

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA GEOGRAFIE

Bc. Vojtěch Nezval

**GEOGRAFICKÁ ANALÝZA RIZIK NA ŽELEZNIČNÍ SÍTI
ČESKÉ REPUBLIKY**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce

RNDr. Michal Bíl, Ph.D.

Olomouc 2016

BIBLIOGRAFICKÝ ZÁZNAM

Autor (osobní číslo): Bc. Vojtěch Nezval (R140223)

Studijní obor: Regionální geografie

Název práce: Geografická analýza rizik na železniční síti České republiky

Title of thesis: Geographical analysis of risks in Czech rail network

Vedoucí práce: RNDr. Michal Bíl, Ph.D.

Rozsah práce: 91 stran, 53 vázaných příloh, 5 volných příloh

Abstrakt: Diplomová práce se zabývá problematikou rizik ohrožujících provoz železniční dopravy na území České republiky. V jejím rámci byla vytvořena databáze mimořádných událostí, které jakýmkoli způsobem narušily železniční provoz mezi roky 2011 a 2015. Podle jednotlivých příčin přerušení provozu – nehod, překážek, závad a dalších byly identifikovány kritické úseky české železniční sítě. Zpracování bylo automatizováno skripty v programovacím jazyce Python za využití prostředí ArcGIS. Hlavním výstupem je soubor map prezentující zjištěné poznatky.

Klíčová slova: železniční doprava, síťová analýza, riziko, ohrožení, Česká republika, GIS

Abstract: The diploma thesis is focused on risks endangering railways in the Czech Republic. Firstly, database of extraordinary events in rail transportation between 2011 and 2015 was created. Critical spots were identified from the perspective of accidents, obstacles and other causes on the basis of the collected data. The whole procedure was implemented through developed Python scripts and was processed in ArcGIS. Given results are presented by thematic maps.

Keywords: railway, network analysis, risks, transportation, Czech Republic, GIS

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Michala Bíla, Ph.D. a že jsem veškerou použitou literaturu a zdroje, ze kterých má práce vycházela, korektně citoval a uvedl v seznamu použité literatury.

V Olomouci dne

.....

Bc. Vojtěch Nezval

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce RNDr. Michalu Bílovi, Ph.D. nejen za užitečné rady a věcné připomínky, ale také za ochotu, čas a trpělivost při zpracování této práce. Poděkování patří také dalším zaměstnancům Centra dopravního výzkumu, v. v. i. za konzultace k řešené problematice, jmenovitě Mgr. Janu Kubečkovi, Mgr. Jiřímu Sedoníkovi, Mgr. Martině Bílové a Mgr. Richardu Andrášikovi. Za uvolnění dat, vstřícné a rychlé jednání děkuji JUDr. Haně Honzákové ze Správy železniční dopravní cesty, s.o. Za ochotu a zpřístupnění počítačové učebny děkuji Mgr. Petru Šimáčkovi, Ph.D. V poslední řadě bych rád poděkoval své přítelkyni, rodině a nejbližším za podporu a trpělivost v průběhu celého studia. Velmi si toho vážím.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Vojtěch NEZVAL**
Osobní číslo: **R140223**
Studijní program: **N1301 Geografie**
Studijní obor: **Regionální geografie**
Název tématu: **Geografická analýza rizik na železniční síti České republiky**
Zadávací katedra: **Katedra geografie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je identifikovat rizikové úseky železniční sítě České republiky z pohledu pravděpodobnosti přerušení dopravy, dopadů na dostupnost území a omezení dopravy. Ohrožení jednotlivých úseků sítě bude hodnoceno s ohledem na hlavní zdroje přerušení, zejména přírodní procesy (povodně, sesuvy, pády stromů, sněhové přívaly), ale též faktory umělé (časté výluky, záměrná přerušení dopravy, dopravní nehody). Práce rovněž podá základní přehled o železniční síti ČR, jejím vývoji, geografii, způsobu přepravy osob a zboží a dostupných historických a aktuálních událostech majících vliv na přerušení spojení.

Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**
Rozsah pracovní zprávy: **20 000 - 24 000 slov**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury: **viz příloha**

Vedoucí diplomové práce: **RNDr. Michal Bíl, Ph.D.**
Katedra geoinformatiky

Datum zadání diplomové práce: **21. ledna 2015**
Termín odevzdání diplomové práce: **10. dubna 2016**

prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.
děkan

L.S.

doc. RNDr. Zdeněk Szczyrba, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 21. ledna 2015

Příloha zadání diplomové práce

Seznam odborné literatury:

- BRINKE, Josef. Úvod do geografie dopravy. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1999, 112 s. ISBN 80-718-4923-5.
- DANĚK, Jan a Vladislav KŘIVDA. Základy dopravy. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Strojní fakulta, 2003, 190 s. ISBN 80-248-0410-7.
- GEDIK, Ridvan, Hugh MEDAL, Chase RAINWATER, Ed A. POHL a Scott J. MASON. Vulnerability assessment and re-routing of freight trains under disruptions: A coal supply chain network application. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* [online]. 2014, 71: 45-57. DOI: 10.1016/j.tre.2014.06.017. ISSN 13665545. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1366554514001124>
- HONS, Josef. Dějiny dopravy na území ČSSR. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1975, 310 p.
- HOJ, Niels Peter a Wolfgang KRÖGER. Risk analyses of transportation on road and railway from a European Perspective. *Safety Science* [online]. 2002, 40(1-4): 337-357. DOI: 10.1016/S0925-7535(01)00053-4. ISSN 09257535. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925753501000534>
- CHRUDIMSKÁ, Jana. Kvantifikace ohrožení dopravní infrastruktury přírodními hazardy [online]. Olomouc, 2012. Dostupné z: http://theses.cz/id/gezpz/chrudimska_DP.pdf. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- MASIERO, Lorenzo a Rico MAGGI. Estimation of indirect cost and evaluation of protective measures for infrastructure vulnerability: A case study on the transalpine transport corridor. *Transport Policy* [online]. 2012, 20: 13-21. DOI: 10.1016/j.tranpol.2011.10.002. ISSN 0967070x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0967070X11001156>
- OKADA, Katsuya a Tomoyasu SUGIYAMA. A risk estimation method of railway embankment collapse due to heavy rainfall. *Structural Safety* [online]. 1994, 14(1-2): 131-150. DOI: 10.1016/0167-4730(94)90010-8. ISSN 01674730. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0167473094900108>
- Omezení provozu v ČR. České dráhy [online]. 2015. Dostupné z: <http://www.cd.cz/omezeniprovozu/>
- REGGIANI, Aura, Peter NIJKAMP a Diego LANZI. Transport resilience and vulnerability: The role of connectivity. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* [online]. 2015. DOI: 10.1016/j.tra.2014.12.012. ISSN 09658564. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0965856414003048>
- ŠÍPKA, Emil. Dopravná a spojová geografie: část: spojová geografie. 1. vyd. Bratislava: Alfa, vydavatel'stvo technickej a ekonomickej literatúry, 1989, 170 s.
- TAYLOR, Michael A.P. Network vulnerability in large-scale transport networks. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* [online]. 2012, 46(5): 743-745. DOI: 10.1016/j.tra.2012.02.001. ISSN 09658564. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0965856412000195>
- UEDA, Michiko, Yasuyuki SAWADA a Tetsuya MATSUBAYASHI. The effectiveness of installing physical barriers for preventing railway suicides and accidents: Evidence from Japan. *Journal of Affective Disorders* [online]. 2015, 178: 1-4. DOI: 10.1016/j.jad.2015.02.017. ISSN 01650327. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0165032715001020>

OBSAH

ÚVOD	11
1 CÍLE PRÁCE	13
2 PRACOVNÍ HYPOTÉZY	14
3 ŽELEZNIČNÍ DOPRAVA NA ÚZEMÍ ČR	15
3.1 STRUČNÁ HISTORIE	15
3.2 SOUČASNOST	16
3.3 ŽELEZNIČNÍ SÍŤ	22
4 ŘÍZENÍ A ZABEZPEČENÍ PROVOZU ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY V ČR	27
4.1 ŘÍZENÍ ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY.....	28
4.1.1 Klasický způsob řízení železniční dopravy.....	29
4.1.2 Zjednodušené řízení železniční dopravy.....	29
4.1.3 Dálkové řízení železniční dopravy.....	29
4.2 ZABEZPEČENÍ PROVOZU ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY	30
5 MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI V DRÁŽNÍM PROVOZU	33
5.1 ZÁKLADNÍ PŘEHLED	33
5.2 POSTUP V PŘÍPADĚ VZNIKU MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI.....	36
5.3 INFORMOVÁNÍ VEŘEJNOSTI O MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTECH.....	38
5.4 PŘÍČINY VZNIKU MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ	40
5.4.1 Nehoda.....	41
5.4.2 Srážka vlaku s osobou nebo automobilem.....	42
5.4.3 Překážka	45
5.4.4 Závada tratě a dopravní závada.....	46
5.4.5 Kalamita a povodeň	47
5.4.6 Porucha vozidla.....	48
5.4.7 Požár	48
5.4.8 Nepravidelnosti v dopravě	49
5.4.9 Ostatní.....	49
5.5 OPATŘENÍ K ELIMINACI VZNIKU MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ.....	50
6 METODIKA	52
6.1 TVORBA DATABÁZÍ	53
6.1.1 Tvorba databáze mimořádných událostí.....	53
6.1.2 Úprava záznamů	54
6.1.3 Tvorba databáze intenzit železniční dopravy.....	55
6.2 TRASOVÁNÍ.....	57
6.3 ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ	59
6.4 VIZUALIZACE	63

7 DISKUSE VÝSLEDKŮ	64
7.1 KRITICKÉ ÚSEKY ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR	65
7.2 ČASOVÉ ANALÝZY	71
7.2.1 <i>Ledovka 12/2014</i>	73
7.2.2 <i>Kalamita 03/2015</i>	74
7.2.3 <i>Kalamita 07/2015</i>	74
7.3 RIZIKO VZNIKU MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI	75
ZÁVĚR	78
SUMMARY	79
POUŽITÁ LITERATURA A PRAMENY	80
SEZNAM PŘÍLOH	90

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČD – České dráhy

ČIŽP – Česká inspekce životního prostředí

ČR – Česká republika

ČSÚ – Český statistický úřad

DI – Drážní inspekce

DOZ – Dálkově ovládané zabezpečovací zařízení

ETCS – European Train Control System

EŽS – Evropský železniční systém

HZS – Hasičský záchranný sbor

MU – Mimořádná událost

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

NUTS – Nomenklatura územních statistických jednotek

PČR – Policie České republiky

PZS – Přejezdové zabezpečovací zařízení světelné

PZZ – Přejezdové zabezpečovací zařízení

SRN – Spolková republika Německo

SZZ – Staniční zabezpečovací zařízení

SŽDC – Správa železniční dopravní cesty

TZZ – Traťové zabezpečovací zařízení

TŽK – Tranzitní železniční koridor

VZZ – Vlakové zabezpečovací zařízení

ZZ – Zabezpečovací zařízení

ŽKV – Železniční kolejové vozidlo

ÚVOD

Železniční doprava tvoří v České republice společně se silniční dopravou páteř vnitrostátního dopravního systému i tranzitní dopravy. Mnoho cestujících, kteří pravidelně využívají služeb železniční dopravy, se nepochybně alespoň jednou během svých cest setkala s mimořádnou událostí (MU) v provozu. Nejčastěji se nám vybaví pravděpodobně zpoždění nebo dokonce úplné přerušení jízdy vlaku. Termín „mimořádná událost“ je právně zakotven v §49 odst. 1 zákona č. 266/1994 Sb., o dráhách následovně: *„Mimořádnou událostí v drážní dopravě je závažná nehoda, nehoda nebo ohrožení v drážní dopravě, která ohrožuje nebo narušuje bezpečnost, pravidelnost a plynulost provozování drážní dopravy, bezpečnost osob a bezpečnou funkci staveb a zařízení nebo ohrožuje životní prostředí.“* V §49 odst. 2 téhož zákona je vymezena i tzv. závažná nehoda: *„Závažnou nehodou v drážní dopravě je srážka nebo vykolejení drážních vozidel, ke kterým došlo v souvislosti s provozováním drážní dopravy, s následkem smrti či újmy na zdraví nejméně 5 osob nebo škody velkého rozsahu¹. Nehodou v drážní dopravě je událost, k níž došlo v souvislosti s provozováním drážní dopravy s následkem smrti, újmy na zdraví nebo značné škody¹. Jiné mimořádné události se považují za ohrožení.“*

Mimořádné události doprovázejí železniční dopravu v podstatě od jejího vzniku. První železniční nehoda se na území dnešní České republiky stala 7. července 1839 u příležitosti slavnostní zahajovací jízdy na trati z Vídně do Brna. Při zpáteční cestě se v železniční stanici Vranovice střetly dva ze čtyř vypravených vlaků. Následkem této nehody bylo sedm těžce zraněných osob (Fialová, 2009). S postupným vývojem železniční dopravy mimořádných situací přibývalo a zvyšoval se také počet zraněných a usmrcených osob. Dosud nejtragičtější nehoda se stala 14. listopadu 1960 u stanice Stěblová, kde došlo ke střetu parní lokomotivy s motorovým vlakem. Při této nehodě bylo usmrceno 118 cestujících a 106 jich bylo zraněno (Králová, 2010). Železniční provoz nicméně ovlivňovaly i živelní pohromy. Po bleskové povodni 24. června 2009 byla velmi poškozena trať 326² z Hostašovic do Nového Jičína a následně bylo rozhodnuto o jejím zrušení³. Poškozená trať byla nakonec přebudována na cyklostezku. Velmi známé je poškození trati 293 z Kout nad Desnou do Šumperku při povodních v roce 1997. Stejně jako

¹ Zákon č. 140/1961 Sb., trestní zákon, ve znění pozdějších předpisů.

² V současnosti toto označení nese trať z Petrovic u Karviné do Dětmovic.

³ SŽDC odmítla financovat obnovení trati bez záruky objednání provozu ze strany krajského úřadu.

v případě trati 326² bylo uvažováno o jejím zrušení, nicméně v tomto případě k tomu nedošlo. Trať převzal nově vzniklý Svazek obcí údolí Desné, který celou trať úspěšně obnovil a dokonce v roce 2015 elektrifikoval. Do budoucna se navíc uvažuje o prodloužení trati ke sjezdovkám v Koutech nad Desnou. Sesuvem půdy v důsledku podmáčení svahu byla stržena trať 097 mezi Teplicemi a Lovosicemi u Litochovic v červenci 2013. Celkem se sesunulo 500 tis. m³ zeminy, která kromě stržení části trati zavalila i rozestavěnou dálnici D8. Dotčené orgány (SŽDC, ČD, Krajský úřad) vyjádřily záměr poškozený úsek obnovit (Dvořák, 2015). Ve výčtu podobných událostí by bylo možné dále pokračovat, uvedené MU tak představují pouze minimum případů, které se každý den v drážní dopravě odehrávají. Tyto externality znamenají riziko nejen pro cestující a přepravovaný náklad, ale také pro železniční infrastrukturu, na které způsobují značné škody. Právě vysoká finanční náročnost obnovy poškozených úseků, která se pohybuje v desítkách milionů Kč, je hlavním důvodem pro neobnovení a úplné ukončení provozu. Dlouhodobá snaha by tedy měla směřovat k maximální eliminaci rizik ohrožujících provozování drážní dopravy.

1 CÍLE PRÁCE

Tato práce si klade za cíl vyhodnotit rizika ohrožující provoz železniční dopravy na území České republiky. K tomuto účelu bude vytvořena databáze mimořádných událostí, které jakýmkoli způsobem narušily plynulost přepravy osob a materiálu nebo způsobily škodu na železniční infrastruktuře ČR. Takto získané informace budou tvořit „kostru“ pro následné analýzy (výpočet rizika apod.). U nich je hlavním cílem identifikovat kritické úseky železniční sítě ČR z pohledu jednotlivých příčin přerušení provozu. Kritické úseky je možné chápat jako část železniční sítě, která oproti ostatním úsekům této sítě vykazuje vyšší nebezpečí vzniku mimořádné události. Z výsledků práce by tedy mj. mělo být zřejmé, které úseky železniční sítě jsou náchylné k nehodám, závadám, kalamitním stavům apod. V oblasti střetů drážních vozidel s automobily by tak mělo mj. dojít k rozlišení nebezpečných železničních přejezdů. Ke zpracování analýz bude využito zejména prostředí ArcGIS a programovací jazyk Python. Neméně významným cílem je i vhléd do problematiky zabezpečení a řízení železničního provozu ČR či rizik, které jej denně ohrožují. Hlavním výstupem práce by měl být soubor map prezentující zjištěné poznatky a jejich analýza.

Z výše uvedených cílů je odvozena struktura práce. Úvodní část zahrnuje stručnou historii železniční dopravy na území ČR, vývoj a charakteristiku železniční sítě ČR nebo informace o řízení a zabezpečení železničního provozu v ČR. Dále jsou rozvedena rizika, která denně ohrožují bezpečnost osob a zboží přepravovaných po železnici. Následné kapitoly se věnují metodice práce a diskusi výsledků.

2 PRACOVNÍ HYPOTÉZY

Jelikož je práce orientována především do roviny praktické, byly před jejím zpracováním stanoveny pracovní hypotézy. Ty by po provedení veškerých úkonů měly být prokázány nebo naopak vyvráceny.

- k nejvíce mimořádnostem v provozu dochází mezi Prahou a Českou Třebovou;
- více mimořádných událostí vzniká v průběhu pracovního týdne;
- nejčastější příčinou MU jsou nepravidelnosti v dopravě a poruchy vozidel;
- nejvyšší intenzita železniční dopravy je na koridorových tratích;
- nejvíce sražených osob je v okolí velkých měst;
- k zaplavení vodou jsou náchylné železniční úseky v blízkosti velkých řek;
- k výskytu překážek na trati jsou náchylné železniční úseky v blízkosti lesů;
- poruchy vozidel postihují více regionální tratě (starší vozový park);
- kalamity jsou v železničním provozu orientovány spíše do horských oblastí ČR;
- na tratích s nedostatečně zabezpečenými železničními přejezdy nebo špatnými rozhledovými poměry je vyšší tendence srážky vlaku s automobilem.

3 ŽELEZNIČNÍ DOPRAVA NA ÚZEMÍ ČR

Železniční doprava na území ČR podminila celospolečenské změny. Došlo ke zrychlení a nárůstu objemu přepravy osob a zboží, které umožnily populační a ekonomický rozvoj měst umístěných zejména v okolí železničních stanic a tratí. V Brně například železnice umožnila obrovský rozvoj výroby, obchodu a služeb spojených s přílivem pracovních sil (Statutární město Brno, 2010). Vývoj železniční dopravy na území ČR prošel mnoha historicky odlišnými obdobími, které její výslednou podobu významně ovlivnily. Následující podkapitoly jsou proto věnovány železniční historii, současnosti a charakteristice současné železniční sítě ČR.

3.1 STRUČNÁ HISTORIE

Počátky železniční dopravy na území ČR lze datovat do první třetiny 19. století. První železnicí byla v roce 1828 koněspřežná dráha vedoucí z Lince do Českých Budějovic⁴. Druhou nejstarší byla poté Lánská koněspřežná dráha z Prahy do Lán⁵. Na přelomu 30. a 40. let 19. století došlo k zahájení výstavby první parostrojní železnice soukromou společností Severní dráha císaře Ferdinanda. Již v roce 1839 byl zprovozněn úsek Brno – Břeclav – Vídeň (Kyncl, 2006, str. 17). V roce 1841 se do výstavby nových železnic vložil stát a ve Vídni došlo ke vzniku generálního ředitelství státních drah (Schreier, 2009). Takto postavené úseky jsou známy jako Severní státní dráha. V důsledku hospodářských problémů rakouského státu ovšem následoval prodej železnic privátním společnostem a po vydání tzv. koncesního zákona⁶ započalo budování hlavních tratí soukromým kapitálem. V období let 1855–1865 soukromé železniční společnosti budovaly traťové úseky s cílem napojit ložiska uhlí na již existující železniční infrastrukturu. V letech 1866–1878 se postupně dotvářela základní železniční síť českých zemí a období 1879–1905 je charakteristické především výstavbou lokálních drah (Pavlíček, 2002, str. 13). Téměř všechny železniční tratě na území ČR tedy byly vybudovány ještě před vznikem první republiky (28. října 1918). Většinovým vlastníkem a provozovatelem železničních drah byl

⁴ Koněspřežná dráha Linec – České Budějovice byla první koněspřežnou železnicí v kontinentální Evropě a sloužila především nákladní dopravě soli z hornorakouské Solné komory (*Salzkammergut*) do Čech.

