dopravy při nástupu a výstupu cestujících). Výsledným uspořádáním jsou tato koncepční řešení: úroňová nástupiště (nelze nově navrhovat), poloperonizace (nelze nově navrhovat), peronizace s vnějším nástupištem na straně přístupu z přednádraží, peronizace bez vnějšího nástupišť na straně přestupu z přednádraží, poloostrovní nástupiště, pouze vnější nástupiště, příp. atypické konstrukce. Úroňová nástupiště lze použít jako mimořádné (stísněné poměry) nebo dočasné řešení.
- **Délka a charakteristika přesunu v rámci přestupní vazby** – ovlivňuje stanovení výměry přestupní doby mezi jednotlivým spoji, je významným činitelem pro celkový dojem z přestupního uzlu mezi napájecími linkami a páteřním dopravním systémem, nebo mezi navazujícími spoji téhož druhu dopravy. Způsob překonávání ztracených spádů má nejvýznamnější vliv na výslednou průměrnou rychlost pěšího proudu. Dobu pěšího přesunu nejvíce ovlivňuje: vzdálenost mezi stanovišti jednotlivých spojů nebo více druhů dopravy, přímočarost (resp. klikatost) cesty, překonávané spády s důrazem na spády ztracené a propustnost přístupové cesty.
- **Uspořádání přednádraží a jeho prostorové možnosti** – prostorové možnosti přednádraží, požadavky na zařízení v přednádraží (přednádraží může být předdimenzované, v souladu s požadavky, nebo svou plochou v rozporu s požadavky – tzn. nepostačuje kladeným nárokům na počet autobusových zastávek, parkovišť atd.) jsou jednou z významných určujících charakteristik pro zřízení, či nezřízení přestupního bodu v konkrétním místě. Lze konstatovat, že v některých případech, kdy z hlediska lokačního se jeví

konkrétní železniční stanice jako ideální přestupní bod, ale z prostorových důvodů nelze vyhovující přestupní vazbu zřídit (ze stavebního hlediska) a neexistuje reálná možnost podmínky upravit (kupř. z důvodů majetkoprávních), je mnohdy výhodnější přestup uskutečnit v jiném tarifním bodě i za cenu krátkých souběhů dopravy.

- **Nutnost zřízení záchytných parkovišť** – záchytná parkoviště patří k jednomu z možností kombinace více druhů dopravy; umožňují používání v části trasy soukromých dopravních prostředků, v části navazující VHD. V posledních letech v ČR, západně od ČR již dříve, nabyt takový způsob hlavně u pravidelných cest na oblibě. K jeho výhodám patří kupř. odstranění problému parkování v centrech velkých měst, nahrazení docházkové vzdálenosti na zastávku prostředku hromadné dopravy a poměrně vysoké pohodlí. Tyto výhody pro cestující jsou doplněny i možnou výhodou dopravce nebo organizátora dopravy, jemuž odpadá potřeba zajistit svoz z obytných celků (často jde o tzv. satelitní obce vzniklé v důsledku suburbanizace), kde se toto z důvodu nízké poptávky po přepravě nevyplácí. Lze ale také konstatovat, že původní význam záchytných parkovišť byl přeceněn a v současnosti převládá názor, že jejich zřizování je smysluplné právě tam, kde neexistuje přiměřená nabídka VHD, tj. nejčastěji v oblastech s nízkou hustotou osídlení. Záchytná parkoviště zahrnují parkoviště typu P&R, B&R, případně K&R.

6 Metodika určení parametrů přestupního uzlu

6.1 Obecný popis

Na hlediska ovlivňující výslednou podobu terminálu a hlavně na jejich váhu – tedy míru významnosti pro konkrétní situaci při návrhu úprav stávajícího, či budování nového přestupního uzlu – existuje mnoho pohledů. Lze použít multikriteriální hodnocení, hodnocení na základě očekávaných rizik, rozhodovací stromy, vývojové diagramy, expertní odhad nebo posouzení a další metody. I přes skutečnost, že existuje množství softwarových nástrojů (kupř. Simulex), které se zabývají rychlostí pěších proudů zejména pro evakuaci osob z uzavřených prostor při mimořádných situacích (požár, hromadná nehoda atd.), není jich pro stanovení výsledků práce využito. Mezi stěžejní důvody tohoto rozhodnutí patří rozdílné výstupy jednotlivých softwarů a skutečnost, že nejsou přednostně určeny pro modelování situací v přestupních uzlech. Jejich smyslem je simulace situací při nehodách a následné evakuaci osob. S ohledem na možnosti využití metodiky je nejvýhodnější taková metoda, jež pojme co největší počet rozhodovacích hledisek a zároveň je uživatelsky přívětivá. Jednou z podmínek uživatelské přívětivosti je jednoduchost, a tak jako optimální rozhodovací metodu stanovil autor rozhodovací tabulky.

Rozhodovací tabulky [2] byly definovány zejména pro algoritmizaci úloh se složitým rozhodováním v oblasti zpracování hromadných dat. Jsou nástrojem k vyjádření komplexní logiky rozhodování relativně jednoduchým způsobem. V rozhodovacích tabulkách se postupně znázorňují variantní série činností, které se mají provést při různých kombinacích výchozích podmínek. Tabulky představují dokonalý nástroj pro definici, analýzu a dokumentaci problému, neboť umožňují:

- shrnout a vyjádřit komplexní logiku problému přehlednou a jednoznačnou formou
- znázornit logické alternativní směry činnosti při kombinaci všech možných podmínek, které v souvislosti s řešením problému mohou nastat
- usnadnit analýzu problému, jeho dokumentaci a efektivní vyjádření včetně snadného zavádění případných změn a úprav

Záhlaví rozhodovací tabulky	Záhlaví pravidel
1. Jaké jsou rozhodující podmínky řešení problému?	3. Jaké kombinace podmínek se mohou v praxi vyskytnout?
2. Jaký je požadovaný výčet činností pro řešení problému?	4. Které činnosti je nutno provést při jednotlivých kombinacích podmínek?

Tabulka 6.1: Schéma uspořádání kvadrantů rozhodovací tabulky

- uspořádat logiku vytvářeného systému způsobem, který umožní jeho snadné pochopení

Rozhodovací tabulky (RT) jsou nástrojem k vyjádření komplexní logiky rozhodování způsobem principiálně jednoduchým pro vypracování a porozumění. RT je definována ve formě čtyř kvadrantů, jejichž náplň je patrná z tab. 6.1 a z následujícího vysvětlení:

Kvadrant č. 1: Seznam podmínek zachycuje veškeré podmínky (předpoklady), které ovlivňují řešení problému a předurčují jeho možné varianty. Definování těchto podmínek je prvním krokem v řešení problému.

Kvadrant č. 2: Seznam činností obsahuje výčet konkrétních činností (akcí), které je třeba provést v rámci veškerých, v tabulce zachycených variant daného problému. Určení těchto činností je druhým krokem řešení problému pomocí RT.

Kvadrant č. 3: Kombinace podmínek zachycuje jednotlivé kombinace stavů podmínek, které jsou uvedeny v seznamu podmínek. Tento kvadrant je rozdělen na určitý počet sloupců, tzv. pravidel RT. Každé takovéto pravidlo je tedy jeden kompletní sloupec v pravé polovině tabulky, obsahující určitou kombinaci podmínek a tomu odpovídající následnou kombinaci činností. V praxi se pojmem pravidlo RT rozumí jedna z variant možných řešení daného problému. Postoupit do čtvrtého kvadrantu je možné tehdy, když jsou splněny všechny podmínky uvedené v pravidlu RT.

Kvadrant č. 4: Kombinace činností obsahuje v jednotlivých sloupcích zadání těch činností z druhého kvadrantu, které je nutné provést při výše uvedené kombinaci stavů příslušných podmínek.

6.2 Faktory zohledněné v metodice

Rozhodovací tabulky přistupují ke stanovení podoby přestupního terminálu ve dvou rovinách. Prvým hlediskem je podoba přestupní vazby, druhým výsledné doporučení uspořádání nástupišť v železniční stanici. Uvedený druhý faktor je podmíněn právě požadovanou přestupní vazbou, jelikož ne všechny základní koncepce umožňují uskutečnit příslušnou požadovanou formu přestupní vazby, která je výsledkem první rozhodovací roviny.

Rozhodujícími podmínkami řešení v první rovině, které vyvolávají určité uspořádání řešící problém přestupu cestujících mezi jednotlivými dopravními systémy, jsou:

- **Síla přestupní vazby** – význam přestupní vazby (výjimečný nebo pravidelný přestup) a její síla, tj. počet cestujících přemísťujících se mezi páteří a návaznou dopravou,

determinuje požadavky na podobu pěšího přesunu. Čím vyšší počet cestujících pravidelně využívajících přestupu mezi navazující a páteřní dopravou, tím větší důraz se má klást na co nejkratší cestu s minimem překonávaných (hlavně ztracených) spádů. Za slabou přestupní vazbu se považuje situace, kdy mezi vlaky a návaznou dopravou přestupují jednotlivci. Střední síla přestupní vazby odpovídá počtu 10–50 přestupujících cestujících. Silná přestupní vazba se uvažuje tehdy, je-li počet přestupujících cestujících v řádu několika desítek, pro potřeby metodiky definováno na více než 50 osob v jednom přestupujícím pěším proudu. Uvedené hodnoty nepředstavují zcela ostře ohraničený interval, vždy se musí přihlídnout k místním poměrům.

- **Výhledová velikost terminálu návazné VHD** – toto hledisko v součinnosti s prostorovými možnostmi přednádražního prostoru udává, zda je možné uskutečnit kupř. umístění zastávek návazné dopravy na odvrácené straně železničního nástupiště a z toho vyplývající přestup tzv. hrana–hrana, nebo přichází-li v úvahu pouze zbudování na plochu náročnějšího standardního autobusového stanoviště. Pojem standardní autobusové stanoviště se rozumí více stanovišť (obvykle od pěti) s rozličným uspořádáním a plošně několikanásobně náročnější než přestup tzv. hrana–hrana. Rozhodovacím kritériem jsou nároky na autobusové zastávky podélného stání (12 m délka autobusu a 3 m délka rozestupu mezi označníkem a zadním čelem autobusu na předešlé zastávce) a jejich součinnost s délkou nástupiště. Pro standardní přestup tzv. hrana–hrana jsou, jako přijatelný nejvyšší počet autobusových zastávek, celkem čtyři až pět stání (tzn. délka autobusové hrany společného nástupiště nepřesahující délku tří osobních vozů klasické stavby).
- **Jedno- či víceúrovňové uspořádání vzájemné polohy jednotlivých druhů dopravy** – vzájemná výšková poloha infrastruktury pro jednotlivé druhy dopravy podmiňuje možnost zřízení buď dvouúrovňové (vertikální), resp. víceúrovňové přestupní vazby, nebo přestupu v jedné výškové hladině.