⁵ Lánská koněspřežná dráha byla první železnicí na dnešním území hlavního města Prahy a z větší části odpovídala trati 120.

⁶ Zákon byl vydán v roce 1854, v době kdy se stát vzdal budování a provozování železnic a obsahoval příslib státní záruky minimálního zúročení vložených prostředků pro tratě, na kterých měl stát zvláštní zájem (Schreier, 2009, str. 80).

v průběhu historie na území ČR stát, i přesto, že síť vybudovali především soukromí vlastníci (SŽDC, ©2016a). Na konci 2. světové války byla československá železniční síť značně poškozena, a to nejvíce na území dnešní Slovenské republiky. Železniční ztráty ovšem nekončily jen poškozenou infrastrukturou, ale i nedostatkem lokomotiv a vozů (Schreier, 2010). Následující roky byly ve znamení obnovy železničního provozu.

Z ekonomického hlediska lze vývoj železniční dopravy v českých zemích rozdělit do několika fází. První zahrnuje stabilní a trvalý růst od poloviny 19. století do počátku 20. století. V období let 1914–1945 byla česká železnice vystavena řadě nepříznivých okolností. Jednalo se především o rozpad Rakouska-Uherska a s tím spojenou ztrátu tradičních trhů a přepravních výkonů, události 2. světové války nebo razantní vzestup silniční dopravy. Nástupem centrálně plánované ekonomiky došlo k růstu dopravních výkonů, které ovšem po určité době přešly ve stagnaci. Následný přechod na tržní ekonomiku se vyznačuje poklesem dopravních výkonů. (Tomeš a Pospíšil, 2006)

3.2 SOUČASNOST

V současné době vlastní většinu železničních tratí⁷ stále český stát, zastoupený státní organizací Správa železniční dopravní cesty, s.o. Nevyužívané úseky železniční sítě jsou ovšem nabízeny k odprodeji soukromým subjektům. Mezi aktuálně prodávané úseky patří například trať 256 z Čejče do Uhřic u Kyjova, trať 233 z Čelákovic do Mochova, trať 113 z Čížkovic do Obrnic, úsek trati 063 z Dolního Bousova do Kopidlna a část úseku trati 162 z Kralovic u Rakovníka do Mladotic. Do soutěží na odprodej těchto pěti tratí se na začátku roku 2015 nepřihlásil žádný zájemce, zejména z důvodu vysoké prodejní ceny (Sůra, 2015a). Následná sleva desítek milionů korun se pozitivně promítla v zájmu soukromých společností, což dokládá i zpráva z října 2015 zpravodajského portálu E15. Ta uvádí, že český výrobce zabezpečovací techniky AŽD Praha má nakročeno ke koupi některé ze dvou nevyužívaných tratí. Čeká se pouze na schválení nabídky ze strany správní rady SŽDC, Ministerstva dopravy a vlády ČR (E15, 2015). Mezi hlavní cíle SŽDC pro programové období 2014–2020 patří například dokončení modernizace koridorů, modernizace železničních uzlů, stavby interoperability a ostatní významné stavby nebo

⁷ Mezi tratě, které nejsou v majetku SŽDC (českého státu), patří například úzkorozchodné tratě (760 mm) na Jindřichohradecku, které provozují Jindřichohradecké místní dráhy, a.s.

příprava rychlých spojení⁸. Největším dopravcem na tuzemském trhu jsou České dráhy a.s., které si i v roce 2014 udržovaly rozhodující podíl na výkonech osobní dopavy, a to konkrétně 95,3 % vlkm⁹ či 93,3 % hrtkm¹⁰ (SŽDC, 2015a). Tato akciová společnost vznikla 1. ledna 2003 na základě zákona č. 77/2002 Sb., jako jeden z nástupnických subjektů původní státní organizace České dráhy. Dominantním vlastníkem (100 % akcií) zůstal nadále český stát (ČD, 2014). Dosud nevyjasněné ovšem zůstávají majetkové vztahy mezi SŽDC a ČD. Částečný posun nastal 21. prosince 2015, kdy vláda schválila převod nádraží a souvisejícího majetku ČD na státní organizaci SŽDC. Převod se týká zejména nádražních budov a dalších staveb v železničních stanicích, včetně pozemků, které s dotčenými stavbami souvisejí. K tomuto kroku ovšem může dojít až po souhlasu řídicích orgánů ČD a SŽDC. Pokud obě organizace záměr potvrdí, převod by se mohl odehrát v první polovině roku 2016. Tímto krokem by došlo ke sjednocení vlastnictví infrastruktury a naplnil by se předpoklad pro liberalizovaný systém železnice (SŽDC, 2015b). Liberalizaci českého železničního trhu, především v osobní dopravě, můžeme sledovat v posledních několika letech. Dokládá to i počet dopravců na železniční síti, který je nejvyšší za posledních deset let (viz Obr. 1). Zatímco v roce 2004 jich bylo 50, v roce 2014 jich SŽDC evidovala již 89 (SŽDC, 2015a). Přístup licencovaných dopravců na železniční síť ČR umožnil zákon č. 266/1994 Sb. K liberalizaci trhu železniční dopavy nicméně vyzývají i směrnice Evropské unie, konkrétně směrnice 91/440/EHS o rozvoji železnic Společenství, směrnice 95/18/ES o pravidlech pro poskytování licencí železničním podnikům a směrnice 95/19/ES o přidělování kapacity železniční infrastruktury a účtování infrastrukturních poplatků.

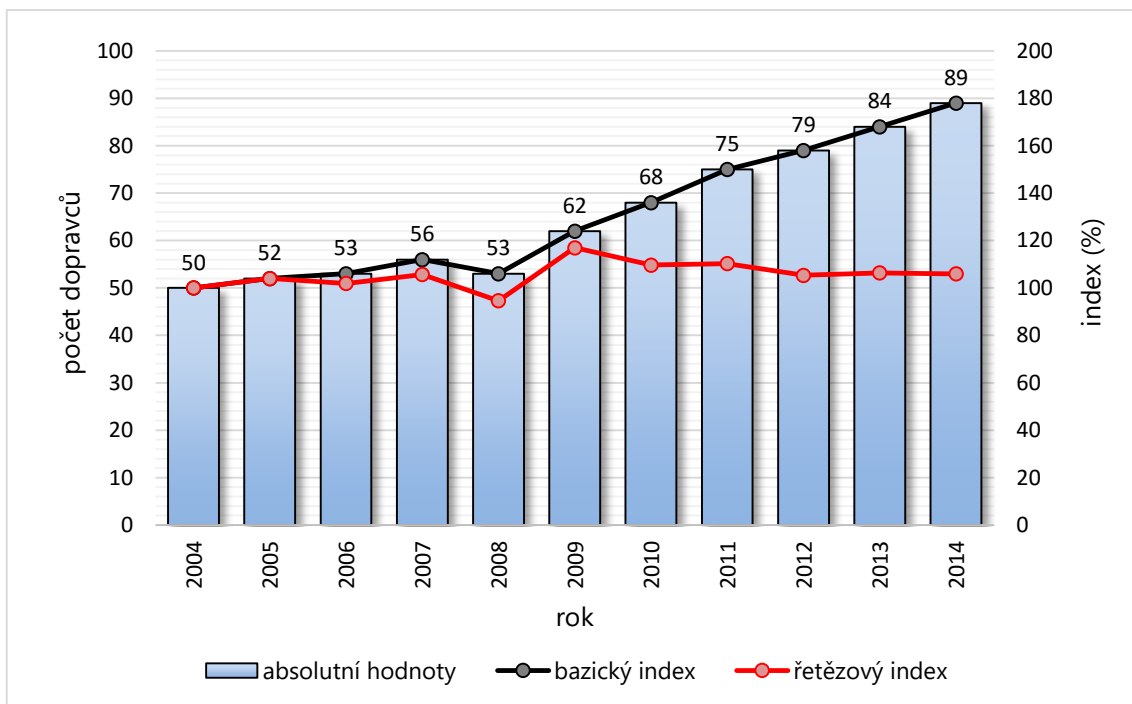
Snahu o liberalizaci trhu osobní dopavy odstartovala v roce 2005 soukromá firma Connex, která vyjádřila záměr provozovat rychlíkové spoje, nebyla však úspěšná (Šitner, 2015). Výraznější zlom nastal v roce 2009, kdy vznikla společnost RegioJet a.s., která první pravidelnou linku začala provozovat v září 2011 na trati z Prahy do Ostravy. V roce 2012 poté spustila železniční provoz i společnost LEO Express a.s., taktéž na hlavních železničních tazích. Mezi Prahou a Kralupy nad Vltavou bylo možné v posledním čtvrtletí 2013 využít také služeb společnosti ARRIVA vlaky s.r.o., která v současnosti provozuje

⁸ Trati rychlých spojení jsou trati pro vysokorychlostní železniční dopravu dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady Evropské unie č. 1315/2013 ze dne 11. prosince 2013 (Binko, 2014).

⁹ Vlakový kilometr (vlkm) je dán ujetou vzdáleností vlaku v kilometrech.

¹⁰ Hrubý tunový kilometr (hrtkm) je dán součinem mezi hrubou hmotností železničních kolejových vozidel.

dopravu mezi Prahou a Benešovem u Prahy a dokonce z Prahy zajíždí až do slovenského Trenčína. Na českou železnici by dále ráda vstoupila i britská National Express, druhý největší dopravce v Evropě, který si v ČR již založil svou pobočku (Sůra, 2014). Podle seznamu dopravců působících na síti SŽDC aktuálnímu k 18. únoru 2016 vlastní licenci na provozování osobní dopravy 24 společností a na provozování nákladní dopravy 94 společností. Nicméně všechny společnosti s licenci na osobní dopravu vlastní také licenci na dopravu nákladní (SŽDC, 2015c). Největším nákladním dopravcem je ČD Cargo, a.s., jehož podíl na celkových výkonech v roce 2014 činil 68,0 % vlkm a 69,9 % hrtkm (SŽDC, 2015a). Mezi další větší nákladní dopravce patří Advanced World Transport a.s. a UNIPETROL DOPRAVA, s.r.o. s podíly do 10 % vlkm a hrtkm – viz Obr. 3.

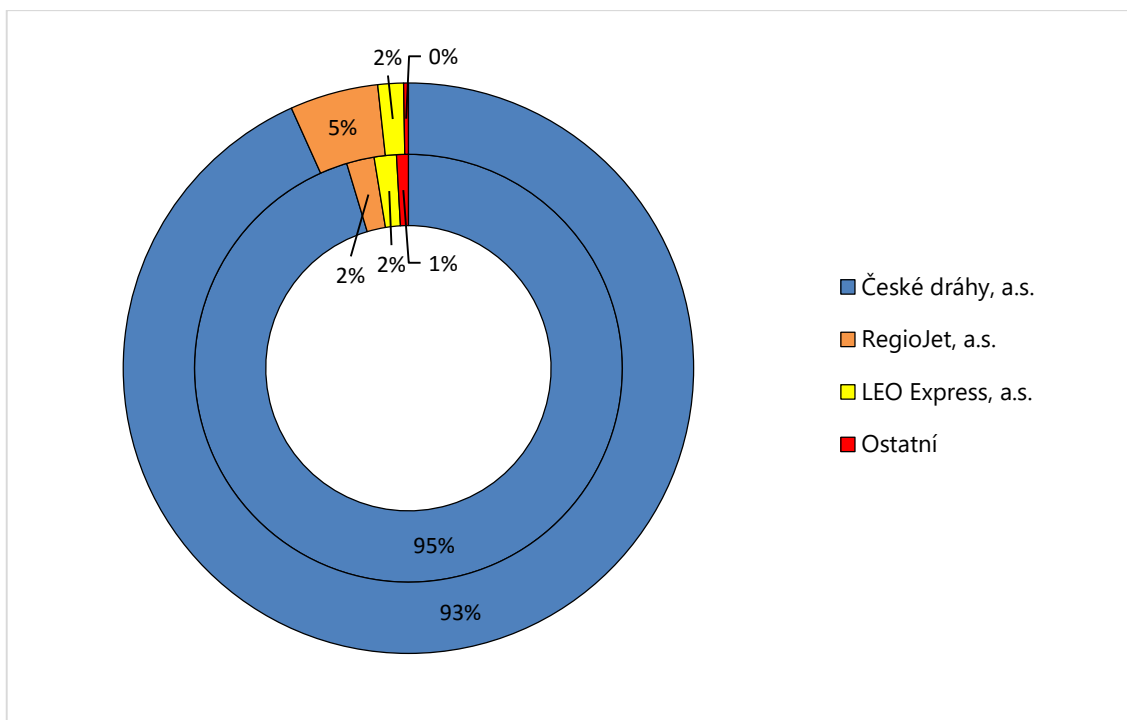


Obr. 1: Vývoj počtu dopravců na železniční síti ČR v letech 2004–2014

Pzn.: Bazický index porovnává hodnoty ke stejnému (obvykle prvnímu uvedenému) období.

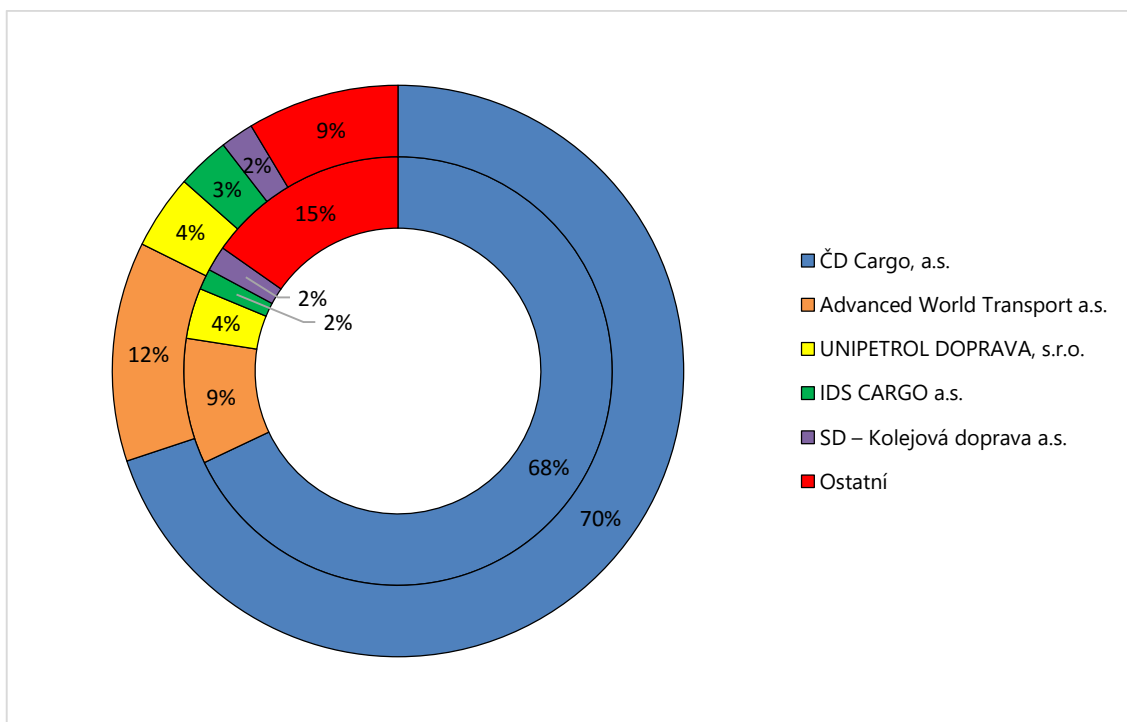
Řetězový index porovnává hodnoty vzhledem k předchozímu období (předcházejícímu roku).

Zdroj: SŽDC (2015a), vlastní zpracování



Obr. 2: Výkony osobní dopravy podle jednotlivých dopravců ve vlkm (vnitřní prsteneček) a v hrtkm (vnější prsteneček) v roce 2014

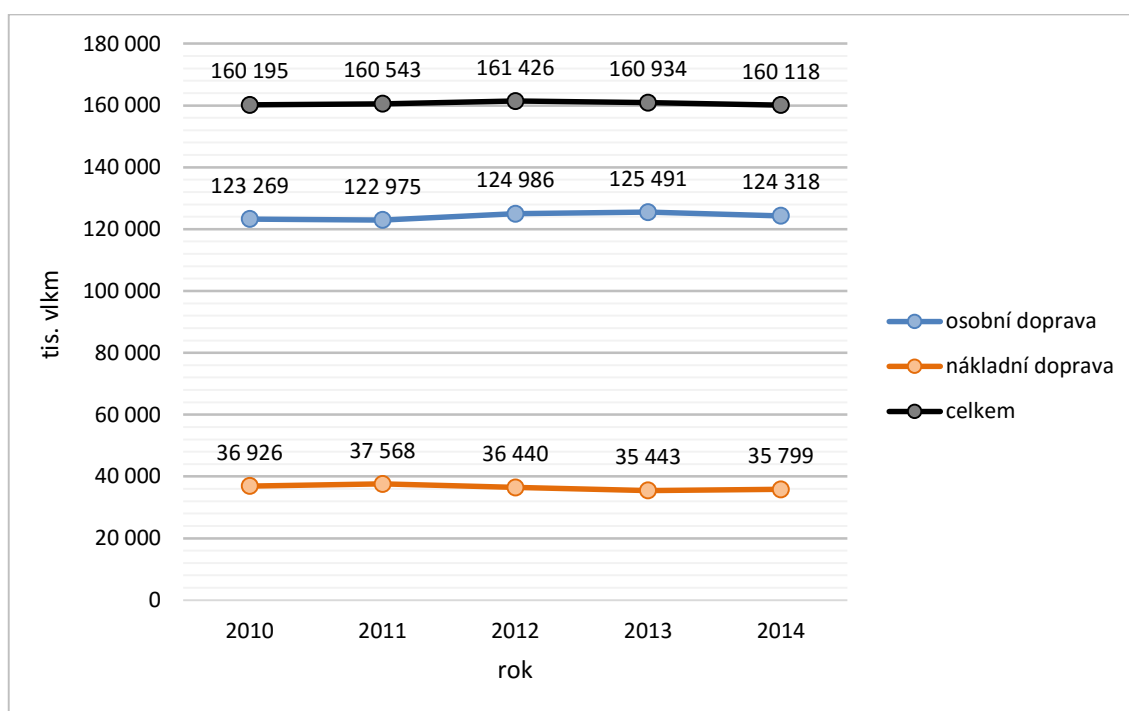
Zdroj: SŽDC (2015a), vlastní zpracování



Obr. 3: Výkony nákladní dopravy podle jednotlivých dopravců ve vlkm (vnitřní prsteneček) a v hrtkm (vnější prsteneček) v roce 2014

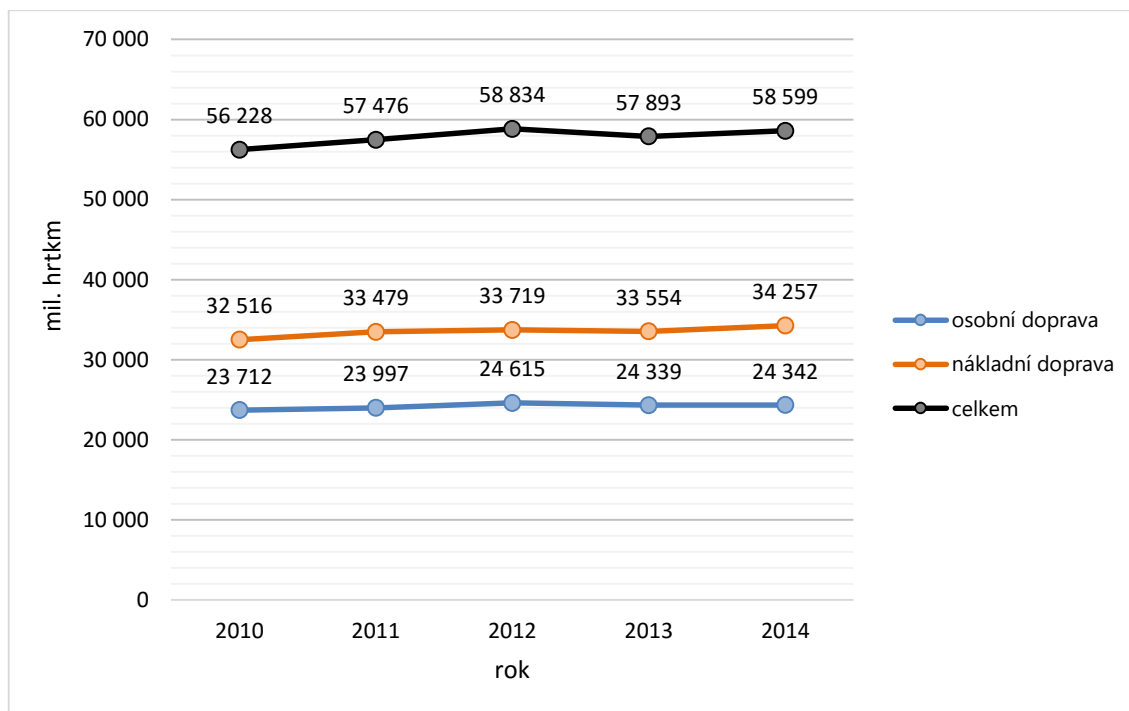
Zdroj: SŽDC (2015a), vlastní zpracování

Převážně výkony dopravců na české železniční síti v letech 2010–2014 spíše stagnovaly. V osobní dopravě se hodnoty pohybovaly kolem 124 mil. vlkm, v nákladní poté kolem 36 mil. vlkm (viz Obr. 4). Z hlediska jednotek vlakového kilometru tedy byla osobní doprava mnohem výkonnější než ta nákladní. Použitím jednotek hrubého tunové kilometru nicméně dostaneme odlišné výsledky (viz Obr. 5). Nákladní doprava v těchto jednotkách vykazuje vyšší přepravní výkon než doprava osobní. Objemem přepravy potom patří české železnici 4. místo v Evropě (SŽDC, ©2016b). Pokud pomíneme její nevyhovující stav, tak by stávající železniční síť postačila i na podstatně větší objemy přepravy, než jsou v současné době dosahovány (Tikman a Vachtl, 2010, str. 58).