Rozhodujícími podmínkami řešení v druhé – výsledné – rovině jsou výstupy prvotního pohledu doplněné o další kritéria, která vyplývají především z polohy a dispozice přestupního uzlu. Jedná se o:

- **Kategorie trati** – hledisko, které má prvotně určující charakter na možnosti uskutečnění některých úprav železničních stanic, protože ta musí být plně v souladu s platnou technickou normou a souvisejícími směrnici.
- **Počet traťových kolejí** – i tento faktor má obdobný účinek, jako předešlý, jelikož jednoznačně vylučuje nebo povoluje použitelnost variantních řešení. Je-li železniční stanice umístěna na dvou- a více kolejné trati, pak zřízení poloostrovního nástupiště není obvykle vhodným řešením.
- **Průjezdná doprava** – vzhledem k tomu, že průjezdná doprava nemá být omezována pěšími proudy vedenými po centrálním přechodu (a odstranění bodů křížení mezi průjezdnou dopravou a pěšími proudy je možné v zásadě jen průjezdem odbočkou, což opět není optimální možnost), není vhodné při její existenci užití poloostrovních nástupišť.
- **Délka vlakových souprav** – i tento faktor má velký význam při navrhování uspořádání nástupišť v železniční stanici. Tehdy, když délka vlaku jsou čtyři a více vozů klasické

stavby, z čehož vyplývá, že cestující vystupující z nejbližších dveří musí k přechodu vykonat cestu delší jak 1 min., není příliš vhodné poloostrovní uspořádání s centrálním přechodem. Centrální přechod se totiž umístí uje zásadně na odjezdové vlakové cestě, leží tedy před čelem hnacího vozidla. Přestupní doba je pak neúměrně prodlužována právě o dobu přesunu cestujících podél vlaku a i pro cestujícího se snižuje atraktivita hromadné dopravy. Naopak vstup do podchodu lze zřídit podstatě na libovolném místě nástupiště.

- **Požadovaná podoba přestupní vazby** – výstup plynoucí z první roviny rozhodovací se dostává do souladu, nebo rozporu, s ostatními hledisky.
- **Celková funkčnost terminálu** – pod tímto hlediskem, zdánlivě neuvedeným v rozhodovacích tabulkách, se skrývá výsledek kombinace všech zohledňovaných parametrů. Na přestupní terminál nelze hledět jen z jednoho úhlu pohledu a i dvě základní kritéria by byla bezesporu nedostatečnou podporou pro rozhodování. Právě funkčnost terminálu má za důsledek nejednoznačnost některých sloupců ve čtvrtém kvadrantu RT, protože jakýkoli výsledek kombinace rozhodujících podmínek se při projekčním návrhu musí podřídit reáliím právě jedné konkrétní zvažované lokality tak, aby výsledkem byl terminál vyhovující požadavkům provozu, bezpečnosti a cílovému uživateli – cestujícímu. Mezi těmito třemi pilíři, na nichž stojí uspořádání terminálu, netřeba hledat váhy, neboť právě v optimálním funkčním terminálu hromadné dopravy je podíl jejich spolupůsobení rovnocenný. A jestliže by bylo nezbytné určit nejdůležitější kritérium, pak tato metodika se kloní jednoznačně k tomu, že v současnosti, více než kdy jindy, stojí v popředí právě celkový dojem pro uživatele terminálu. Jestliže to ostatní okolnosti umožňují, má být tento faktor zohledněn, avšak s ohledem na respektování požadavků provozu.

6.3 Výsledné rozhodovací tabulky

Výběr co nejvýhodnějšího uspořádání je náročný proces, při kterém se musí zohlednit co nejvíce kritérií. **Určení způsobu uspořádání je ideální provést ve dvou rovinách: Nejprve se stanoví charakter optimálního uspořádání přestupu, následně v kombinaci s tímto parametrem se na základě dalších hledisek určí výsledná podoba přestupního uzlu.** Aplikace rozhodovacích tabulek je uvedena v kap. 7, u každého návrhu je uveden výsledný sloupec rozhodovací tabulky, který co možná nejvíce vyhovoval všem kladeným požadavkům.

Standardní rozhodovací tabulky obvykle ke kombinaci podmínek přiřazují jen jedno řešení problému, které uspokojí požadované podmínky. Vzhledem k tomu, že výsledná podoba terminálu odráží místní podmínky a důležitá je celková funkčnost, metodika užívá systému modifikovaných rozhodovacích tabulek. Ta tkví právě v možnosti více nabízených řešení při jedné kombinaci podmínek. Výsledné rozhodnutí je pak na zpracovateli, u kterého se předpokládá znalost prostorových možností, současných i výhledových provozních požadavků a převažujících potřeb cestujících. Druhou modifikací, která byla navržena za účelem zjednodušení, je skupinové „ano“, tzn. situace průniku vyjádření platnosti podmínky pro více sloupců. Tím došlo ke snížení počtu sloupců v tabulce o více jak deset.

V tabulkách se pro úspornost zápisu a jeho jednoduchost užívá těchto symbolů:

- A** – ano, tzn. vyjádření platnosti podmínky
- N** – ne, tzn. vyjádření neplatnosti podmínky
- X** – výběr, tzn. označení varianty splňující podmínky

V – výjimečný výběr, tzn. označení varianty sice splňující podmínky, ale s ohledem na platné normativní podmínky použitelné jen ve výjimečných odůvodněných případech

Rozhodovací tabulka I. úrovně (tab. 6.2) přiřazuje, na základě výhledové síly přestupní vazby a prostorových možností přednádraží, nejvýhodnější podobu přestupu (viz kap. 2.3). Je-li přestupní vazba slabá, pak není problémem zřízení vzdálené zastávky i několik desítek metrů od výpravní budovy. Jen v případě, kdy to nevyvolá zbytečný závlek trasy linky návazné dopravy, doporučuje se zřízení některé z progresivních forem přestupu (kupř. tzv. hrana–hrana). Naopak pro střední i vysokou sílu přestupní vazby je doporučováno co nejtěsnější umístění obou druhů dopravy v závislosti na prostorových možnostech přednádraží. U silné přestupní vazby při jejím rozptýlení do více návazných linek, z čehož je odvislý požadavek na zřízení šesti a více stání, je z provozních důvodů a vzhledem k prostorovým nárokům obvykle jediné možné řešení zřízení samostatného autobusového nádraží (v poloze před výpravní budovou s teoretickou možností aspoň částečné vazby tzv. hrana–hrana, nebo v oddálené poloze).

Rozhodovací tabulka je rozdělena do několika sektorů:

sektor I.A – povaha přestupující frekvence cestujících: Vybírá se z nabízených možností varianta nejlépe vystihující počet pravidelně přestupujících cestujících mezi jednotlivými spoji VHD.

sektor I.B – prostorové požadavky návazné dopravy: Výběr jedné ze tří nabízených variant odpovídá předpokládanému požadovanému počtu stání VHD navazující na železniční dopravu.

sektor I.C – prostorové možnosti přednádraží: V tomto sektoru uživatel tabulky volí tu možnost, která co nejlépe vystihuje prostorové možnosti přednádraží z pohledu jeho využití pro stanoviště návazné VHD.

sektor I.D – výstup z rozhodovací tabulky I. úrovně: Výstupem I. úrovně rozhodovacího procesu jsou doporučení pro podobu upřednostňované přestupní vazby.

Rozhodovací tabulka II. úrovně (tab. 6.3) kombinuje podmínku plynoucí jako závěr z tabulky I. úrovně, tzn. optimální podobu přestupu, s kategorií železniční trati i požadavky provozu ve střednědobém časovém výhledu. Z tabulky vyplývá několik důležitých skutečností. Nachází-li se železniční stanice na vybrané síti drah, pak je přijatelnou alternativou pouze peronizace, ve výjimečných případech lze na základě posouzení místních podmínek zřízení poloostrovních nástupišť. Jako univerzální řešení pro dvoukolejné trati při požadavku těsného přestupu, tj. tzv. hrana–hrana, se jeví vybudování předsunutých nástupišť (jsou ale zcela nevhodná při pravidelném předjíždění vlaků). Větší variabilitu výstupů uspokojujících požadavky již lze nalézt na jednokolejných tratích mimo evropský železniční systém, kde přichází v úvahu větší míra zohlednění výstupů z I. rozhodovací úrovně.

Rozhodovací tabulka je rozdělena do několika sektorů:

sektor II.A – parametry trati: Provádí se výběr z kritérií, jež jsou z pohledu zařazení dráhy a počtu trat'ových kolejí omezující pro stanovení výsledné podoby kolejové části přestupního uzlu.

sektor II.B – provozní parametry: Provozní hlediska, která omezují vhodnost použití buď uspořádání nástupišť v železniční stanici, nebo v zásadě znemožňují některou z variant přestupu.

sektor	forma přestupní vazby –úroveň I	I	II	III	IV	V	VI	VIa	VII	VIII	IX	X	XI
I.A	slabá přestupní vazba	A	A										
	střední přestupní vazba			A	A	A	A	A					
	silná přestupní vazba								A	A	A	A	A
I.B	potřeba do 2 stání VHD	A	A	A	A				A	A	A		
	potřeba do 5 stání VHD					A	A	A				A	A
	potřeba 6 a více stání VHD												
I.C	vyhovující plocha přednádraží		A			A	A	A		A		A	A
	nevyhovující plocha přednádraží	A					A				A	A	
	dopravní systémy se kříží ve více úrovních			A	A				A				
I.D	těsná přestupní vazba		X			X				X			
	polotěsná přestupní vazba		V	X	X				X				
	volná přestupní vazba						V	X			X		X
	velmi volná přestupní vazba	X	V	V			X				V	X	

Tabulka 6.2: Rozhodovací tabulka I. úrovně

sektor II.C – těsnost vazby: Přenáší se výstupy z rozhodovacího procesu první úrovně (RT I, sektor I.D).

sektor II.D – podoba železniční stanice ve vazbě na doporučenou přestupní vazbu: Závěrečná doporučení – praktický výstup rozhodovacího procesu – co nejvhodnějšího uspořádání železniční stanice, která je jádrem přestupního uzlu, tak, aby byla splněna kritéria z předchozích sektorů.