Obr. 4: Přepravní výkony osobní a nákladní dopravy v letech 2010–2014 v tis. vlkm

Zdroj: SŽDC (2015a), vlastní zpracování

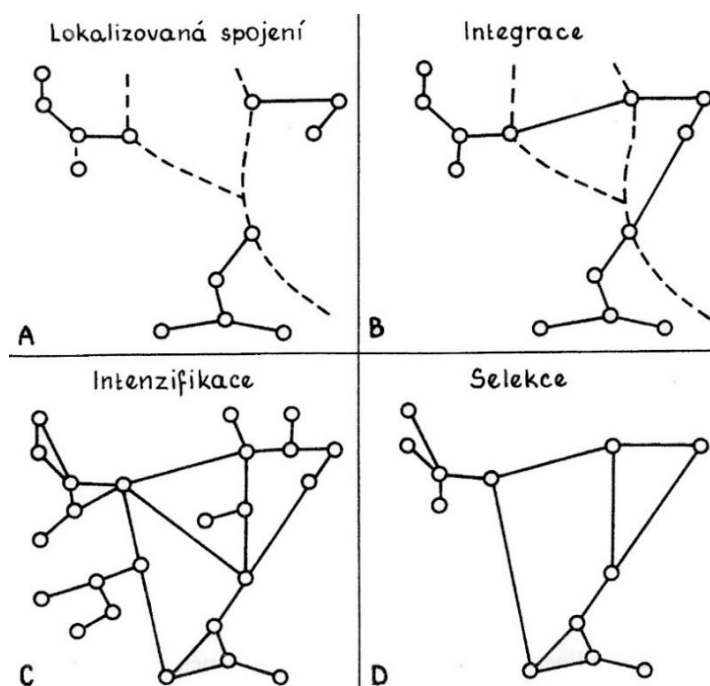


Obr. 5: Převážní výkony osobní a nákladní dopravy v letech 2010–2014 v mil. hrtkm

Zdroj: SŽDC (2015a), vlastní zpracování

3.3 ŽELEZNIČNÍ SÍŤ

Obecné informace o železniční síti ČR byly již částečně uvedeny v kapitolách 3.1 a 3.2. Tato kapitola je obsahově zaměřena spíše na technické parametry české železnice. Z geografického hlediska lze vývoj železniční sítě ČR shrnout do čtyř stádií (viz Obr. 6), které popisuje Brinke (1999, str. 49). První stádium *lokalizovaných spojení* je spojeno s počátkem vývoje sítě. Krátké a izolované trasy spojovaly jen nejdůležitější uzly a navazovaly na existující síť vodních a silničních komunikací. Ve druhém stádiu, *integraci*, docházelo k propojení izolovaných železničních tras do souvislé sítě. Ve stádiu *intenzifikace* rostl počet spojení a uzlů v síti, přičemž návaznost na jiné druhy komunikačních sítí odpadala. Do tohoto období řadíme i dříve zmíněný rozvoj lokálních drah (1879–1905), které vznikaly často v oblastech s nevelkým dopravním potenciálem¹¹. Dnes se česká železniční síť nachází v posledním, čtvrtém stadiu – *selekcí*. Klesá počet spojení uzlů v síti, vliv automobilové dopravy vede ke snižování přepravy osob i nákladů železniční dopravy a neekonomické vedlejší tratě jsou rušeny, jak již bylo uvedeno v kapitole 3.2.



Obr. 6: Stádia vývoje železniční sítě

Zdroj: Brinke (1999, str. 49), vlastní úprava

¹¹ Rozvoj lokálních drah podpořil i mj. **zákon o poskytování výhod místním** drahám z roku 1880, který poskytoval zájemcům o výstavbu těchto drah řadu technických úlev a navíc byly takto specifikované tratě osvobozeny od poplatků a na 30 let od placení daní (Pavlíček, 2002, str. 23).

Hustota české železniční sítě je v celosvětovém srovnání vysoká, na 100 km² rozlohy připadá 12 kilometrů tratí¹². V roce 2014 dosahovala celková délka tratí na území ČR 9 458 km, přibližně 48 % z této délky leží v obloucích a 86 % leží ve sklonu¹³ (SŽDC, ©2016a). Elektrifikováno je 34 % délky tratí, a to v různých napájecích soustavách. Část trakčního vedení na území ČR je napájena stejnosměrným proudem o napětí 3kV, část střídavým proudem o napětí 25kV. Ministerstvo dopravy plánuje celkový přechod na střídavý proud, který zdůvodňuje jednodušším přejížděním elektrických vlaků po celé ČR a Evropě (Sůra, 2015b). Naprostá většina tratí (99,8 %) je normálního rozchodu (1 435 mm), jen 0,2 % (23 km) je úzkorozchodných (760 mm). Z celkové délky je poté 79,5 % (7 515 km) jednokolejných a 20,5 % (1 943 km) dvou a vícekolejných, které jsou lokalizovány především na koridorových tratích (viz níže). Z počtů mostů, tunelů a železničních přejezdů vyplývá, že na české železniční síti dochází často k úrovněmu křížení s pozemními komunikacemi. Na komunikacích I. třídy dochází celkem k 169 (2 %) křížením s železnicí, II. třídy k 587 (7 %), III. třídy k 1 493 (19 %), na místních komunikacích k 1 774 (22 %) a k nejvíce křížením – 3 978 (50 %) poté na účelových komunikacích (SŽDC, 2014a). Zabezpečení jednotlivých přejezdů je řešeno v kapitole 4.2.

Tab. 1: Základní charakteristika železniční sítě ČR

CHARAKTERISTIKA	ks	km	%
Délka tratí	-	9 458	100,00
Elektrifikovaných tratí	-	3 216	34,00
Neelektrifikovaných tratí	-	6 242	66,00
Normálního rozchodu (1 435 mm)	-	9 435	99,76
Úzkorozchodných tratí (760 mm)	-	23	0,24
Jednokolejných tratí	-	7 515	79,46
Dvou a vícekolejných tratí	-	1 943	20,54
Mostů	6 798	153,69	1,62
Tunelů	164	45,73	0,48
Železničních přejezdů	8 001	-	100,00

Zdroj: SŽDC (2015a, str. 20), vlastní výpočty

¹² Česká železniční síť je v evropském srovnání oproti Portugalsku 5,6krát, Řecku 5,1krát nebo Rakousku 1,9krát hustší (ČSÚ, 2014).

¹³ Největší sklon se nachází na části tratě 036 v úseku Tanvald – Harrachov a dosahuje 57 ‰ (SŽDC, ©2016a).

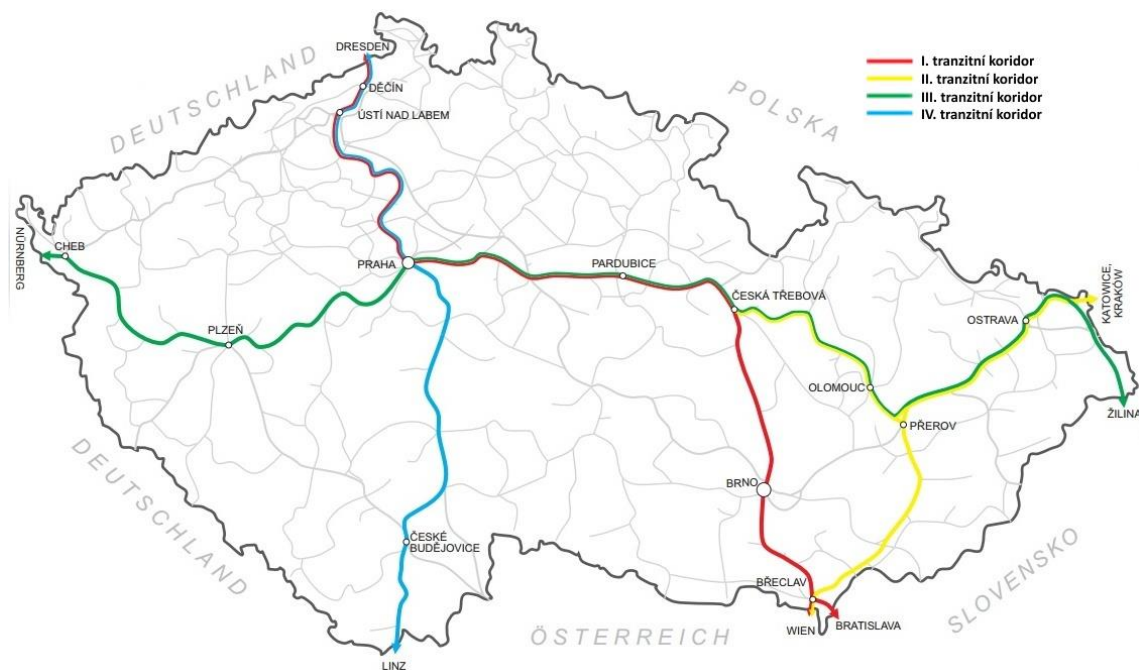
Železniční dráhy se podle zákona 266/1994 Sb. člení z hlediska významu, účelu a technických podmínek do jednotlivých kategorií:

- **Dráhy celostátní** – slouží mezinárodní a celostátní veřejné železniční dopravě;
- **Dráhy regionální** – jsou regionálního nebo místního významu, které slouží veřejné železniční dopravě a jsou zaústěny do celostátní nebo jiné regionální dráhy;
- **Vlečky** – dráhy, které slouží vlastní potřebě provozovatele nebo jiného podnikatele a jsou zaústěny do celostátní nebo regionální dráhy, nebo do jiné vlečky;
- **Speciální dráhy** – slouží především k zabezpečení dopravní obslužnosti obce (např. metro).

Z procentuálního hlediska je v železniční síti SŽDC největší kategorie drah celostátních (53,1 %), kterou můžeme dále dělit na tratě celostátní dráhy zařazené do evropského železničního systému (EŽS) – koridorové (14,0 %), tratě celostátní dráhy zařazené do EŽS – ostatní (13,4 %) a tratě celostátní dráhy – ostatní (25,7 %). Dalšími kategoriemi jsou regionální dráhy (46,6 %) a vlečky (0,3 %). (SŽDC, 2014b)

Nejvýznamnějšími úseky železniční sítě ČR jsou bezpochyby dráhy s celostátním významem. Do této kategorie spadají i tranzitní železniční koridory (TŽK). Jedná se o hlavní, moderní železniční tratě určené především k dálkové a tranzitní osobní i nákladní dopravě. V ČR vymezujeme celkem čtyři TŽK (viz Obr. 7):

- **I. TŽK** v trase (Berlín – Drážďany) – Děčín – Praha – Pardubice – Česká Třebová – Brno – Břeclav – (Viedeň/Bratislava – Budapešť);
- **II. TŽK** v trase (Gdaňsk – Varšava – Katovice) – Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov – Břeclav; odbočná větev Přerov – Olomouc – Česká Třebová;
- **III. TŽK** v trase (Le Havre – Paříž – Frankfurt nad Mohanem) – Cheb – Plzeň – Praha – Ostrava – (Žilina – Košice – Lvov); odbočná větev Plzeň – Domažlice – (Norimberk);
- **IV. TŽK** v trase (Stockholm – Drážďany) – Děčín – Praha – Tábor – Veselí nad Lužnicí – České Budějovice – Horní Dvořiště – (Linec – Salcburk – Lublaň – Rijeka – Záhřeb).



Obr. 7: Tranzitní železniční koridory na území ČR

Zdroj: Krýže (©2016), vlastní úprava

Výstavba I. TŽK skončila v roce 2004, výstavba II. TŽK v roce 2007 a v současné době probíhá realizace III. a IV. TŽK s předpokladem dokončení v roce 2019 (SŽDC, 2015a). Všechny čtyři TŽK jsou navrženy pro rychlost 160 km/h a jelikož nejsou výhradně mimoúrovňové, legislativa ani vyšší rychlost nedovoluje. Vyhláška Ministerstva dopravy č. 177/1995 Sb. ze dne 30. června 1995 v §17 bodu 5 doslovně uvádí: „*Na dráze v traťových úsecích provozovaných rychlostí vyšší než 160 km/h a v případech, stanovených v související technické normě uvedené v příloze č. 5 pod položkou 165, není přejezd z důvodu zajištění bezpečnosti provozování dráhy a provozu na pozemní komunikaci přípustný*“. K dosažení vyšších traťových rychlostí v celé délce koridorových tratí by tak bylo nutné přebudovat nejen všechna úrovňová křížení s pozemními komunikacemi, ale i modernizovat systém zabezpečení dráhy (viz kapitola 4). Vjetí vozidla na železniční přejezdy těchto koridorových tratí může způsobit i při rychlosti 160 km/h fatální následky, jako tomu bylo 22. července 2015 ve Studénce, kdy došlo ke střetu vlaku SC Pendolino s kamionem. Na ostatních celostátních drahách se rychlost jedoucích vlaků pohybuje mezi 60 a 100 km/h.

Na regionálních tratích a vlečkách jsou dosahovány podstatně nižší rychlosti, hlavně kvůli stavu železniční infrastruktury, vysokému sklonu, příkrým zatáčkám nebo absenci moderního zabezpečovacího zařízení. Rychlost se zde pohybuje do 60 km/h, na některých drahách s náročnými sklonovými a směrovými poměry do 40 km/h. Jde například o část tratě 036 z Tanvaldu do Harrachova nebo trať 195 z Rybníku do Lipna nad Vltavou. (E15, 2014)

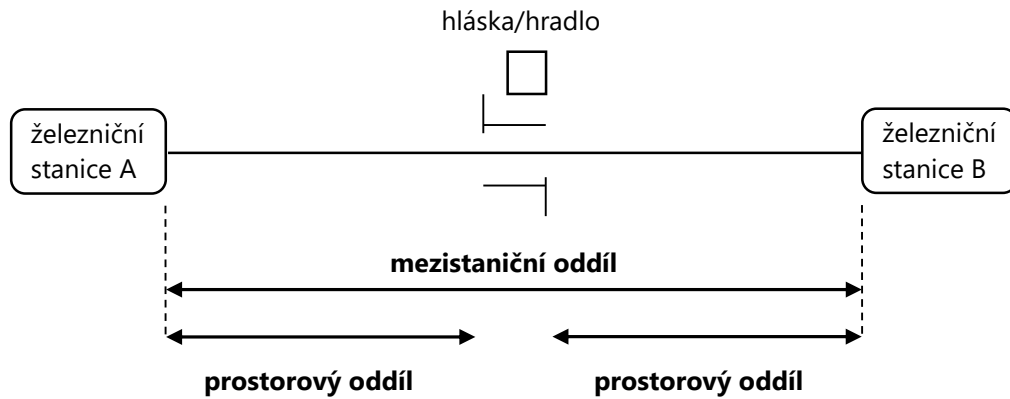
4 ŘÍZENÍ A ZABEZPEČENÍ PROVOZU ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY V ČR

Některé nehody na železniční síti ČR jsou způsobeny pochybením drážní obsluhy nebo selháním příslušných zabezpečovacích zařízení drážní dopravy. Z toho důvodu je tato kapitola věnována problematice zabezpečení a řízení drážního provozu na území ČR. Konopáč (2013) uvádí: „*Řízením provozu se nazývá souhrn činností zahrnující vzájemné předávání informací, pokynů a požadavků mezi zaměstnanci operátora obsluhy dráhy, provozovatele dráhy a dopravců tak, aby byla zajištěna plynulost a bezpečnost železniční dopravy*“. Podmínky organizování a provozování drážní dopravy stanovuje mj. předpis D2 SŽDC, ze kterého je hojně v této kapitole čerpáno. Zařízení, která zajišťují bezpečnost provozu kontrolou podílu lidského činitele, se nazývají zabezpečovací zařízení (ZZ). Ty můžeme podle jejich charakteru rozdělit do několika kategorií:

- **Traťová zabezpečovací zařízení (TZZ)** – zvyšují bezpečnost jízdy vlaků a posunů mezi dopravami (viz níže), zabezpečují jízdy za sebou jedoucích vlaků a vylučují protisměrné jízdy vlaků;
- **Staniční zabezpečovací zařízení (SZZ)** – zabezpečují jízdy vlaků ve stanici;
- **Přejezdová zabezpečovací zařízení (PZZ)** – zvyšují bezpečnost dopravy v místech úrovnového křížení pozemních komunikací s železniční dráhou;
- **Vlaková zabezpečovací zařízení (VZZ)** – zvyšují bezpečnost dopravy tím, že kontrolují strojvedoucího, zda dodržuje předpisy drážního provozu.

V případě hrozícího nebezpečí je nouzově možné i okamžité zastavení provozu pomocí funkce *generálního stopu*. Ten umožňuje výpravčím nebo dispečerům prostřednictvím radiového signálu zastavit všechny vlaky v určitém okruhu. Nicméně z hlediska bezpečnosti by měly ZZ dosahovat co nejvyššího stupně automatizace, aby k takovým ohrožením provozu vůbec nedocházelo. V provozu se ovšem nachází i starší, značně rozdílná zabezpečovací technika, kterou nelze v krátkém časovém období nahradit modernější. Postupná modernizace ZZ vede ke zvyšování traťových rychlostí, propustnosti stanic a tratí, centralizaci řízení provozu či snižování počtu pracovníků obsluhy (výpravčích, výhybkářů apod.). Místa na dráze, která slouží k řízení jízdy vlaků a posunu se nazývají dopravní. Jsou to železniční stanice, výhybny, odbočky, hradla či hlásky. Hlásky a hradla dělí mezistaniční oddíly na více prostorových oddílů (viz Obr. 8).

Pokud je prostorový oddíl ohraničen oddílovým návěstidlem, označuje se jako *traťový oddíl (blok)*. Rozdělením mezistaničních úseků na prostorové oddíly dochází ke zvyšování propustnosti daného traťového úseku (Jacura a Novotný, 2011, str. 12).



Obr. 8: Dělení mezistaničních úseků na menší jednotky

Zdroj: Jacura a Novotný (2011, str. 12), vlastní úprava

4.1 ŘÍZENÍ ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY

Na tratích železniční sítě SŽDC je provoz řízen podle vnitřních předpisů, které musejí být v souladu s nadřazenými legislativními dokumenty – zákony, vyhláškami, směrnicemi či nařízeními. Vnitřní předpis je neveřejný dokument (zveřejnění je ovšem přípustné), kterým právnická osoba upravuje práva a povinnosti svých zaměstnanců v rámci své působnosti. Mezi takové předpisy v drážní dopravě patří například již zmíněný předpis SŽDC (ČD) D2 pro organizování a provozování drážní dopravy nebo předpis SŽDC D3 pro zjednodušené řízení drážní dopravy a mnoho dalších. V ČR rozeznáváme tři hlavní způsoby řízení drážní dopravy:

- 1) klasický způsob řízení železniční dopravy;
- 2) zjednodušené řízení železniční dopravy;
- 3) dálkové řízení železniční dopravy.

4.1.1 Klasický způsob řízení železniční dopravy

U klasického způsobu řízení železniční dopravy je každá dopravná s kolejovým rozvětvením (železniční stanice, výhybna, popř. odbočka) obsazena zaměstnancem dráhy – výpravčím, který musí být odborně způsobilý k řízení dopravy. Výpravčí je zodpovědný za řízení a zabezpečení železniční dopravy v přidělené dopravně a v přilehlých mezistaničních úsecích. V mimořádných situacích výpravčí komunikuje s provozním dispečerem, který zjištěné informace vyhodnocuje a následně rozhoduje o dalším postupu. (Konopáč, 2013)

4.1.2 Zjednodušené řízení železniční dopravy

U tohoto způsobu řízení jsou trvale obsazeny zaměstnancem dráhy pouze vybrané dopravní. Vyskytuje se u tratí spíše s jednoduchými dopravními poměry, kdy se v traťových úsecích pohybuje například pouze jeden vlak. Doprava je řízena z jednoho místa, přičemž doprovod vlaku se s osobou řídící provoz dorozumívá sdělovacím zařízením. Organizování dopravy se provádí dirigováním (řízení dopravy dirigujícím dispečerem) nebo bez dirigování (doprava se řídí platným grafikonem). Dirigující dispečer je zaměstnanec dráhy, který vykonává řízení dopravy na dané trati prostřednictvím informací od členů doprovodu vlaku vyskytujícího se na téže trati. Je-li například nutné přestavit výhybky na jinou kolej, učiní tak strojvedoucí, který je za správné přestavení i zodpovědný. (Konopáč, 2013)

4.1.3 Dálkové řízení železniční dopravy

První snahy o dálkové řízení železničního provozu na území ČR se datují do 60. let 20. století. V některých provozně vytížených tratích bylo tímto krokem nutné zvýšit propustnost dopravy. Mohutný rozvoj výpočetní techniky se od 90. let 20. století projevil i v postupném zavádění výhradně dálkového ovládání zabezpečovacího zařízení (DOZ). Tímto pojmem se rozumí společné ovládání několika dopravní s kolejovým rozvětvením z jednoho společného místa. Jeden zaměstnanec (dispečer DOZ) tak zastává funkci výpravčího a vlakového dispečera z klasického modelu řízení. Povelová část tohoto řízení zahrnuje počítač s příslušenstvím (monitor, myš, klávesnice), výkonná poté staniční zařízení III. kategorie (Štefek, ©2016). Tento systém řízení vyžaduje kvalitní přenos informací nutných pro kvalifikované rozhodování. Lze jím řídit buď jednotlivé dopravní,

úseky nebo i celé oblasti. Mezi hlavní výhody DOZ patří úspora pracovníků obsluhy dráhy, kdy jeden dispečer DOZ nahrazuje i několik výpravčích. Dále pak představuje nesporné zvýšení kvality řízení drážního provozu. Z hlavní výhody je ovšem současně i nevýhoda. Vzhledem k nižšímu počtu provozních zaměstnanců přímo ve stanicích, mohou nastat v případě poruchy DOZ či jiné mimořádné události problémy s plynulostí a obnovou provozu. Doprava mezi Českou Třebovou a Břeclaví (přes Olomouc), mezi Břeclaví a Brnem či mezi Přerovem a výhybnou v Polance nad Odrou je tak například řízena z centrálního dispečerského pracoviště Přerov (viz Obr. 9).



Obr. 9: Centrální dispečerské pracoviště Přerov

Zdroj: AŽD Praha (©2016)

4.2 ZABEZPEČENÍ PROVOZU ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY

Jak již bylo uvedeno v úvodu této kapitoly, zabezpečení železničního provozu je v ČR realizováno pomocí zabezpečovacích zařízení (ZZ), která se svým charakterem liší. Jízdu mezi dopravami lze zabezpečit šesti možnými způsoby: jízdou bez zabezpečovacího zařízení organizovanou výpravčím, telefonickým dorozumíváním, poloautomatickým blokem, automatickým hradlem, automatickým blokem a jízdou podle rozhledových poměrů za nemožného dorozumění. Pro účely této práce je zbytečné popisovat jednotlivé způsoby a jejich specifika. Zabezpečení jízdy vlaků ve stanicích je realizováno staničními zabezpečovacími zařízeními (SZZ). Ty kontrolují, případně nahrazují činnost

drážních zaměstnanců při řízení dopravy. V českém železničním provozu se používají tři základní typy SZZ:

- 1) **SZZ I. kategorie** – patří k nejjednodušším a nejméně bezpečným zařízením, které se používá ve stanicích s malým provozním zatížením. U tohoto typu SZZ neexistuje závislost mezi polohou výhybek a polohou návěstidla, volnost vlakové cesty je zjišťována pouze pohledem a výměny se zabezpečují pomocí výměnových klíčů.
- 2) **SZZ II. kategorie (mechanická SZZ)** – používá se v menších stanicích, existuje zde již základní závislost mezi polohou výhybek a polohou návěstidel. Výměny se staví ze stavědel, návěsti staví signalista.
- 3) **SZZ III. kategorie (reléové SZZ)** – existuje plná závislost mezi volností vlakové cesty, polohou návěstidel a polohou výhybek. Zařízení umístěné v kolejišti se ovládá zpravidla z jednoho místa (ústředního stavědla). Volnost vlakové i posunové cesty se zjišťuje pomocí kolejových obvodů.

Bezpečnost v místech úrovněného křížení pozemních komunikací s železniční dráhou, tj. v místech železničních přejezdů zajišťují přejezdová zabezpečovací zařízení (PZZ). Podle zákona 266/1994 Sb., §6 odst. 1 musí být místo křížení označeno a zabezpečeno. O rozsahu a způsobu zabezpečení rozhoduje drážní úřad po předchozím vyjádření příslušného orgánu Policie České republiky (tamtéž §6 odst. 2). PZZ včasným spuštěním výstrahy varuje účastníky silničního provozu před blížícím se vlakem, který má přednost před provozem na pozemních komunikacích (tamtéž §6 odst. 3). Výstraha může být světelná (blikající světlo), zvuková (úder zvonce, houkačky) nebo mechanická (sklopené břevno závory do vodorovné polohy s pozemní komunikací). Podle druhu zabezpečení lze rozdělit přejezdy na zabezpečené a nezabezpečené. Podle druhu základní výstrahy poté můžeme rozdělit PZZ na mechanická přejezdová zabezpečovací zařízení (PZM) a světelná přejezdová zabezpečovací zařízení (PZS). Více jak polovina (53,1 %) železničních přejezdů je zabezpečena pouze výstražným křížem, dále pak 27,2 % PZS bez závor, 14,7 % PZS se závorami, 4,5 % mechanickým PZZ a 0,5 % přejezdů je zabezpečeno jinak (SŽDC, 2014a). Zejména vysoký počet přejezdů zabezpečených pouze výstražným křížem představuje vysoké riziko srážek vlaků s osobami nebo automobily.

Technická zařízení, která kontrolují činnost strojvedoucího vlaku, se nazývají vlaková zabezpečovací zařízení (VZZ). K tomu dochází pomocí vlakového zabezpečovače, jehož součástí je tzv. tlačítko bdělosti, které periodicky kontroluje bdělost strojvedoucího jedoucího vlaku. Pokud strojvedoucí nereaguje na světelný ani zvukový signál, dojde k automatickému brzdění vlaku. VZZ se skládá z části traťové a části mobilní. Mobilní část je umístěna na hnacím vozidle, popř. řídicím vozidle. Přijímá a vyhodnocuje informace z trati, případně přenáší informace z vozidla na trať. Část traťová je umístěna na trati nebo ve stanici a podle přenosu informací z tratě na vlak se traťová VZZ dělí do tří kategorií:

- **systém bodový** – přenos informace se uskutečňuje v určitých místech trati, tj. v místech okamžiku průjezdu vozidla přes přenosový bod;
- **systém liniový** – přenos informace se uskutečňuje v celém traťovém úseku;
- **systém kombinovaný** – využívá vlastnosti obou uvedených systémů, pro přenos návěstí se používá liniový způsob, pro doplňkové informace o omezení rychlosti apod. poté systém bodový.

V současnosti můžeme sledovat postupný přechod na jednotný celoevropský systém pro zabezpečení jízdy vlaku (ETCS). Tento systém by měl postupně nahradit několik různých národních systémů¹⁴ vlakových zabezpečovačů a tak umožnit vedení vlaků na území Evropy bez nutnosti měnit hnací vozidla na státních hranicích či vybavovat tato vozidla různými typy zabezpečovačů. Systém ETCS disponuje úplnou kontrolou rychlosti s kombinovaným přenosem informací na vozidlo a naopak z něj do centrály. V případě pochybení strojvedoucího musí zajistit bezpečnost vlakové dopravy. Sleduje například i sklonový profil, kdy spolu s informacemi o brzdných schopnostech vlaku vytváří brzdné křivky daného vlaku vzhledem k situaci, ve které se nachází. V případě překročení brzdné křivky dojde k upozornění strojvedoucího, provoznímu brzdění či automatickému užití rychlobrzdy. Mezi přenášené informace patří rychlost, trasa či směr jízdy vlaku. (VŠB-TU Ostrava, 2009b)

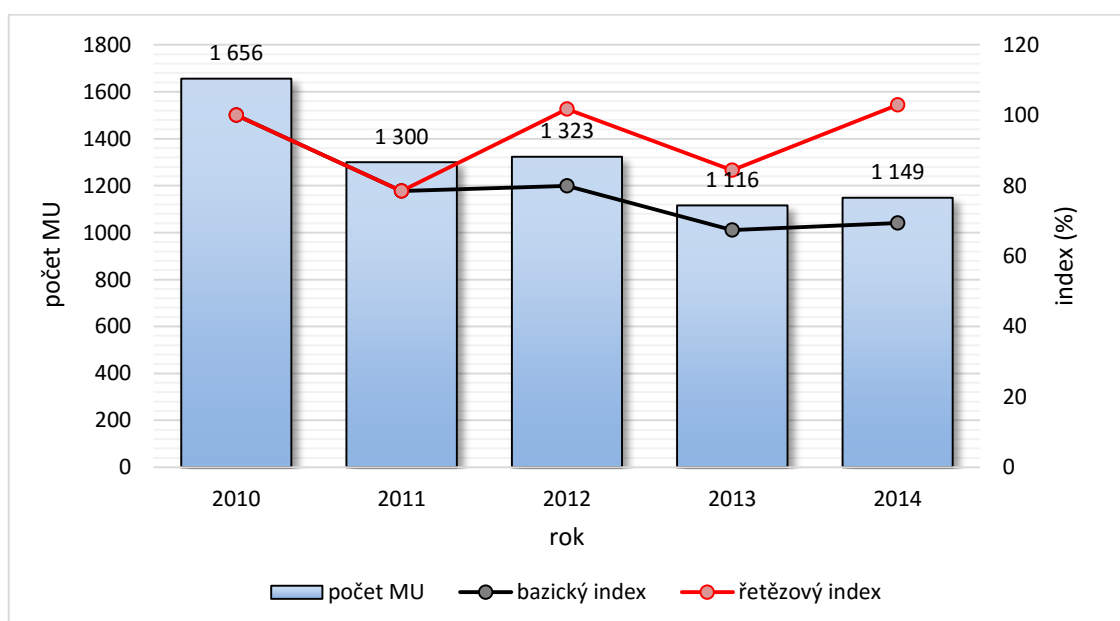
¹⁴ V Československu se používal liniový vlakový zabezpečovač LS, v Maďarsku EVM 120, na Slovensku MIREL, ve Velké Británii bodový vlakový zabezpečovač AWS, v Polsku SHP a další.

5 MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI V DRÁŽNÍM PROVOZU

Problematika mimořádných událostí (MU) byla již nastíněna v úvodní kapitole. V té bylo uvedeno jak je termín „mimořádná událost“ podle zákona č. 266/1994 Sb. chápán a dále byly uvedeny některé významné MU, které ovlivnily železniční provoz na území ČR. Tato kapitola si kromě základního přehledu klade za cíl i seznámit s postupem v případě vzniku MU, se způsobem informování veřejnosti o MU v provozu, popisem jednotlivých druhů MU a opatřeními k eliminaci jejich vzniku.

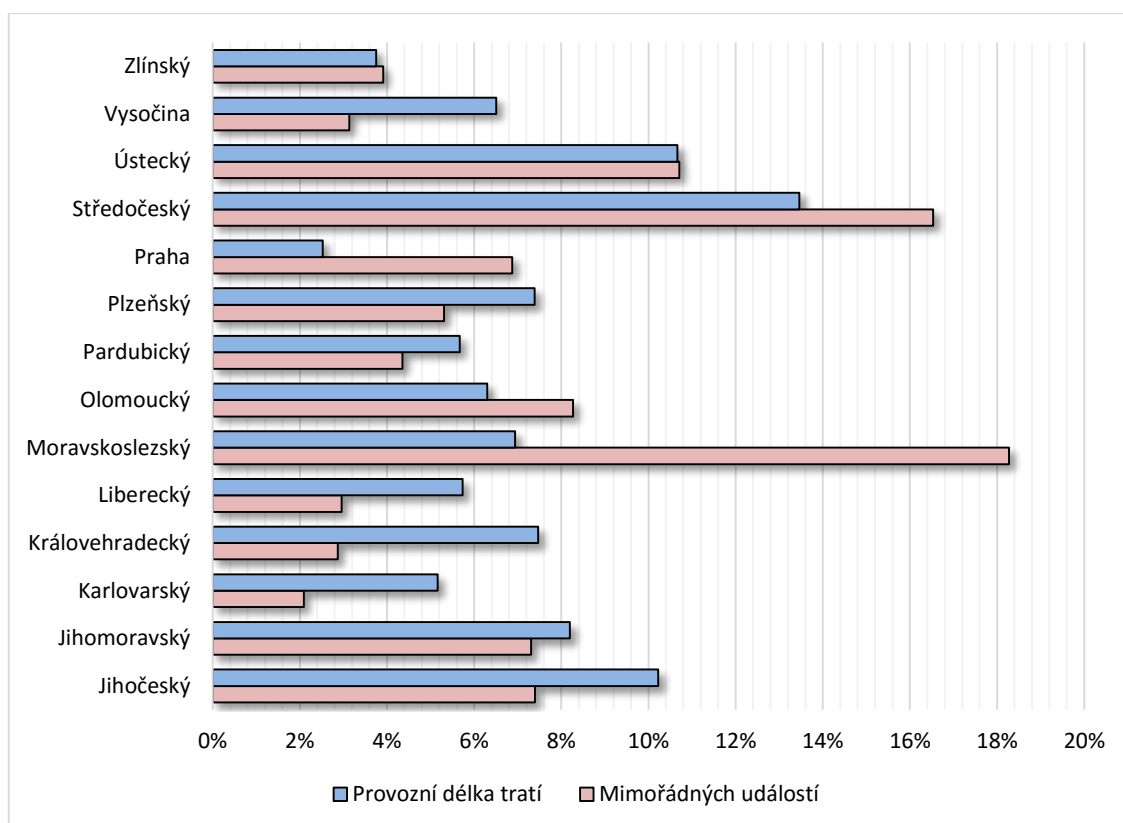
5.1 ZÁKLADNÍ PŘEHLED

V roce 2014 evidovala Drážní inspekce celkem 1 149 mimořádných událostí v drážním provozu, což je o 33 více než v roce 2013. Počet MU nicméně od roku 2010 spíše klesá (viz Obr. 10). Nejvíce evidovaných MU je na dráze celostátní (789), dále na drahách regionálních 228 a na vlečkách 132. Takové zjištění není překvapením, jelikož se celostátní dráhy vyznačují vyšší intenzitou železničního provozu. V roce 2014 bylo nejvíce MU (210) zaznamenáno v Moravskoslezském kraji, což představovalo 18,28 % všech MU v celé ČR. Moravskoslezský kraj přitom nedisponuje ve srovnání s ostatními kraji vyšší provozní délkou tratí (viz Obr. 11). Nejméně MU je evidováno v kraji Karlovarském, a to 24 (2,09 %). Tento výsledek lze pravděpodobně přičíst nižší délce železničních cest.