6.4 Možná uspořádání přestupního uzlu jako výstup rozhodovacích tabulek

Možná uspořádání přestupního uzlu v souladu s výstupem rozhodovacích tabulek (RT II, sektor II.D):

Peronizace bez úzké vazby s návaznou dopravou – obvyklé uspořádání pro železniční stanice na dvoukolejných tratích a u velkých železničních uzlů. Pro své vlastnosti, kupř. mimoúrovňový přístup na všechna nástupiště, rozmístění vlaků u několika ostrovních nástupišť současně, neumožňuje vhodnější než volnou přestupní vazbu. V souvislosti s rostoucím počtem potřebných nástupních hran a s tím související narůstající délkou pěšího přesunu při přestupu vyvolává plná peronizace přestupní vazbu velmi volnou.

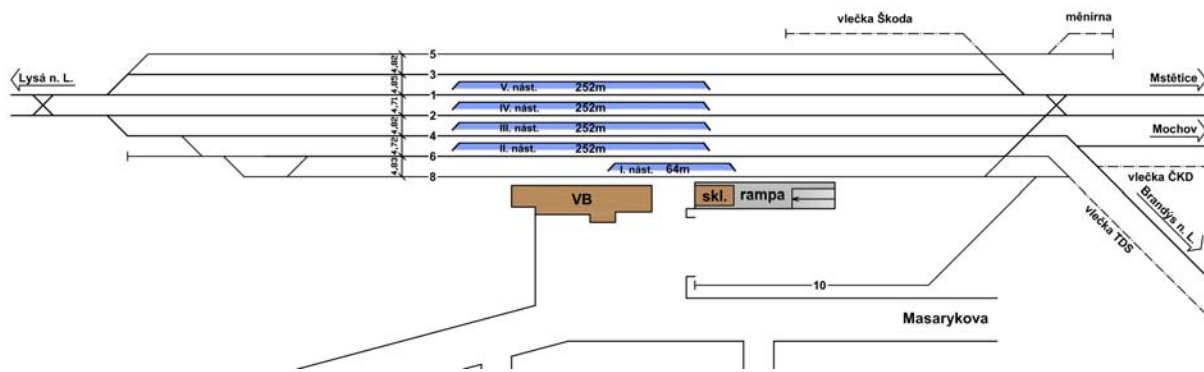
Peronizace s úzkou vazbou na návaznou dopravu – je umožněna v menších, zpravidla mezilehlých, přípojných, příp. odbočných železničních stanicích. Typickým znakem je využívání vnějšího nástupiště u výpravní budovy doplněné o jedno ostrovní nástupiště. Z pohledu přestupní vazby je výhodné zřízení nulté předjízdny koleje u ostrovního nástupiště. V těchto případech lze zřídit aspoň v jednom směru přestupní vazbu těsnou (tzv. hrana–hrana u vnějšího nástupiště) a ve druhém polotěsnou.

Poloostrovní nástupiště – velmi výhodné především na regionálních drahách a jednokolejných celostátních drahách. Vhodné navázání centrálního přechodu na přednádraží zaručuje polotěsnou přestupní vazbu. Je-li poloostrovní nástupiště doplněno vnějším nástupištěm, vzniká možnost aspoň jedné těsné přestupní vazby.

Vnější nástupiště – u železničních stanic s požadavkem na nejvýše dvě nástupní hrany umožňuje toto uspořádání, při optimální konfiguraci přednádraží v místě uprostřed mezi vnějšími nástupišti, těsnou přestupní vazbu.

Předsunutá nástupiště – jestliže se nepředpokládá v železniční stanici buď pravidelné předjíždění, nebo křížování vlaků, nabízí se možnost vysunout nástupiště do prostoru mimo kolejové rozvětvení (at' v obvodu železniční stanice, nebo na širé trati). Poté není problematické zřízení těsné přestupní vazby. Totéž platí pro zřizování přestupních uzlů u železničních zastávek.

Atypické konstrukce – zde se jedná o úpravy přestupních bodů vyvolané nestandardními místními podmínkami, jedním z příkladů je realizace vertikální přestupní vazby při křížení dvou dopravních systémů ve více výškových úrovních. Nejsou-li zařízení pro nástup/výstup cestujících příliš vzdálena a jsou-li (v optimálním případě) přímo nad sebou, pak je možné uvažovat přestupní vazbu těsnou nebo polotěsnou.