Obr. 10: Vývoj počtu mimořádných událostí v období 2010–2014 evidovaných DI

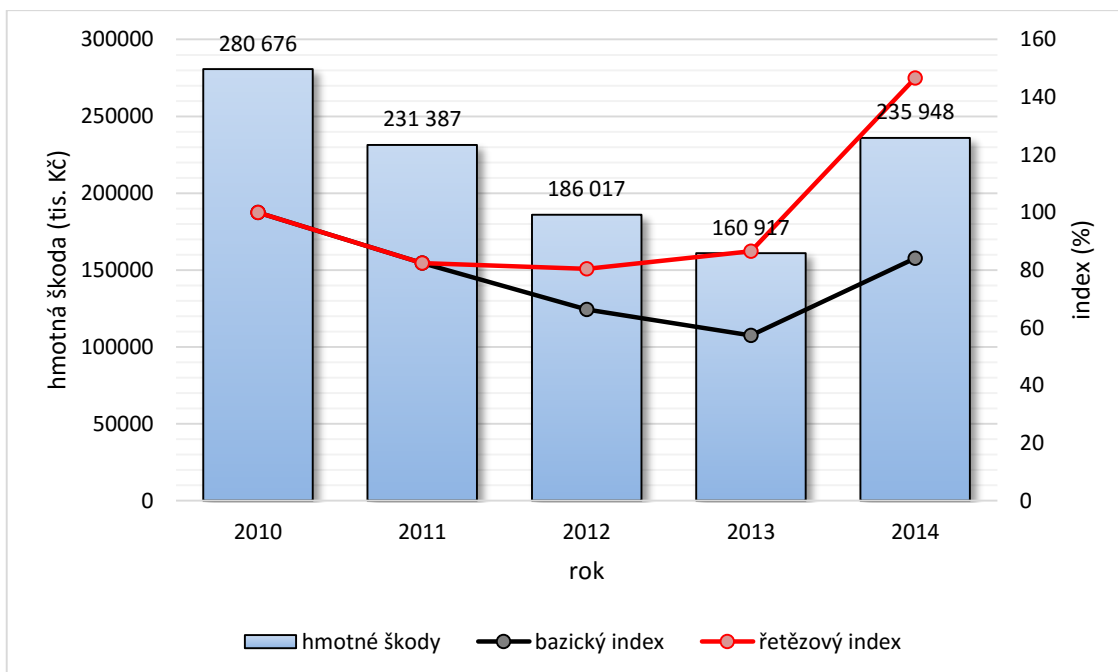
Zdroj: Drážní inspekce (2015), vlastní zpracování



Obr. 11: Procentuální rozložení MU v jednotlivých krajích ČR v roce 2014 podle DI

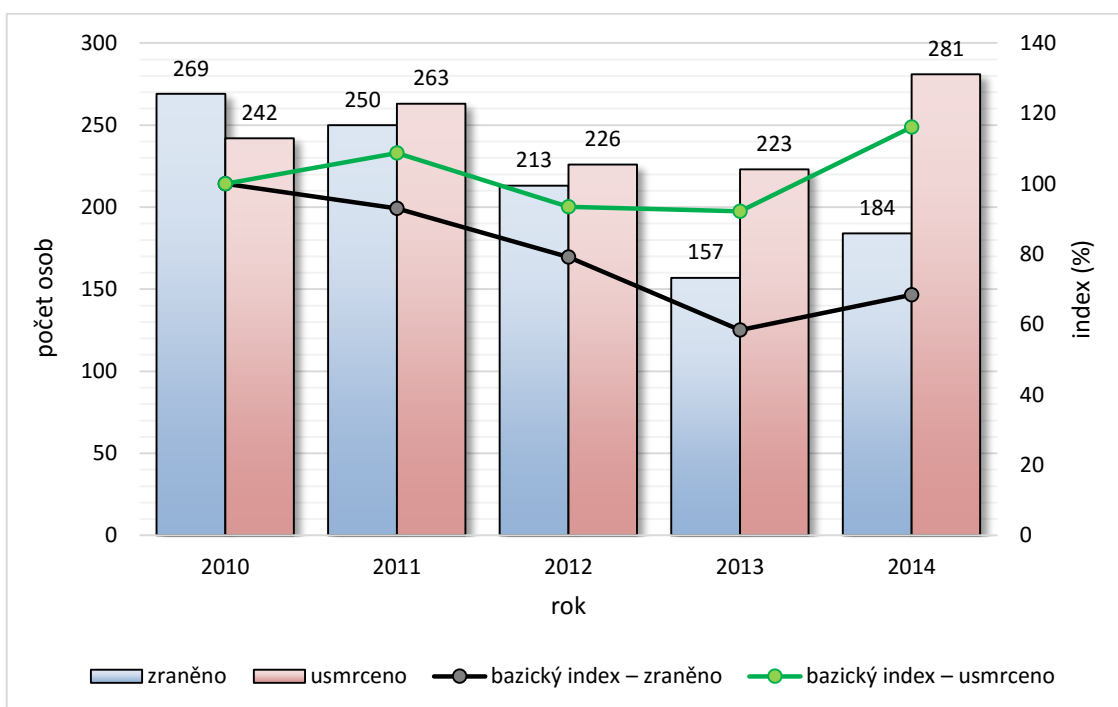
Zdroj: Drážní inspekce (2015), Ministerstvo dopravy (2014), vlastní zpracování

SŽDC evidovala v roce 2014 celkem 999 mimořádných událostí v provozu, tedy o 150 méně než Drážní inspekce (SŽDC, 2015a). To je pravděpodobně způsobeno tím, že SŽDC není správcem veškeré železniční infrastruktury na území ČR. Vývoj počtu mimořádností je nicméně stejný jako v případě evidence Drážní inspekce. I přes zjevný trend snižování počtu MU nedošlo ke snížení hmotných škod, které byly v roce 2014 ze sledovaného období (2010–2014) druhé nejvyšší. Snížení počtu MU tedy ne vždy vede i k nižším hmotným škodám. Méně událostí závažného charakteru může způsobit daleko větší hmotné škody než mnoho nezávažných událostí. Stejně pravidlo platí i pro počty zraněných a usmrcených osob v důsledku provozování železniční dopravy. V roce 2014 bylo usmrceno 281 osob, nejvíce za posledních 10 let. Vzhledem k celkovému počtu MU došlo k usmrcení osoby v 25 % případů. Počet zraněných je nicméně druhý nejnižší (184) za tuto dekádu. Nejvíce osob bylo poté usmrceno ve Středočeském kraji (54), nejméně naopak v kraji Karlovarském (4). Zraněných bylo nejvíce opět ve Středočeském kraji (25) a nejméně v Libereckém a Pardubickém, kde bylo shodně evidováno 6 zraněných osob (Drážní inspekce, 2015).



Obř. 12: Vývoj hmotných škod na infrastruktře spravované SŽDC v letech 2010–2014

Zdroj: SŽDC (2015a), vlastní zpracování



Obř. 13: Vývoj počtu zraněných a usmrcených osob v důsledku provozování drážní dopravy v letech 2010–2014 podle Drážní inspekce

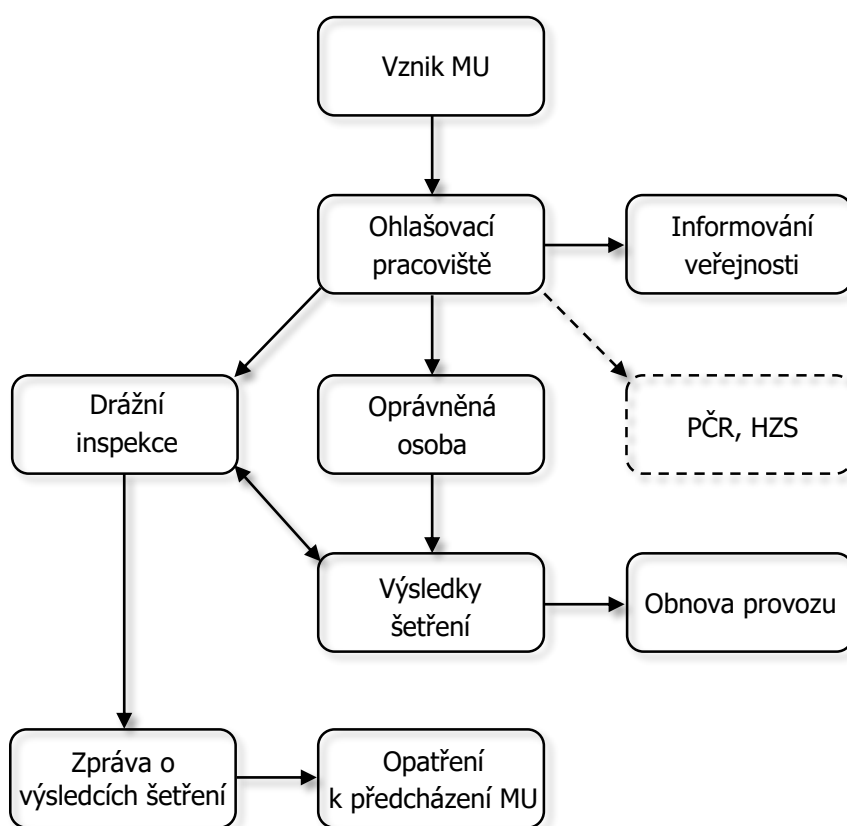
Zdroj: Drážní inspekce (2015), vlastní zpracování

5.2 POSTUP V PŘÍPADĚ VZNIKU MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI

Povinnosti provozovatelů a dopravců dráhy v případě vzniku MU ukládá v §49 odst. 3 písm. a, b, c, d zákon 266/1994 Sb. Takto uložené povinnosti jsou blíže specifikovány i v §7–14 vyhlášky č. 376/2006 Sb., o systému bezpečnosti provozování dráhy a drážní dopravy a postupech při vzniku MU na dráhách, ve znění vyhlášky č. 248/2010 Sb. Kromě uvedených legislativních dokumentů existuje i vnitřní předpis SŽDC D17 pro hlášení a šetření MU. Z těchto dokumentů je možné sestavit obecný postup při vzniku MU:

- 1) provozovatel dráhy a dopravce zřizují samostatná nebo společná ohlašovací pracoviště, která zajistí ohlášení vzniku mimořádné události;
- 2) vznikne-li mimořádná událost při provozování dráhy nebo drážní dopravy, provozovatel dráhy a dopravce zajišťuje, aby každý zaměstnanec ve smluvním vztahu k těmto subjektům neprodleně ohlásil její vznik na ohlašovací pracoviště;
- 3) ohlašovací pracoviště provede opatření k zabránění vzniku dalších škod a bezodkladně ohlásí vznik mimořádné události Drážní inspekci, v některých případech i Policii ČR nebo HZS ČR;
- 4) ke zjištění příčin a okolností vzniku MU pověřuje provozovatel dráhy a dopravce (každý samostatně) osobu odborně způsobilou k činnosti vykonávané v rámci předmětu podnikání (pověřenou osobu);
- 5) pověřená osoba je oprávněna k zajištění místa MU, k pořízení dokumentace, k vyhodnocení příčin a okolností vzniku MU, k návrhu odpovědnosti za její vznik apod., na požádání umožňuje zaměstnancům Drážní inspekce nahlížet do veškeré pořízené dokumentace související se vznikem MU (výpovědi zaměstnanců, vyhodnocení činnosti zařízení atd.);
- 6) pokud tomu nebrání jiné okolnosti a Drážní inspekce vydala souhlas k uvolnění dráhy, je možné obnovit provoz;
- 7) dokumentaci zjištěných skutečností vede pověřená osoba ve spisu, jehož součástí jsou výsledky zjišťování okolností vzniku MU, včetně navržení odpovědnosti za její vznik;
- 8) vyhodnocení příčin a okolností vzniku závažné nehody nebo nehody zasílá provozovatel dráhy nebo dopravce zpravidla do 60 dnů od vzniku MU Drážní inspekci a drážnímu správnímu úřadu;

- 9) Do 6 měsíců od vzniku MU vypracuje Drážní inspekce zprávu o výsledcích šetření příčin a okolností vzniku MU;
- 10) provozovatel dráhy a dopravce přijímá s přihlédnutím k tomuto vyhodnocení odpovídající vlastní opatření k předcházení vzniku následných MU a kontroluje jejich plnění.



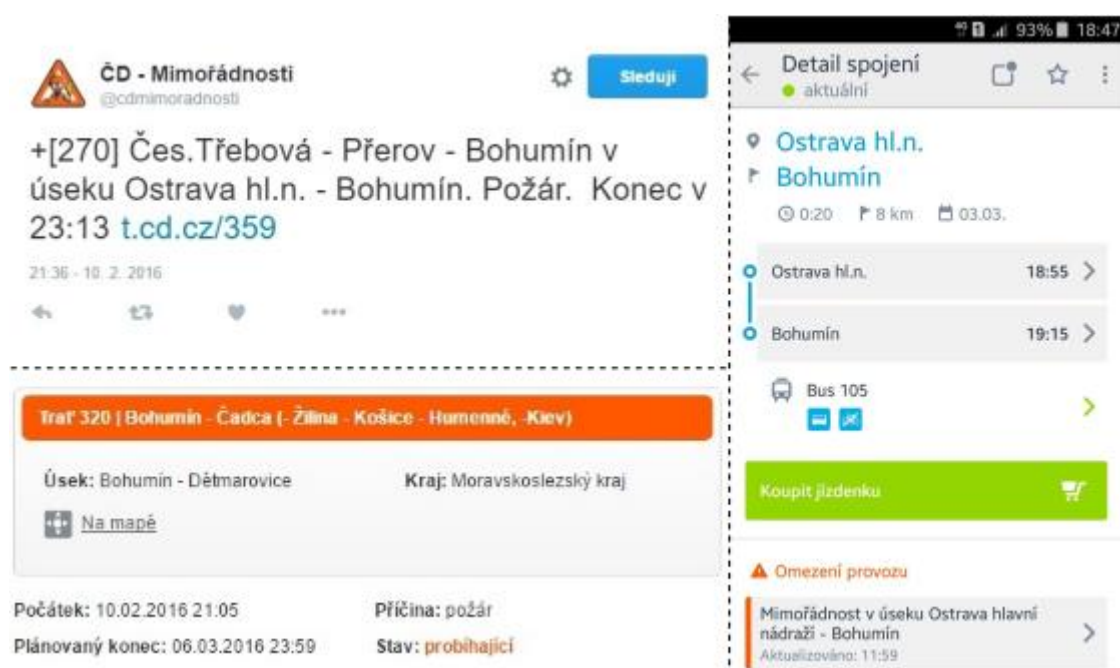
Obr. 14: Zjednodušené schéma postupu v případě vzniku MU

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě ustanovení §67 zákona 133/1985 Sb., o požární ochraně byl zřízen Hasičský záchranný sbor Správy železniční dopravní cesty (HZS SŽDC), který se kromě hašení požárů v obvodu dráhy podílí i na odstranění následků ostatních mimořádných událostí v železničním provozu ČR. Tento sbor tedy například odstraňuje následky nehod, kalamitních situací, překážek v provozu či se podílí na eliminaci a odstranění ekologických havárií. Drážní hasiči ovšem bojují také se zastaralou technikou, průměrné stáří cisteren, jeřábů a těžké techniky se pohybuje kolem 25 let. V roce 2012 poté pracovalo v řadách HZS SŽDC 462 zaměstnanců (Jaňurek, 2012).

5.3 INFORMOVÁNÍ VEŘEJNOSTI O MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTECH

Dopravci se zejména v osobní železniční dopravě snaží informovat cestující o mimořádných událostech v provozu formou různých informačních kanálů. Takové informace se po zanesení do jejich vnitřních systémů objevují na jejich internetových stránkách, Facebooku¹⁵, Twitteru¹⁶, RSS¹⁷, prodejních kanálech (e-shop, UNIPOK¹⁸) či aplikacích pro vyhledávání spojů (Můj vlak, IDOS). U některých dopravců je také možné využívat službu aktivního informování o vzniku mimořádné události prostřednictvím e-mailu či SMS zpráv.



Obr. 15: Vybrané veřejné kanály informující o mimořádnostech v provozu

Zdroj: ČD (©2016), vlastní úprava

Praktická část této práce vychází z informací zveřejňovaných prostřednictvím internetových stránek ČD a twitterových účtů ČD (viz kapitola 6.1). Kromě twitterového účtu @cdmimoradnosti, na kterém jsou zveřejňovány mimořádné události v drážním provozu (i v nákladní dopravě) na území ČR, existují i účty krajské (viz Tab. 2). Na těch

¹⁵ Facebook je sociální síť, která umožňuje komunikaci s přáteli či ostatními uživateli.

¹⁶ Twitter je poskytovatel sociální sítě, který umožňuje uživatelům posílat příspěvky nebo číst příspěvky zaslané jinými uživateli. Tyto příspěvky se nazývají tweety a mohou mít maximální délku 140 znaků.

¹⁷ Technologie RSS (Rich Site Summary) umožňuje uživatelům internetu přihlášení odběru novinek těch internetových stránek, které to nabízejí (velmi často zpravodajské portály).

¹⁸ Program sloužící ČD k výdeji jízdenek, vyhledávání vlakových spojů, polohy vlaku apod.

jsou zveřejňovány události, které se primárně týkají tratí v daném kraji a navíc jsou zde uvedeny i informace o výlukách, tj. plánovaném přerušení provozu. Zveřejňování probíhá prostřednictvím robota napojeného na dispečerský aparát a centrální databázi výluk a mimořádností. Časová prodleva mezi zanesením informace do této databáze a zveřejněním by měla být v řádu sekund (Petrovský, 2013). Vzhledem k faktu, že ČD provozují dopravu téměř na celé železniční síti ČR a každý den vznikne v provozu mnoho mimořádností, se tento způsob informování může jevit jako neefektivní. Cestující totiž mohou mít problémy nalézt požadované informace v „záplavě“ informací z ostatních tratí. Ani členění na krajské účty tento problém neřeší, jelikož mnoho vlaků stejně projíždí více kraji. Uživatel by tak musel sledovat několik krajských účtů, což problém vrací zpět na začátek. Řešením by mohlo být vytvoření účtů podle typu jednotlivých vlaků, např. samostatný účet pro vlaky Pendolino atd. (Some move, 2013).

Tab. 2: Přehled twitterových účtů ČD o MU v provozu

Kraj (NUTS 3)	Název účtu	Vznik účtu
Praha	@cdomezenipha	03/2013
Středočeský	@cdomezenistr	03/2013
Plzeňský	@cdomezeniplz	03/2013
Vysočina	@cdomezenivys	03/2013
Olomoucký	@cdomezeniolm	03/2013
Jihomoravský	@cdomezenijm	03/2013
Moravskoslezský	@cdomezenimsz	03/2013
Královohradecký	@cdomezenihk	03/2013
Pardubický	@cdomezenipce	03/2013
Zlínský	@cdomezenizln	03/2013
Jihočeský	@cdomezenijc	03/2013
Ústecký	@cdomezeniust	03/2013
Karlovarský	@cdomezenikv	03/2013
Liberecký	@cdomezenilib	03/2013
ČR	@cdmimoradnosti	07/2012

Zdroj: Twitter (©2016), vlastní zpracování

Struktura zveřejněných informací o mimořádnostech v provozu je jak na internetových stránkách ČD, tak na Twitteru ČD téměř stejná. Vždy je uvedeno datum a čas počátku, plánovaný konec, číslo trati, slovní popis trati, dotčený úsek a příčina. ČD kategorizují mimořádné události z hlediska příčiny do několika skupin (viz kapitola 5.4).

5.4 PŘÍČINY VZNIKU MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ

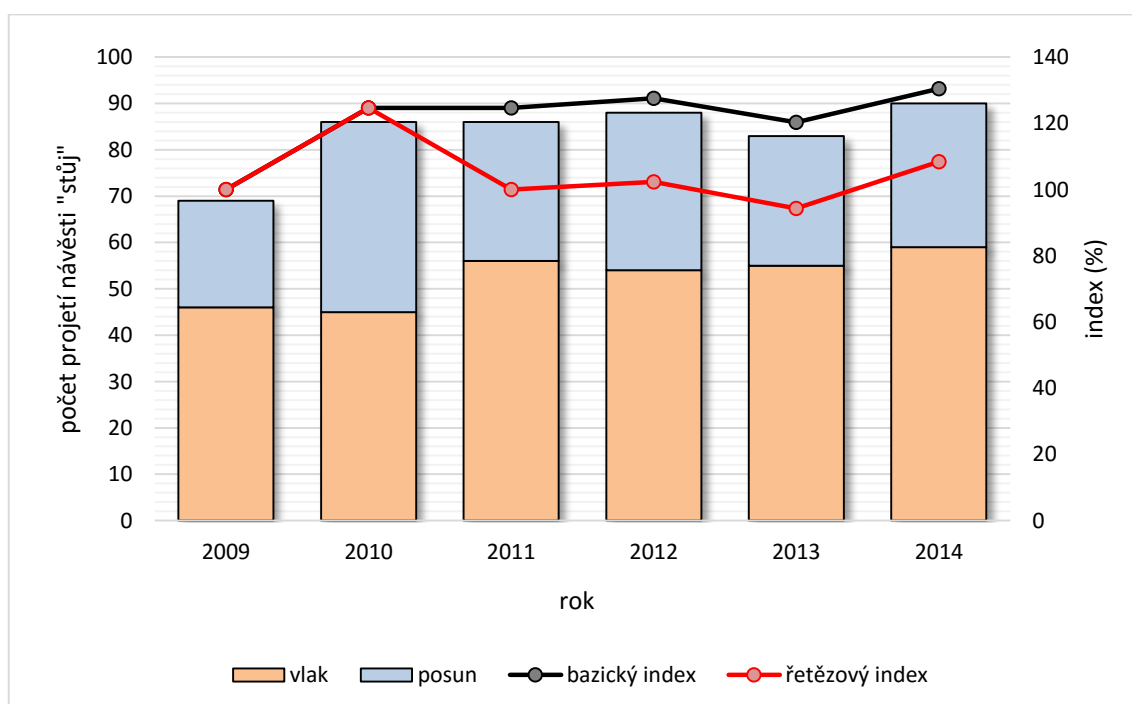
Vznik každé MU je podmíněn určitou příčinou. Tyto příčiny lze rozdělit do dvou hlavních kategorií. První zahrnují ty události, které vznikly v důsledku lidského činitele, důsledkem selhání technické infrastruktury či dopravních prostředků – faktory umělé. Do této kategorie je pak možné zařadit různé nehody, závady či poruchy. Do druhé kategorie poté můžeme zahrnout MU vzniklé v důsledku událostí přírodního charakteru – půdní či skalní sesuvy, podemletí a zatopení infrastruktury vodou, sněhové kalamity a další. Bíl et al. (2015, s. 90) v souvislosti se silniční dopravou uvádí, že na rozdíl od silničních nehod a uzavírek mohou události přírodního charakteru kompletně zničit dopravní infrastrukturu. Totéž platí i v dopravě železniční, srážka vlaku s autem ve většině případů znamená jen menší lokální škodu na infrastruktuře, zatímco povodeň může zničit celý traťový úsek. Podle této logiky lze rozdělit poškození železniční infrastruktury do tří kategorií:

- absolutně poškozená železniční infrastruktura;
- částečně poškozená železniční infrastruktura;
- krátkodobé přerušení provozu.