Obrázek 7.1: Přestupní uzel Čelákovice – současný stav

7 Aplikace metodiky na přestupní uzel tvořený stanicí Čelákovice

7.1 Popis přestupního uzlu tvořeného stanicí Čelákovice

Železniční stanice Čelákovice je z hlediska polohy na železniční síti stanicí přípojnou – plní funkci mezilehlé stanice pro trať Praha – Lysá nad Labem a je přípojnou stanicí pro trati Čelákovice – Neratovice a Čelákovice – Mochov (t. č. bez pravidelné osobní dopravy). V železniční stanici se nachází pět úrovnových nástupišť se zpevněnou nástupní hranou konstrukce Tischer. Nástupiště č. I o délce 64 m je umístěno u koleje č. 6, nástupiště č. II o délce 252 m u koleje č. 4, nástupiště č. III o délce 252 m u koleje č. 2, nástupiště č. IV o délce 252 m u koleje č. 1 a nástupiště č. V o délce 252 m je umístěno u koleje č. 3. Nástupiště č. I slouží pouze pro vlaky směr Brandýs nad Labem a Neratovice, čemuž odpovídá i jeho délka – vlaky jsou zde tvořeny sólo motorovým vozem ř. 810 doplněným výjimečně o jeden vůz řady Btax. Ostatní nástupiště slouží pro vlaky směr Praha a Lysá nad Labem, v pravidelném provozu se využívají jen nástupiště č. III a č. IV, nástupiště č. II je využíváno v případě neplnění GVD, kdy zastavující vlak kategorie Os je předjížděn vlakem projíždějícím. Nástupiště č. V se používá zcela mimořádně (výluky staničních kolejí apod.). Výška nástupních hran je 200 mm nad TK. Přístup pro cestující na všechna nástupiště je zajištěn úrovnovými přechody, nástupní hrany jsou v místech přechodů sníženy na úroveň temene kolejnice. K vyčkávání cestujících na příjezd vlaku slouží zejména čekárna uvnitř výpravní budovy a krytá veranda o rozloze přibližně 30 m².

Na přelomu srpna a září roku 2010 proběhla v přednádraží investiční akce mající za cíl celkovou úpravu autobusových zastávek a vytvoření parkoviště. Bohužel nebyl využit potenciál, který nabízí tato plocha, došlo jen k vybudování nových zálivů, zkrácení manipulační koleje č. 10 a do uvolněného prostoru části bývalé volné skládky bylo umístěno parkoviště. Prostor byl osázen zelení, což je asi největší přínos celé úpravy. Zastávkové zálivy délkově odpovídají pouze na jeden autobus, přestože se zde pravidelně sjíždějí vozy dvou linek. Prostor pro manipulaci vozidel končící linky nebyl vytvořen, autobusy stále využívají nevyužívanou volnou skládku. Zřízené parkoviště navíc ještě ztížilo manévry autobusů najíždějících z odstavné plochy do zastávek. Přechod přes komunikace je řízen světelným signalizačním zařízením, lze ale očekávat, že při přestupu cestujících bude zdrojem skoronehod a vlastních nehodových situací. Vzhledem k tomu, že existuje silný přepravní proud Čelákovice – Praha (pravidelné denní dojíždění za prací a do škol) a rovněž přestupní vazba mezi vlaky a i mezi vlaky a

autobusy není zanedbatelná, nelze původní ani stávající situaci považovat za vyhovující jak z hlediska komfortu, tak z hlediska bezpečnosti cestujících.

Význam stanice dokreslují údaje o nástupu a výstupu cestujících: Špičková nástupní frekvence v ranní přepravní špičce do osobních vlaků směr Praha dosahuje přes sto cestujících na vlak, dle průzkumu frekvence Českých drah, a.s., z dubna 2009 byla nejvyšší hodnota u vlaku Os 2204, a to 190 cestujících. V opačném směru je situace obdobná, byť rozdělení cestujících je plošší, tzn. celková špičková frekvence se rozkládá do více vlaků. Největší výstup v žst. Čelákovice, dle téhož sčítání cestujících, se odehrával u vlaku Os 9451 a celkem vystupovalo z vlaku 169 cestujících. V současnosti je k železniční stanici svedena návazná autobusová doprava čítající linky Pražské integrované dopravy č. 405 Brandýs n. L.-Stará Boleslav – Čelákovice – Úvaly a č. 443 Čelákovice – Sadská. Další významná linka č. 412 Čelákovice – Mochov – Český Brod – Kouřim a linka č. 427 Čelákovice, TOS – Vyšehořovice – Poříčany k železniční stanici nezajíždějí a využívají zastávku Čelákovice, nám. Zejména u linky č. 412, která částečně nahrazuje vazbu na Mochov za železniční trať, na níž již dnes není objednávána osobní doprava, je umístění zastávky na náměstí – nyní plynoucí z prostorových podmínek přednádraží – diskutabilní. Závěrem lze bohužel konstatovat, že úpravy přednádraží provedené v září 2010 i přes vynaložené prostředky nepřinášejí cestujícímu výraznější zlepšení a neumožňují vytvoření plnohodnotného přestupního uzlu mezi nosným a návozným druhem dopravy v Pražské integrované dopravě.