Konkrétní příčiny přerušení provozu vychází pro potřeby této práce ze zveřejněných MU Českými drahami. Ty vymezují 12 kategorií – nehoda, srážka s autem, srážka s osobou, překážka, porucha vozidla, nepravidelnosti v dopravě, závada tratě, dopravní závada, povodeň, kalamita, požár a ostatní. Podrobný popis těchto příčin přerušení provozu je uveden v následujících kapitolách.

5.4.1 Nehoda

Nehodou v drážní dopravě se v této práci rozumí srážka vlaků nebo vykolejení, popř. ekologická havárie. K těmto událostem dochází často vlivem selhání lidského činitele. Může jít kupříkladu o nepovolený vjezd vlaku do obsazeného úseku, jako tomu bylo při srážce vlaků 16. února 2009 v Paskově. Strojvedoucí pravděpodobně přehlédl znamení zakazující jízdu a vjel do jednokolejného úseku, kde došlo k následné srážce s protijedoucím vlakem (Šťastný, 2009). V roce 2014 evidovala Drážní inspekce celkem 59 případů, kdy vlak projel návěst zakazující jízdu a 31 případů kdy se tomu stalo při posunu (Drážní inspekce, 2015). Počet takových případů od roku 2009 pozvolna narůstá (viz Obr. 16). Pochybení zaměstnanců dráhy znamenalo i střet vlaků v Čerčanech 14. července 2007 (viz Obr. 17). Rychlík z Prahy do Českých Budějovic vjel na stejnou kolej, kde již stála část příměstského vlaku (více viz Třeček a Bušková, 2008). Kromě pochybení zaměstnanců může docházet k nehodám také vlivem technických závad, ať už na trati nebo na vozidlech. Tento scénář se odehrál například při vykolejení vlaku v Horní Cerekvi 3. července 2015 (viz Streichsbierová, 2015).



Obr. 16: Vývoj počtu projetí návěstí zakazující jízdu v období 2009–2014

Zdroj: Drážní inspekce (2015), vlastní zpracování



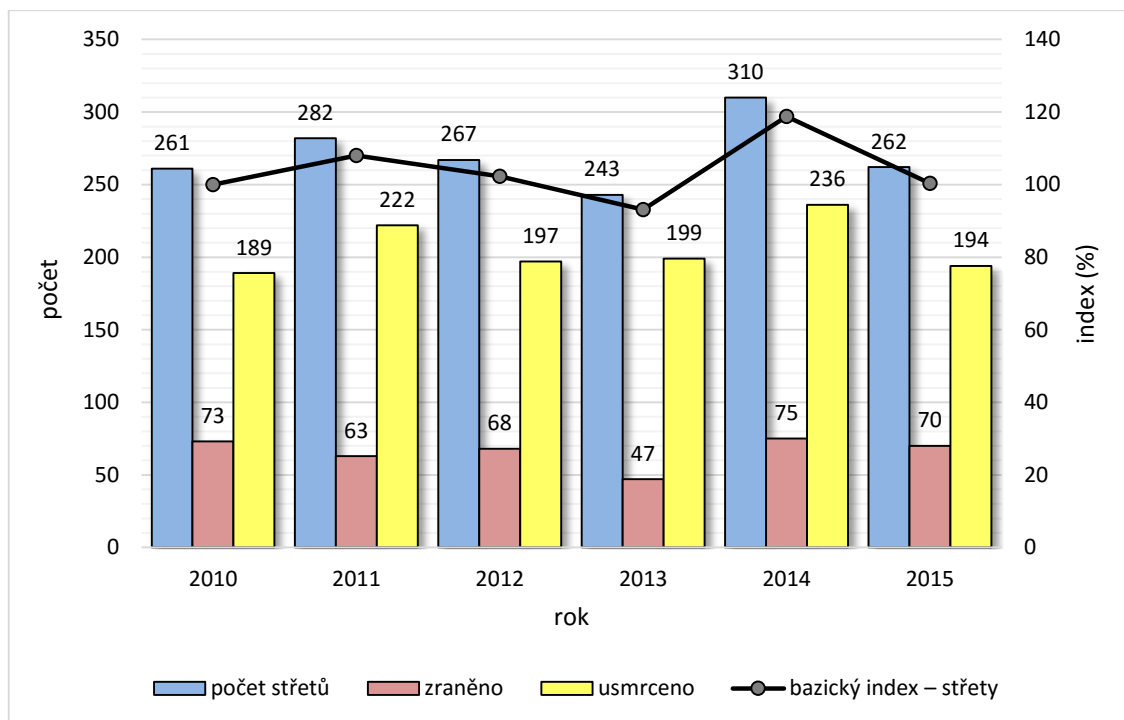
Obr. 17: Srážka vlaků v Čerčanech 14. července 2007

Zdroj: Drážní inspekce (2007), vlastní úprava

5.4.2 Srážka vlaku s osobou nebo automobilem

Ke srážkám vlaků s osobami nedochází pouze v místech úrovněho křížení pozemních komunikací s železniční dráhou (na železničních přejezdech), ale i v ostatních místech obvodu dráhy¹⁹. Osoby, které vstupují na dráhu, nebo na nepřístupná místa obvodu dráhy porušují zákon 266/1994 Sb., ve kterém je v §4a odst. 1 explicitně uvedeno: „*Nikdo nesmí bez povolení provozovatele dráhy vykonávat v obvodu dráhy činnosti, které se považují za podnikání, vstupovat na dráhu a v obvodu dráhy na místa, která nejsou veřejnosti přístupná, pokud zvláštní předpis nestanoví jinak.*“ SŽDC (2014c) dále uvádí, že více než 85 % všech srážek s chodci se odehraje mimo železniční přejezdy. Takto bylo v roce 2015 zaznamenáno 262 střetů, které si vyžádaly smrt 194 osob a zranění 70 osob (Drápal, 2016). Značnou část tvoří sebevraždy, které se podle SŽDC (2014c) podílí více než 80 % na počtu takto usmrcených osob. Ostatní případy jsou způsobeny zejména nedbalostí. Srážka vlaku s osobou má fatální následky. Výstižné je vyjádření generálního ředitele SŽDC Pavla Surého, který uvedl: „*Souboj rychle jedoucího mnohatunového kolosu s člověkem má bohužel snadno předvídatelného vítěze*“ (SŽDC, 2014c). Vývoj střetů osob s drážními vozidly byl mezi roky 2010–2015 kolísavý a nelze tak hovořit o nějakém dlouhodobém trendu (viz Obr. 18).

¹⁹ Podle zákona 266/1994 Sb. je obvod dráhy území určené územním rozhodnutím pro umístění stavby dráhy.



Obr. 18: Vývoj a počty střetů, zraněných a usmrcených osob při střetu s drážními vozidly v období 2010–2015

Zdroj: Drápal (2016), vlastní zpracování

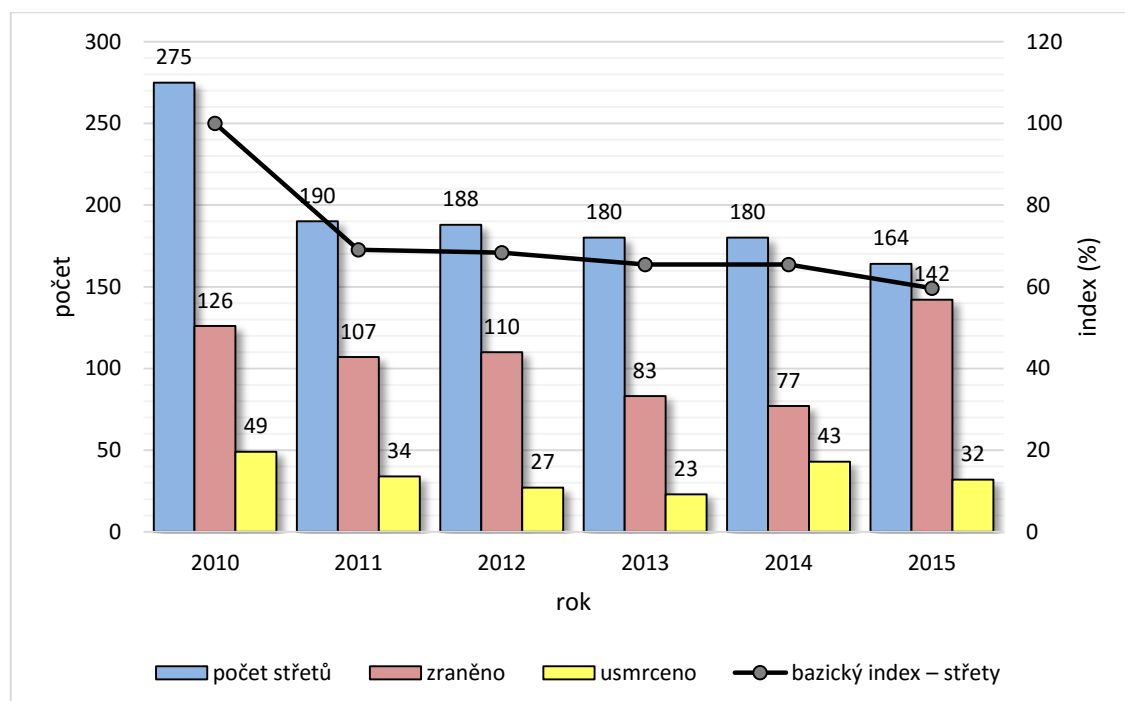
Ke střetům drážních vozidel s automobily (osobními i nákladními) dochází v ČR téměř výhradně na železničních přejezdech. Výjimkou snad může být pouze Bechyňský most Duha, jež je sdruženým mostem pro silniční i železniční provoz (viz Obr. 19). V drtivé většině střetů jsou na vině neukáznění řidiči, kteří nejčastěji ignorují světelnou a zvukovou signalizaci přejezdového zabezpečovacího zařízení nebo se nepřesvědčí o blížícím se vlaku (Drážní inspekce, 2015). Mnoho řidičů porušuje hned několik ustanovení zákona 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích (Neusar, 2008). Ten jim mj. ukládá podle §28 odst. 1 povinnost počínat si před železničním přejezdem zvláště opatrně. Drážní inspekce evidovala v roce 2015 celkem 164 střetnutí na železničních přejezdech, nejvíce na zabezpečených světelnou signalizací bez závor (PZS). Z tohoto počtu bylo 32 osob usmrceno a 135 zraněno (Drápal, 2016). Počet střetnutí nicméně od roku 2010 pozvolna klesá, můžeme tedy sledovat pozitivní trend – viz Obr. 20. Ten pravděpodobně souvisí se snižováním počtu železničních přejezdů a s opatřeními vedoucími ke zvýšení jejich bezpečnosti. Z grafu je rovněž patrné, že snížení počtu střetů ne vždy vede ke snížení

zraněných a usmrcených osob. V roce 2015 byl sice počet střetů nejnižší v celém sledovaném období, nicméně počet zraněných naopak nejvyšší.



Obr. 19: Bechyňský most Duha

Zdroj: Kreneatic (CZ) (2015), vlastní úprava



Obr. 20: Vývoj a počty střetů, zraněných a usmrcených osob na železničních přejezdech v období let 2010–2015

Zdroj: Drápal (2016), vlastní zpracování

5.4.3 Překážka

Překážka na dopravní cestě je podle předpisu D17 SŽDC předmět nebo zvíře (domácí nebo divoké) nacházející se v průjezdném průřezu²⁰. V případě výskytu překážky na dopravní cestě mohou nastat v podstatě tři scénáře:

- 1) překážka na trati je zjištěna včas a včas jsou provedena bezpečnostní opatření;
- 2) strojvedoucí stihne zastavit drážní vozidlo před překážkou;
- 3) strojvedoucí nestihne zastavit drážní vozidlo a dojde ke střetu s překážkou.

První případ se jeví z hlediska bezpečnosti provozu jako ideální. Včas jsou provedena potřebná opatření a po odstranění překážky dochází k obnovení provozu. Ne vždy je ovšem možné v dostatečném předstihu zjistit, že se v daném úseku nachází objekt zasahující do průjezdného průřezu dráhy. V lepším případě poté strojvedoucí stihne drážní vozidlo zastavit. V horším případě strojvedoucí drážní vozidlo zastavit nestihne, například kvůli špatným rozhledovým poměrům, dlouhé brzdné dráze vozidla apod., a dojde ke střetu s překážkou. Tento scénář je ze všech nejhorší možný, jelikož při střetu dochází k ohrožení životů a zdraví všech osob jedoucích ve vlaku. Rovněž také vznikají vyšší hmotné škody na vozidlech a železniční infrastruktuře. Významnou část všech překážek, které se vyskytnou na dopravní cestě, tvoří spadlé stromy, popř. větve. K těmto událostem dochází velmi často při intenzivních bouřkách nebo kalamitních situacích. Podle zjištěných informací evidoval dopravce ČD v roce 2015 celkem 65 střetů se stromy spadlými na trať. Kromě samotných stromů může dojít k zahrazení dopravní cesty také sesuvem skály, jako tomu bylo mezi stanicemi Poniklá a Hrabačov (okres Semily). Osobní vlak zde narazil 28. ledna 2015 do sesunutého skalního masivu a následně vykolejil (viz Obr. 21). Do kategorie překážek spadá i zvíře, která se pohybuje v obvodu dráhy. Takto došlo ke střetu osobního vlaku se stádem krav 19. srpna 2015 mezi Aší a Hazlovem na Chebsku (viz Bruštíková, 2015). Sraženou zvěř nejen na pozemních komunikacích, ale i v prostoru železnic monitoruje například portál www.srazenazver.cz.

²⁰ Stanovený volný prostor, který musí být zachován pro nerušený průjezd vozidel na trati i ve stanicích.



Obr. 21: Srážka osobního vlaku se sesunutým skalním masivem mezi stanicemi Poniklá a Hrabačov (okres Semily) 28. ledna 2015

Zdroj: HZS LK (2015), vlastní úprava

5.4.4 Závada tratě a dopravní závada

Závadou tratě se v této práci rozumí porucha trakčního vedení, porucha zabezpečovacího zařízení nebo jiná technická závada na trati. Porucha trakčního vedení může nastat stržením troleje trakčního vedení jedoucím vlakem (viz Široká a Neprašová, 2015), prasknutím izolátoru trakčního vedení (viz iDNES.cz, 2007) či prasknutím kotevního lana (viz Válková, 2014a). Poruchy zabezpečovacího zařízení vznikají například v důsledku výpadku počítačů (viz ČT, 2016), závad elektroinstalace (viz Válková, 2014b) nebo krádeží měděných kabelů a relé (viz Válková, 2014a). Krádeže jsou poměrně častým jevem, SŽDC proto zavedla monitorování kritických míst kamerovými systémy. Výhybky a kolejové křižovatky prohlížejí při čištění a mazání také zaměstnanci dráhy. Každou poruchu je nutné ihned ohlásit. Jiné technické závady mohou vznikat v letních měsících vlivem vysokých teplot, kdy dochází v některých případech k vybočení kolejí. V kategorii dopravních závad jsou poté zahrnuty závady jiného, než výše uvedeného charakteru ovlivňující železniční provoz na území ČR.

5.4.5 Kalamita a povodeň

Železniční doprava byla již mnohokrát přerušena vlivem nenadálé kalamitní situace. Do kategorie kalamit jsou zařazeny sněhové přívaly, větrné smrště či ledovka. Významnou byla například sněhová kalamita mezi 11. a 13. březnem 2005, kdy došlo k zavátí a následnému zastavení provozu na několika tratích. Obnovení provozu nastalo až po nezbytném protažení dopravních cest sněhovými frézami a pluhy. Kvůli namrzlému trakčnímu vedení mezi 1–3. prosincem 2014 byl také značně narušen provoz železniční dopravy využívající elektrickou trakci. Za kalamitní stav lze považovat i povodeň, která je v této práci zařazena do samostatné kategorie. Při povodni v roce 2010 bylo například poškozeno až 950 km železničních tratí, z toho 938 km na území Moravskoslezského kraje (VÚV TGM, 2011). Poškození infrastruktury je ve většině případů fatální (viz Obr. 22), u vedlejších tratí potom nastává diskuse, zda je vůbec výhodné investovat do obnovy jejich provozu. Příkladem může být již zmíněná trať z Nového Jičína do Hostašovic a trať z Kout nad Desnou do Šumperka.



Obr. 22: Trať 293 z Kout nad Desnou do Šumperka zničená povodní v roce 1997

Zdroj: MF DNES (2012), vlastní úprava

5.4.6 Porucha vozidla

V českém železničním provozu se podle zveřejňovaných mimořádností ČD vyskytují poruchy železničních kolejových vozidel (ŽKV) poměrně pravidelně. Na druhou stranu se jich v provozu pohybují denně tisíce. Míra poruchovosti ŽKV se odvíjí bezesporu od jejich stáří a v případě vysoké poruchovosti vznikají ztráty nejen v důsledku oprav, ale mnohdy také v důsledku sankcí ze strany objednatele dopravy za opožděné dodání nákladu. Technickým stavem, spolehlivostí a údržbou ŽKV se zabývali například Famfulík (2002), Kloutvor (2005) nebo Sojka (2005). Mezi nejspolehlivější ŽKV ČD patří elektrické jednotky řady 680 (Pendolino) a naopak z nových vozidel mezi nejproblémovější jednotky řady 840 (Navrátil, 2014). Dopravci při obnově vozového parku musí často posuzovat jak náklady fixní (cena) tak náklady variabilní (provoz).

5.4.7 Požár

Příčinou vzniku požáru v obvodu dráhy může být nedbalost, úmysl ale i technická závada. Organizaci zabezpečení požární ochrany SŽDC upravuje vnitřní předpis SŽDC Ob14. Jelikož je 34 % železniční sítě ČR elektrifikováno, vznikají speciální požadavky při hašení požárů v železniční dopravě. Na odstranění požáru se tak podílí mj. speciálně vyškolený Hasičský záchranný sbor Správy železniční dopravní cesty (HZS SŽDC). Činností HZS SŽDC se zabýval například Prajka (2014) nebo Měřička (2014). V Bojovém řádu jednotek požární ochrany (viz HZS ČR, ©2015) lze poté nalézt i jednotlivé metodické postupy pro hašení požárů podle jejich charakteru. Dne 10. února 2016 vznikl velmi rozsáhlý požár v drážních objektech u železniční stanice Bohumín, v jehož důsledku musela být úplně zastavena železniční doprava. Takto hořelo na třech místech – na hlavním stavědle, v opravárenské hale a v prostoru chráničky elektrorozvodů. Z provozu muselo být vyřazeno Ústřední stavědlo, ze kterého je doprava v oblasti řízena. Poškozeny byly také železniční přejezdy, celková škoda je pak odhadována na více než 100 milionů Kč. Příčina vzniku je stále v šetření (Běčák, 2016).



Obr. 23: Požár lokomotivy 16. května 2011 v železniční stanici Přerov

Pzn.: Zásah prováděla jednotka HZS SŽDC a profesionální jednotka přerovské stanice.

Zdroj: Hošák (2011), vlastní úprava

5.4.8 Nepravidelnosti v dopravě

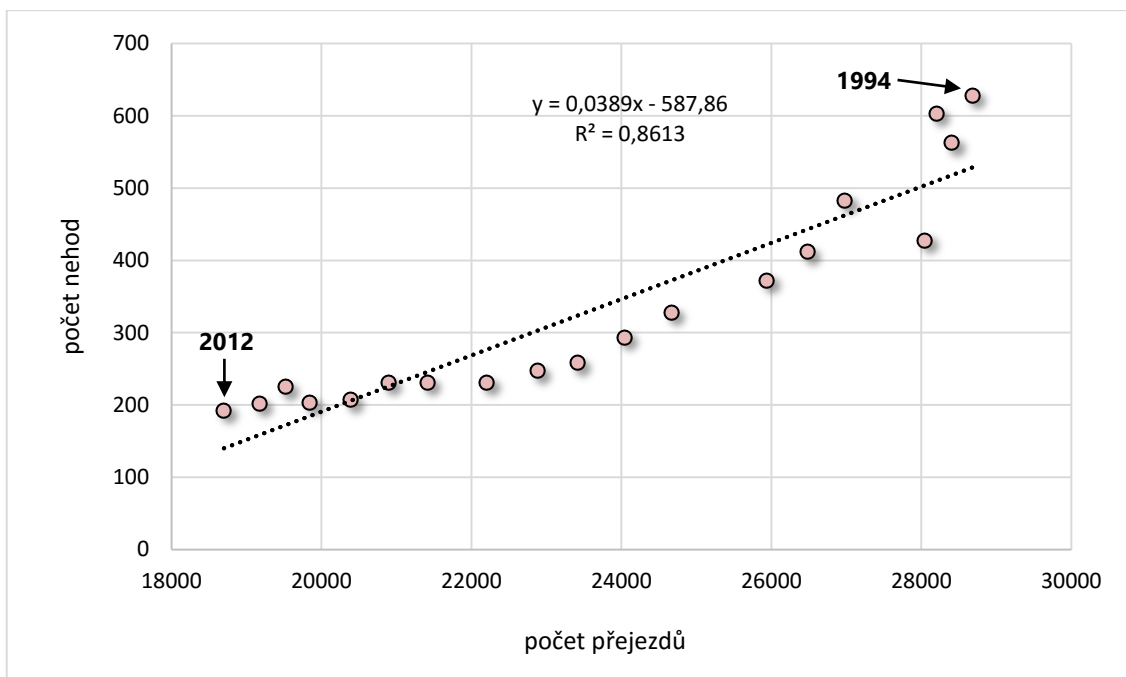
Zpoždění vlaků mohou být důsledkem již uvedených příčin (nehoda, překážka, porucha vozidla apod.), ovšem v těchto případech se nejedná o primární příčinu, nýbrž o doprovodný jev. V případech, kdy je zpoždění příčinou jiné než výše uvedené události, dochází k zařazení do této kategorie. Mezi takové události patří například zpoždění v důsledku křižování vlaků na jednokolejné trati, pozdní přistavení soupravy, čekání na přípojný vlak, zpoždění vzniklé v zahraničí apod. Informace o zpožděních jsou dostupné také prostřednictvím různých veřejných kanálů (viz kapitola 5.3).

5.4.9 Ostatní

Mimořádné události, které nespádají ani do jedné z již uvedených kategorií jsou uváděny v kategorii ostatní. Může se jednat o zásahy Policie ČR, stávky železničních zaměstnanců či evakuace v důsledku hrozeb bombových útoků. Takové události nejsou moc časté, nicméně pokud nastanou, mohou znamenat i významné přerušení železniční dopravy.

5.5 OPATŘENÍ K ELIMINACI VZNIKU MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ

Bezpečnost železničního provozu lze zvýšit různě finančně i technicky náročnými opatřeními. Snížení míry nehodovosti je možné docílit modernizací zabezpečovacích zařízení, které by daleko více kontrolovaly činnost zaměstnanců a zamezovaly tak vzniku nežádoucích chyb. Kromě zamezení selhání lidského faktoru by modernizací pravděpodobně došlo i ke snížení počtu technických závad. Taková opatření jsou nicméně velmi finančně nákladná a s jejich postupnou realizací je možné počítat spíše v dlouhodobějším horizontu. V oblasti zabezpečení železničních přejezdů platí jednoduché pravidlo: „nejlepší železniční přejezd je ten, který neexistuje.“ Na tom se shodují i odborníci, stavba mimoúrovňových křížení je ovšem drahá (Dolejší, 2015). Snížování počtu přejezdů, kterých je v českém železničním provozu stále poměrně mnoho, by mělo vést k poklesu srážek drážních vozidel s automobily a osobami. Dokládá to příklad ze Spolkové republiky Německo, kde došlo ve sledovaném období 1994–2012 k masivnímu rušení železničních přejezdů. V tomto mezidobí bylo zrušeno 9 983 přejezdů a u stávajících se uplatňovala intenzivní snaha o zvýšení jejich bezpečnosti. Tento pokles koreloval s poklesem nehodovosti, lze tedy tvrdit, že mezi počtem přejezdů a počtem nehod existuje silný příčinný vztah (viz Obr. 24). V ČR bylo v roce 2014 zrušeno 49 přejezdů, což je vzhledem k celkovému počtu 8 001 přejezdů velmi nízké číslo (0,61 %). V již zmíněné SRN bylo mezi roky 1994–2012 naopak každý rok rušeno průměrně 2,42 % přejezdů. V posledních letech je počet usmrčených osob na železničních přejezdech v SRN a ČR srovnatelný, nicméně v SRN je přibližně 2,4 krát více úrovnových křížení než v ČR. U těch přejezdů, které nemohou být z jakéhokoliv důvodu zrušeny, by mělo docházet ke zlepšení jejich zabezpečení. Jak již bylo v kapitole 5.4.2 zmíněno, v roce 2015 bylo nejvíce střetnutí zaznamenáno na přejezdech s PZS bez závor. Jako prvotní opatření, ne tak nákladné jako zrušení přejezdu, by mohla být instalace závor, které částečně eliminují přehlédnutí světelné signalizace ze strany řidičů, popř. cyklistů a chodců. Ke zvýšení bezpečnosti bezesporu přispívá i zlepšení rozhledových poměrů, kterých je možné docílit odstraněním různých křovin zasahujících do zorného pole jak řidiče, tak strojvedoucího vlaku. Dále by měla probíhat intenzivní osvěta řidičů a osob v oblasti bezpečného počínání v okolí železničních přejezdů.



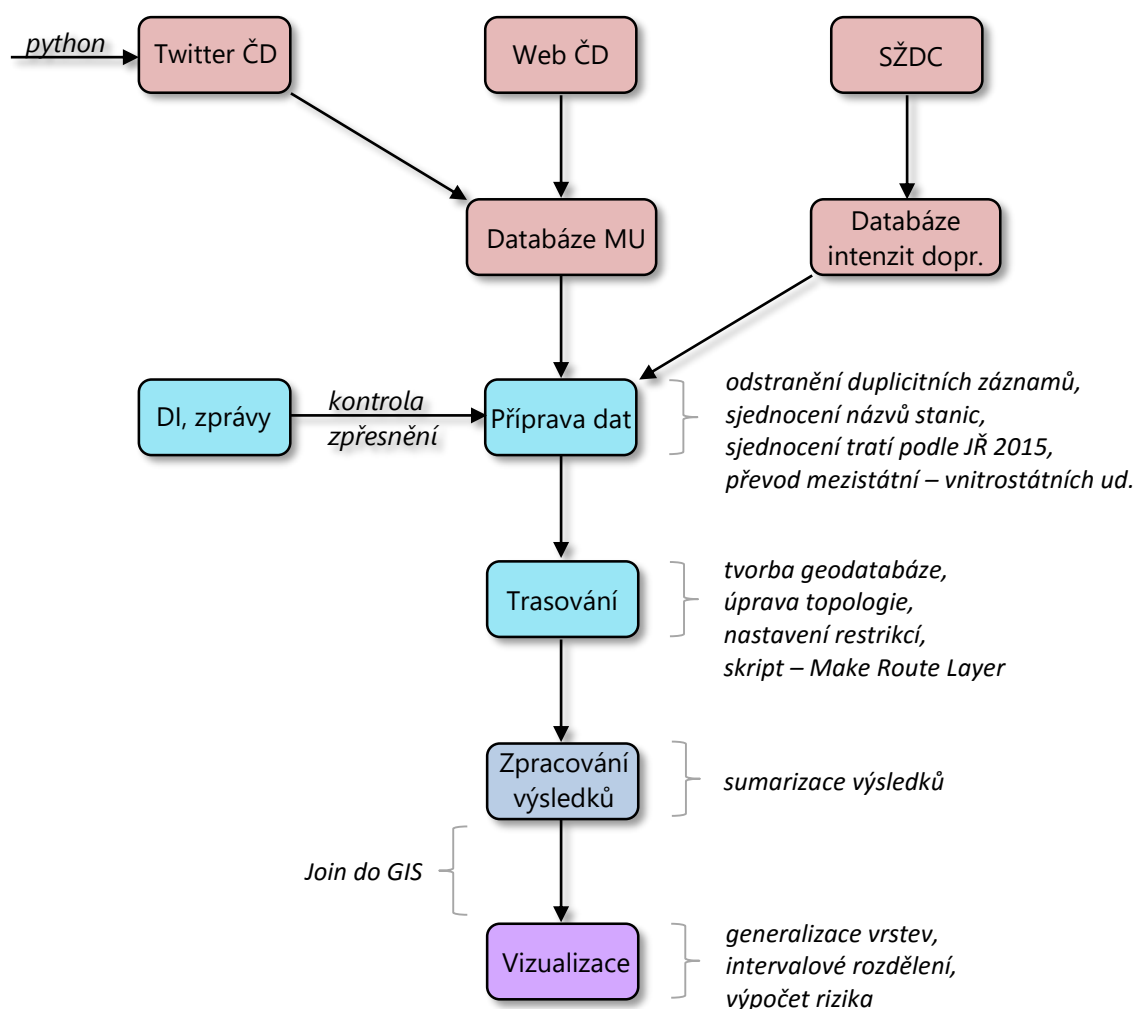
Obr. 24: Závislost mezi počtem nehod a počtem železničních přejezdů v období let 1994–2012 na železniční síti DB Netz AG

Zdroj: Deutsche Bahn AG (2012), vlastní zpracování

Počty mimořádností způsobené překážkami na trati lze eliminovat pravidelným udržováním okolí železničních tratí nebo stavbou liniových bariér, které mohou v exponovaných místech zabránit vniku osob, divoké zvěře nebo jiných objektů (sníh, půda) do prostoru dráhy. Takové bariéry mohou zároveň v obydlených částech sloužit jako protihlukové stěny. Řízení skalního masivu lze zabránit dynamickými bariérami (speciální ocelový plot), které tvoří překážku mezi skalním svahem a územím pod ním. Podrobněji se této problematice věnovali například Navrátilová a Štábl (2014). Poruchovost vozidel je možné snižovat pravidelným obnovováním zastaralého vozového parku a preventivními technickými kontrolami cílenými na předcházení poruch. Důležité je rovněž monitorováním provozní spolehlivosti vozidel a zavádění včasných opatření. Taková opatření by měla vést i k minimalizaci rizika vzniku požárů drážních vozidel. I přes teoretickou realizaci veškerých opatření v maximální možné míře je nemožné rizika ohrožující železniční provoz ČR zcela eliminovat. Reálnou by tedy měla být alespoň vize, ke které bychom v oblasti bezpečnosti železniční dopravy směřovali. Tato práce tomu doufejme, přispěje.

6 METODIKA

Metodicky lze práci rozdělit do čtyř hlavních fází – tvorba databází, trasování (routing), zpracování výsledků a vizualizace. Prvotní fáze zahrnovala postupy vedoucí k tvorbě databáze mimořádných událostí v železničním provozu ČR za posledních pět let (2011–2015) a databáze intenzit železniční dopravy. Po jejich vytvoření byly jednotlivé záznamy upraveny tak, aby je bylo možné trasovat (routovat). Trasování převedlo záznamy do formátu, který umožnil jejich vizualizaci. Finální fáze zahrnovala zpracování výsledků trasování a vlastní vizualizaci v prostředí ArcGIS. Všechny kroky jsou podrobně popsány v kapitolách níže.



Obr. 25: Grafické znázornění postupu zpracování

Zdroj: vlastní zpracování

6.1 TVORBA DATABÁZÍ

Na počátku celého procesu zpracování bylo nejprve nutné získat relevantní informace o mimořádných událostech v železničním provozu ČR. Jak již bylo uvedeno v kapitole 5.3, dopravci informují veřejnost o vzniku takových událostí prostřednictvím různých kanálů. Tyto veřejně dostupné kanály tvořily hlavní zdroj informací i v této práci. Jednalo se především o internetové stránky ČD a twitterové účty ČD. Ke kontrole a zpřesnění nejasných informací bylo využito i jiných dostupných zdrojů – zpravodajských portálů, zpráv drážní inspekce a dalších. Data o intenzitách železniční dopravy byla poskytnuta Správou železniční dopravní cesty, s.o. Ta nicméně vyžadovala další zpracování.

6.1.1 Tvorba databáze mimořádných událostí

Databáze mimořádných událostí je téměř výhradně tvořena záznamy uveřejněnými na internetových stránkách ČD a twitterových účtech ČD. Twitter umožňuje vývojářům přístup k datům uveřejněných uživateli prostřednictvím rozhraní REST APIs. Za účelem shromáždění záznamů o mimořádnostech v provozu uživatele České dráhy na jím vlastněných účtech (viz Tab. 2) byla vyvinuta aplikace (skript) s názvem „Czech Rail Exceptionalities.“ Tuto aplikaci vytvořenou v jazyce Python bylo nutné zaregistrovat pod vlastním účtem na Twitteru, jelikož registrace představuje nezbytnou podmínku získání přístupových kódů k rozhraní REST APIs. Jakmile byly přístupové kódy pro aplikaci uvolněny, bylo se jejím prostřednictvím možné na rozhraní REST APIs připojit a provést požadované úkony. Těmi bylo čtení a následné ukládání jednotlivých záznamů (tweetů) uživatele České dráhy o mimořádnostech v provozu. Tímto způsobem je možné jedním dotazem přečíst 200 tweetů, celkově pouze 3200 nejnovějších tweetů. Aplikace se tedy postupně dotazovala na jednotlivé tweety (16krát) až do limitní hodnoty. Tento limit je vnitřním omezením Twitteru, který bohužel nelze žádným způsobem obejít. Jelikož se na celostátním účtu ČD s mimořádnostmi v provozu (@cdmimoradnosti) nachází více než 20 tis. tweetů, uvedený limit by umožňoval přečtení a uložení velmi malé části – cca 16 % z celkového počtu. Tento problém byl částečně vyřešen existencí krajských účtů, na kterých byly zveřejňovány jen mimořádnosti dotýkající se daných krajů. Místo čtení jediného celostátního účtu tak bylo přečteno 14 účtů krajských, což vedlo k uložení daleko většího počtu záznamů. Mnoho událostí ovšem prochází více kraji, v následných

úpravách tedy bylo nutné odstranit vzniklé duplicitní záznamy. Vlivem již zmíněného omezení nebylo možné získat 100 % záznamů ani ze všech krajských účtů – nadlimitní počty tweetů například v kraji Středočeském či Jihomoravském. Dále nebylo možné získat ani záznamy staršího data než března 2013, kdy byly účty založeny. Chybějící a starší záznamy byly manuálně doplněny z internetových stránek ČD. Celkově bylo získáno 19 194 záznamů o mimořádnostech v provozu v období 2011–2015. Z tohoto počtu bylo 9 233 záznamů z twitterových účtů (48,10 %), 9 955 záznamů z internetových stránek ČD (51,87 %) a 6 záznamů z ostatních zdrojů (0,03 %). V uvedeném období by se mělo jednat o veškeré mimořádnosti, které ovlivnily provoz železniční dopravy ČR.

6.1.2 Úprava záznamů

Záznamy získané z twitterových účtů bylo nutné pro další zpracování (trasování) upravovat. Za tímto účelem byl navržen skript v jazyce Python, který přečtená data upravil a výsledky zapsal do nového csv²¹ souboru. Původní přečtené tweety jsou obyčejné textové řetězce:

```
713757729328873472;Sat Mar 26 16:01:18 +0000 2016;+[030] Jaroměř -  
Liberec v úseku St.Paka - Mostek. Porucha vozidla. Konec v 18:39  
https://t.co/Crc7V0kkno
```

Jelikož každý takový tweet měl stejnou strukturu (id, datum, čas, číslo trati, popis úseku, dotčený úsek, příčina, předpokládaný konec a hypertextový odkaz) bylo k vyseparování důležitých údajů možné využít regulárních výrazů²². Navržený skript nepodstatná id odstranil, formát data převedl do formátu den/měsíc/rok, časový údaj převedl z UTC na místní čas a vyseparoval důležité informace. Ve výsledném csv souboru byly jednotlivé informace odděleny středníkem:

```
26.03.2016;17:01:18;18:39;030;St.Paka;Mostek;Porucha vozidla;https://  
t.co/Crc7V0kkno;
```

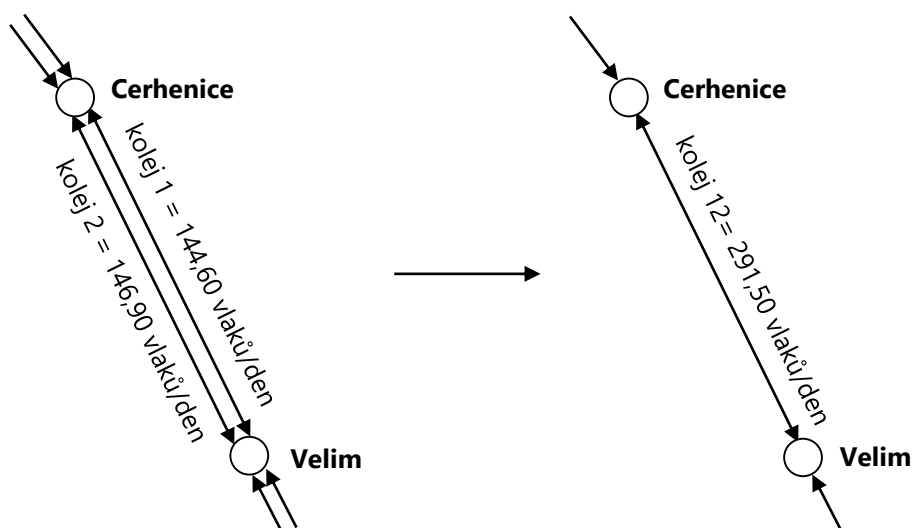
²¹ Jednoduchý souborový formát, který se sestává z řádků, ve kterých jsou jednotlivé položky odděleny znakem (čárka, středník apod.).

²² Regulární výraz je řetězec popisující celou množinu řetězců.

Po výše uvedených prvotních úpravách bylo nutné odstranění již zmíněných duplicitních záznamů, sjednocení názvů jednotlivých stanic a zastávek (St.Paka => Stará Paka) či sjednocení čísel tratí podle JŘ 2015. U záznamů doplněných z internetových stránek nebyla nutná jakákoliv formální úprava, jelikož byly záznamy doplňovány již v požadovaném formátu. Události vykazované na mezinárodních tratích procházejících ČR byly převáděny na tratě vnitrostátní dopravy. Posledním krokem bylo přiřazení unikátního identifikátoru (id) každému záznamu, aby byly v případě jakéhokoli problému při dalším zpracování snadno dohledatelné.