7.2 Vlastní aplikace metodiky na přestupní uzel tvořený stanicí Čelákovice

Po zvážení všech souvisejících hledisek, kde mezi nejvýznamnější patří: přípojná stanice na dvoukolejně trati (plní funkci mezilehlé stanice pro trať Praha – Lysá n. L.), výjimečná nakládka a vykládka, vysoký počet projíždějících vlaků, významná přestupní vazba, prostor přednádraží s dostatečně velkou volnou plochou a provoz zajišťovaný vlaky sestávající ze zdvojených elektrických jednotek (event. motorových vozů na přípojně trati Čelákovice – Neratovice) byly jako rozhodující stanoveny tyto sloupce rozhodovacích tabulek:

rozhodovací úroveň I – sloupec V

rozhodovací úroveň II – sloupec E

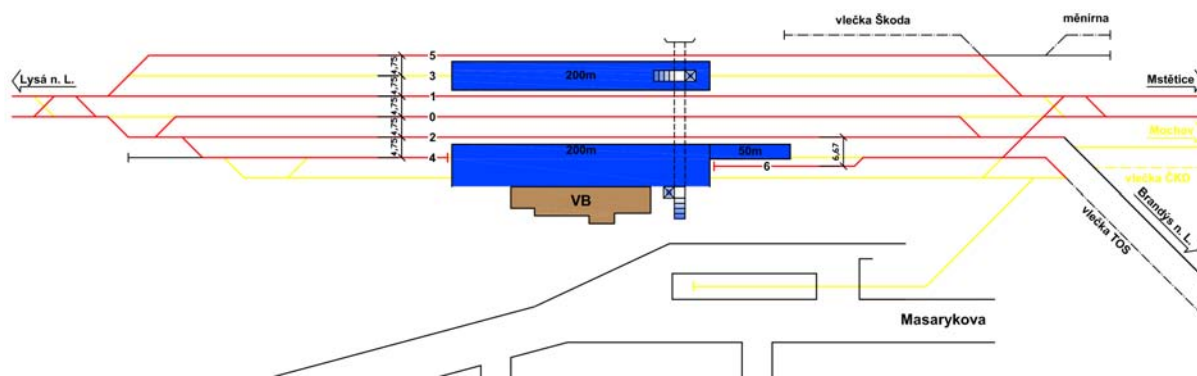
Výstupem RT je tak průnik sloupce V a podmínek variant uspořádání RT II/II.D – závěrem rozhodovacího procesu je doporučení vybudovat zde peronizaci s úzkou vazbou na návaznou dopravu nebo předsunutá nástupiště, jež však s ohledem na místní poměry nepřicházejí v úvahu. Postup použití rozhodovacích tabulek pro popisovaný konkrétní příklad je naznačen na obr. 7.2.

Na základě uvedeného výstupu RT je nejvhodnější doposud netradiční řešení, a to vložení sudé předjízdny koleje mezi hlavní dopravní koleje – viz dopravní schéma na obr. 7.3. To umožní pravidelné zajíždění zastavujících vlaků kategorie Os přímo před výpravní budovu, u níž je zřízeno vnější nástupiště s návazností na prostor přednádraží – viz schéma na obr. 7.4. Mezi upraveným přednádražním prostorem se zastávkami navazujících autobusových linek Pražské integrované dopravy a nástupiště směr Praha tak vznikne přímá bežešvá přestupní vazba tzv. hrana–hrana. V liché kolejové skupině je mezi hlavní a předjízdnu kolejí ostrovní nástupiště napojené na průběžný podchod pod železniční stanicí. Tato varianta je z pohledu zařízení pro cestující a přestupních vazeb nejvýhodnější, její nevýhodou je v případě předjíždění ve směru ku Praze jízda nezastavujícího vlaku odbočkou na obou zhlavích. Součástí návrhu je i změna uspořádání přednádražního prostoru, k jejímž hlavním prvkům patří:

sektor	forma přestupní vazby – úroveň I	I	II	III	IV	V	VI	VIa	VII	VIII	IX	X	XI
vstup	I.A	slabá přestupní vazba	A	A	A								
		střední přestupní vazba				A	A	A					
		silná přestupní vazba							A	A	A	A	A
	I.B	potřeba do 2 stání VHD	A	A	A				A	A	A		
		potřeba do 5 stání VHD					A						
		potřeba 6 a více stání VHD						A	A				A
výstup	I.C	vyhovující plocha přednádraží		A			A		A		A		A
		nevhovující plocha přednádraží	A						A			A	A
		dopravní systémy se kříží ve více úrovních			A	A				A			
	I.D	těsná přestupní vazba		X			X				X		
	polotěsná přestupní vazba		V	X	X				X				
	volná přestupní vazba						V	X			X	X	
	velmi volná přestupní vazba	X	V	V			X				V	X	

sektor	uspořádání stanice – úroveň II	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
vstup	II.A	trati mezin. významu		A	A	A												
		ost. celostátní dráhy				A	A	A	A	A	A	A	A					
		regionální dráhy												A	A	A	A	A
		jedna traťová kolej		A	A	A			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
		2 a více trať. kolejí					A	A	A									
		bod bez kolejového rozvětvení	A															
vstup		bod s kolej. rozvětvením		A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	II.B	průjezdná doprava	A		A		A		A					A				
		pravidelné křížování		A		A		A			A	A	A		A			A
		dlouhé vlak. soupr.			A		A			A							A	
	křížovatkové nebo uzlové stanice						A										A	
výstup	II.C	těsná přestupní vazba			A	A					A			A	A			
		polotěsná přestupní											A					A
		volná přest. vazba	A					A	A								A	
		velmi volná přestupní vazba		A						A			A		A	A		
výstup	II.D	peronizace bez úzké vazby s návaz. dopr.		X			X	X	V	V		V	V				V	V
		peronizace s úzkou vazbou na návaznou dopravu				X	X	X	V	X	X		X					X
		poloost. nástupiště							V	V	V	X	X	V	X	V	X	
		vnější nástupiště	X		X						X			X	X	V		
	předsunutá nástupiště			X	X										X			

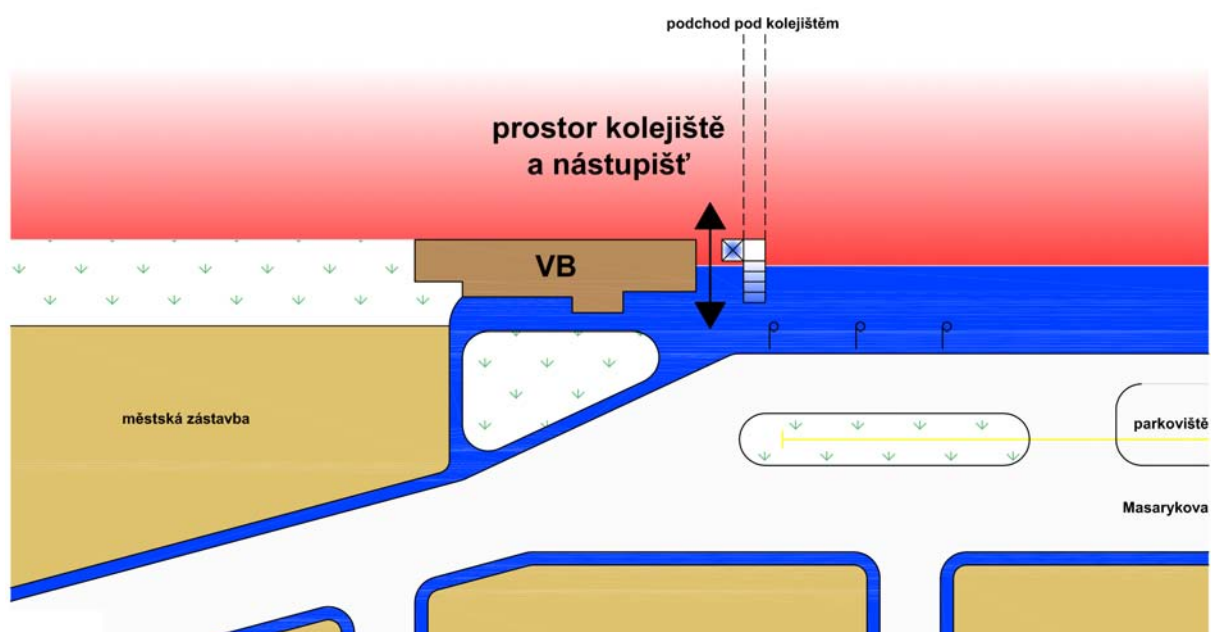
Obrázek 7.2: Přestupní uzel Čelákovice – aplikace rozhodovacích tabulek



Obrázek 7.3: Přestupní uzel Čelákovice – návrh modernizace kolejiště – dopravní schéma

- svedení všech linek v obou směrech do prostoru před výpravní budovu
- zřízení jazykového nástupiště pro vlaky směr Brandýs n. L. a Neratovice, které navazuje na vnější nástupiště č. I před VB – tím byla jednak vytvořena přestupní vazba tzv. hrana–hrana pro relaci od Lysé n. L. do Neratovic, a jednak ve stanici vznikla dlouhá nástupní hrana (250 m)
- vyústění podchodu do prostoru autobusových stanišť
- v prostoru volné skládky zřízení parkovišť P&R, B&R a prostoru pro manipulaci autobusů končících linek

Předkládané uspořádání umožní jednak vazbu „hrana–hrana jednosměrná“, odstraní křížení přestupujících cestujících a jízdních pruhů pozemní komunikace a umožní i svedení autobusové linky č. 412 do prostoru před výpravní budovou. Vznikne tak přestupní uzel kvalitativně srovnatelný s řešeními obvyklými například v sousedním Německu. V takto upraveném přestupním terminálu bude činit nejkratší doba přestupu mezi staništi autobusů a vlakem při vazbě hrana–hrana 1 min (předpokládaná doba chůze 10 s), mezi autobusy a vlaky na ostrovním nástupišti 3 min (předpokládaná doba chůze 60 s), mezi vlaky linky S2 a tratí Čelákovice – Neratovice 3 min (předpokládaná doba chůze 45 s).



Obrázek 7.4: Přestupní uzel Čelákovice – návrh modernizace

8 Literatura k této části

- [1] JACURA, Martin. *Dopravní obslužnost území*. Praha: 2010. Doktorská disertační práce (Ph.D.). ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů.
- [2] TAUFER, Ivan, Kamil HRUBINA a Jan TAUFER. *Algoritmy a algoritmizace: Vývojové diagramy*. Sbírka řešených příkladů [online]. Pardubice: Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, 2001 [cit. 2009-10-04]. Dostupné z: <http://krpvt.upce.cz/files/algoritmy/kap1.pdf>