6.1.3 Tvorba databáze intenzit železniční dopravy

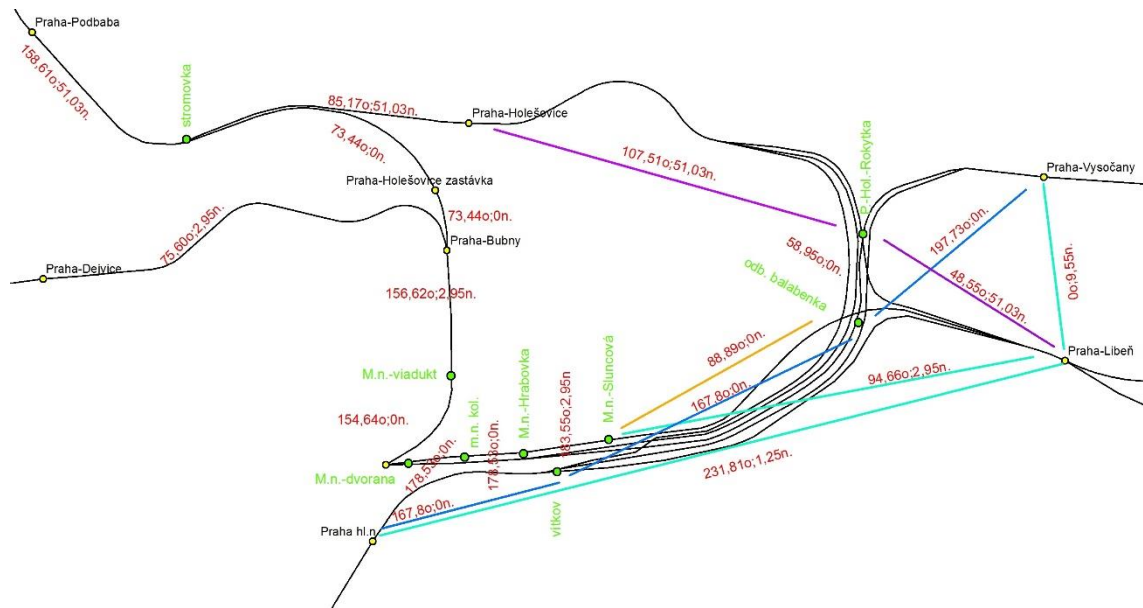
Pro výpočet rizika (pravděpodobnosti) vzniku mimořádných událostí bylo třeba zjistit kromě samotného počtu mimořádných událostí i intenzity dopravy v jednotlivých úsecích železniční sítě. Intenzitu osobní železniční dopravy je možné zjistit z jízdních řádů nebo příslušných portálů (IDOS). Tento způsob je ovšem časově velmi náročný a ne úplně přesný – mnoho vlaků jezdí pouze v určité dny apod. Intenzitu nákladní železniční dopravy by naopak nebylo možné zjistit vůbec. Proto byla oslovena Správa železniční dopravní cesty, s.o., která potřebná data uvolnila. I přesto byly nutné rozsáhlé úpravy, jelikož tato práce vychází z generalizované železniční sítě. Z tohoto důvodu byly u dvou a více kolejných úseků informace o intenzitě dopravy sčítány (viz Obr. 26).



Obr. 26: Agregace intenzit dopravy

Zdroj: vlastní zpracování

Komplikovaná byla situace rovněž v okolí velkých železničních uzlů, a to zejména kvůli četným kolejovým rozvětvením. V takových případech si bylo nutné pomoci situačními náčty (viz Obr. 27). Po všech těchto nezbytných úpravách byly záznamy připraveny k dalšímu zpracování.

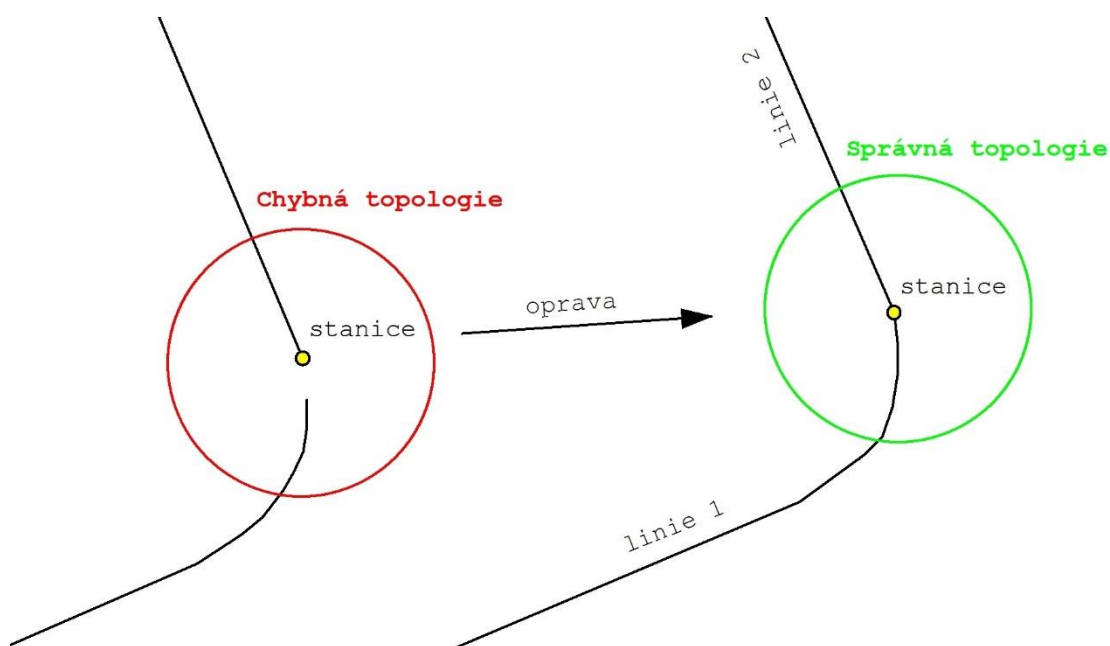


Obr. 27: Situační náčrt intenzit dopravy železničního uzlu Praha

Zdroj: vlastní zpracování

6.2 TRASOVÁNÍ

Po tvorbě databází mimořádných událostí a intenzit železniční dopravy bylo nutné záznamy převést do podoby umožňující vizualizaci. K tomuto účelu bylo využito trasování (routing). Prvním krokem byla příprava dat a vývoj programu (skriptu), který celý proces automatizoval. Z dat byly nezbytné vektorové vrstvy železniční sítě a železničních stanic a zastávek ve formátu shapefile. Ty byly poskytnuty Centrem dopravního výzkumu, v. v. i. a jsou mj. i součástí databáze ArcČR© 500. Velký problém ovšem představovala jejich topologická²³ nepřesnost, která musela být opravena (viz Obr. 28). Při opravách topologie byly navíc jednotlivým liniím (úsekům sítě) přiřazována unikátní identifikační čísla (id), doplňována čísla tratí a linie byly zjednodušovány (snížen počet vertexů²⁴). Tímto zjednodušením se velikost vrstvy železniční sítě snížila o 4 MB při zachování její původní podoby. Celá síť je pak postavena na principu mezistaničních úseků. Linie (úseky) vždy začínají a končí ve stanicích nebo zastávkách. To odpovídá formátu záznamů v databázi mimořádných událostí a intenzit dopravy.



Obr. 28: Chybná versus správná topologie

Zdroj: vlastní zpracování

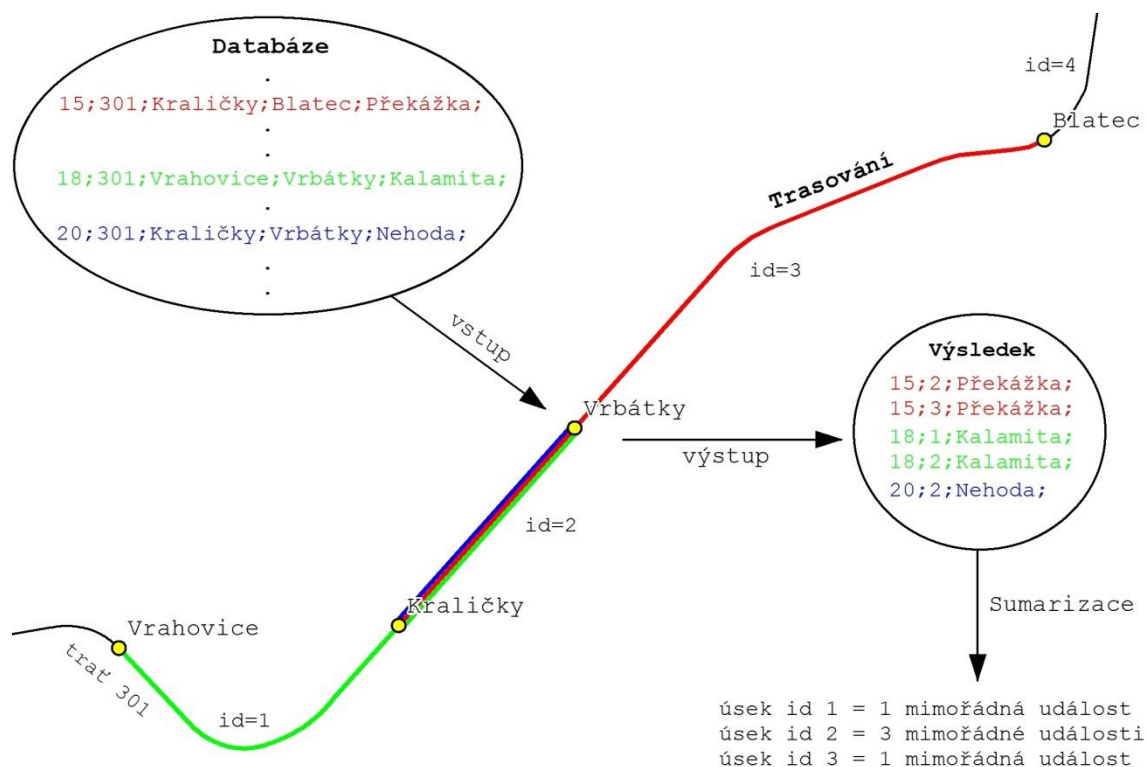
²³ Topologie je obor matematiky, který se zabývá popisem a analýzou prostorových vztahů mezi geometrickými objekty (Kolář, 1997). Topologií v GIS se věnovala například Linhartová (2011).

²⁴ Vertex je v oblasti počítačové grafiky bod v prostoru.

Po topologických úpravách byla vytvořena souborová geodatabáze a v ní založena nová datová sada. Do této datové sady byla importována topologicky upravená liniová vrstva železniční sítě. K ověření její topologické správnosti bylo využito nástroje Topology. U zkontrolované sítě pak bylo možné přistoupit k vytvoření síťové datové sady. Dále byla do geodatabáze importována i bodová vrstva stanic a zastávek.

Program (skript) byl vyvinut ve skriptovacím jazyce Python, který patří mezi nejvíce podporované jazyky na různých GIS platformách. Práci s nástroji ArcGIS umožňuje v prostředí Pythonu modul ArcPy. Pomocí tohoto modulu je možné zapsat sekvenci příkazů, které se při spuštění vytvořeného programu v prostředí ArcGIS vykonají. K vlastnímu trasování bylo využito nástroje Make Route Layer, který je součástí extenze Network Analyst. Tento nástroj defaultně vyhledává nejkratší trasu mezi dvěma body. Nicméně nejkratší spojení není vždy spojení správné. Aby k těmto nežádoucím jevům nedocházelo, byla do vytvořené síťové datové sady přidána omezení (Restrictions). Ta zajistila, že se každý záznam trasoval na těch liniích sítě, kterých se skutečně týkal – mimořádná událost na trati 301 byla trasována na liniích s atributem 301. Program převzal z každého záznamu v databázi název počáteční a koncové stanice, který korespondoval s názvem bodů v bodové vrstvě. Dotčené body (stanice/zastávky) označil a vyhledával mezi nimi spojení podle nastavených omezení. Jakmile spojení našel, vytvořil mezi nimi trasu. Ve vedení této trasy došlo k označení vybraných linií z vrstvy železniční sítě a do nového souboru byla zapsána jejich identifikační čísla (id). Příklad zpracování tří různých záznamů z databáze mimořádností (id záznamu 15, 18 a 20) na trati 301 je uveden na Obr. 29, který graficky prezentuje princip trasování.

Celkově bylo trasováno 19 194 záznamů o mimořádnostech v provozu a 906 záznamů o intenzitách dopravy. U tak velkého počtu záznamů vznikal problém s výpočetním výkonem. Zpracování jednoho záznamu se v závislosti na použitém počítači pohybovalo v rozmezí 1–3 minut. V lepším případě by zpracování celého datasetu na jednom počítači trvalo minimálně 14 dní. Tento výpočetní problém byl u databáze mimořádných událostí vyřešen jejím rozdělením na 24 částí o přibližně 800 záznamech. Jednotlivé části byly typově homogenní (1. část – jen překážky, 2. část – jen nehody apod.) a byl pro ně vymezen samostatný počítač v počítačové učebně. Celková doba provedení se tak snížila na necelý jeden den.



Obr. 29: Zjednodušené grafické znázornění principu trasování záznamů

Pzn.: Sumarizace není součástí programu

Zdroj: vlastní zpracování

6.3 ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

Po dokončení trasování bylo nutné výsledky dále zpracovat. Všechny trasované části (24) byly sloučeny za účelem zjištění celkového počtu MU v jednotlivých úsecích sítě. Po sloučení obsahoval výsledný soubor 149 879 záznamů. Z toho vyplývá, že jedna MU ovlivnila průměrně 8 mezistaničních úseků. Dále následovala sumarizace (shrnutí) dat. Ta byla provedena pomocí kontingenčních tabulek²⁵ v programu MS Excel. Tyto tabulky umožnily i u tak velkého objemu dat provést rychlé a snadné vyhodnocení (viz Obr. 30). Trasované záznamy s intenzitami dopravy nebylo nutné sumarizovat, jelikož intenzita byla pro každý úsek jedinečná. Logicky pak nemohlo dojít k trasování úseku, který již byl trasován. To ovšem u mimořádných událostí neplatilo, proto u nich byl postup odlišný.

²⁵ Kontingenční tabulka je tabulka s podporou analytických funkcí. Hlavní funkcí je sumarizace dat, dalšími jsou automatické třídění či filtrování.

VÝSLEDKY TRASOVÁNÍ V MS EXCEL

ID ZÁZNAM	ID ÚSEK	PŘÍČINA
1	10	Překážka
1	11	Překážka
1	12	Překážka
2	9	Nehoda
2	10	Nehoda
3	9	Nepravidelnosti
3	10	Nepravidelnosti
4	10	Překážka
4	9	Překážka
5	10	Nehoda
5	11	Nehoda

CELKEM NEPRAVIDELNOSTÍ

ID ÚSEK	POČET
9	1
10	1

CELKEM NEHOD

ID ÚSEK	POČET
9	1
10	2
11	1

CELKEM VŠECH UDÁLOSTÍ

ID ÚSEK	POČET
9	3
10	5
11	2
12	1

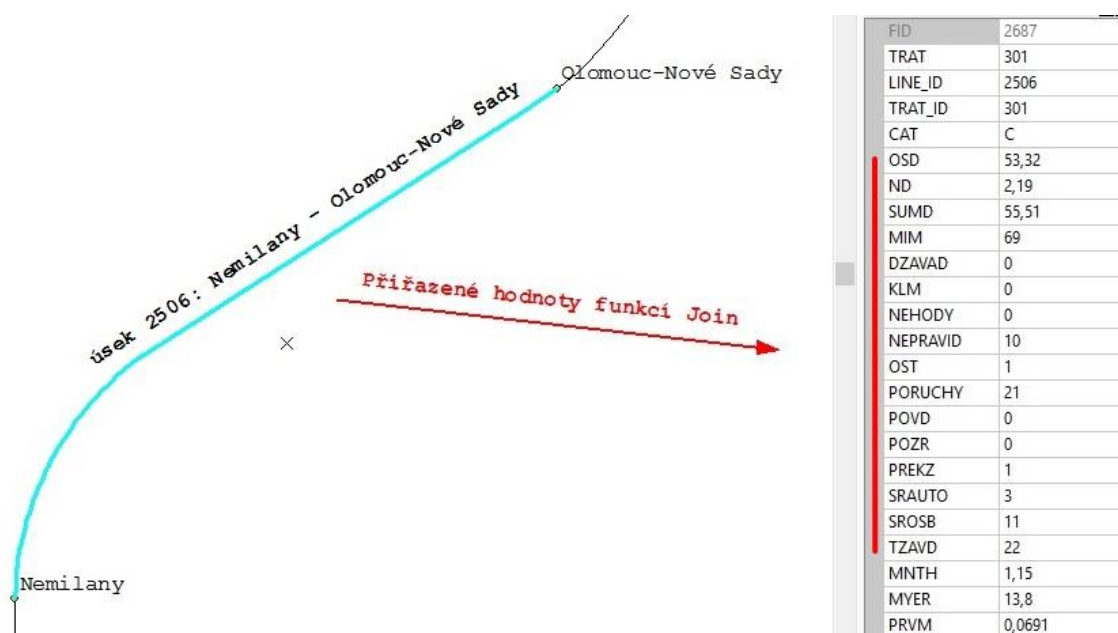
CELKEM PŘEKÁŽEK

ID ÚSEK	POČET
9	1
10	2
11	1
12	1

Obr. 30: Sumarizace výsledků trasování MU u pěti ukázkových záznamů

Zdroj: vlastní zpracování

Intenzity dopravy a sumarizované počty MU v železničním provozu bylo před vizualizací nutné „nahrát“ do vrstvy železniční sítě. K tomu posloužila funkce Join v prostředí ArcGIS 10.1. Párování záznamů se provádělo podle unikátního identifikačního čísla (id) každého mezistaničního úseku. Tabulkové hodnoty s identifikačním číslem úseku 2506 tak byly přiřazeny linií ve vrstvě železniční sítě rovněž s identifikačním číslem 2506. Přiřazené počty MU a intenzity dopravy bylo poté možné zobrazit v atributové tabulce příslušné vrstvy (viz Obr. 31). Správnost spárování dat byla namátkově kontrolována podle původních databází.



Obr. 31: Přiřazené počty mimořádných událostí a intenzity dopravy úseku železniční sítě s identifikačním číslem 2506

Zdroj: vlastní zpracování

U každého mezistaničního úseku bylo v atributové tabulce pomocí nástroje Field Calculator vypočteno riziko vzniku MU. Fakticky se jednalo o statistickou pravděpodobnost, kdy opakováním náhodného pokusu n -krát (intenzita dopravy) pozorujeme výskyt náhodného jevu A (mimořádnosti v provozu) v k případech (celkový počet MU). Poměr k/n poté označujeme jako poměrnou či relativní četnost jevu A . S rostoucím počtem opakování pokusu se relativní četnost blíží pravděpodobnosti daného jevu. Můžeme ji tedy zapsat následovně:

$$P_{(A)} = \frac{k}{n}, \text{ přičemž musí platit že } k \in N^0; n \in N^+ \text{ a výsledná } P_{(A)} \in \langle 0,1 \rangle$$

V případech, kdy $k=0$ nebo $n=k$ není výsledná pravděpodobnost validní. Ta by byla v tomto případě nulová či stoprocentní, což u mimořádností v železničním provozu není možné. Tyto stavy se nicméně při výpočtu objevily, protože u některých úseků s nižší intenzitou dopravy nedošlo ve sledovaném období k žádné MU. Výsledná pravděpodobnost se potom rovnala nule ($P_{(A)} = 0/1000 = 0$). Proto se vyskytla snaha o korekci výpočtu, která byla provedena na základě Laplaceova pravidla (Laplace Rule of

Succession). U pokusu, u kterého mohou nastat dva možné scénáře (úspěch/neúspěch) můžeme předpokládat stejné šance na výsledek jednoho či druhého (50:50). Klasickým příkladem může být hod mincí, kdy předpokládáme stejnou šanci na padnutí panny i orla:

1) Pokus opakujeme 10krát s výsledkem 0krát „orel“. Statistická pravděpodobnost padnutí „orla“ by byla následovná:

$$P_{(A)} = \frac{k}{n} = \frac{0}{10} = 0 \times 100 = 0 \%$$

2) Podle Laplaceova pravidla provedme $n+2$ pokusů s úspěšností $k+1$:

$$P_{(A)} = \frac{k+1}{n+2} = \frac{0+1}{10+2} = \frac{1}{12} = 0,083 \times 100 = 8,3 \%$$

Touto korekcí již není možné, aby výsledná pravděpodobnost byla nulová či stoprocentní. Od tohoto řešení bylo nicméně upuštěno, protože při intervalovém rozdělení docházelo k přesunu úseků s nulovými počty MU do kategorie vysokého rizika, i když se u nich za celé sledované období nevyskytla žádná MU. Takové výsledky by byly značně nerepresentativní. Nakonec tedy byla stanovena pouze statistická pravděpodobnost, kdy byly úseky s nulovou pravděpodobností zařazeny do kategorie nízkého rizika vzniku MU. Tato kategorie svou definicí nevylučuje vznik MU, tedy nerepresentuje pro tuto práci chybnou nulovou pravděpodobnost. Jak již bylo uvedeno, ta se vyskytuje zejména u úseků s nízkou intenzitou dopravy (nízkým počtem opakování). Zdánlivým problémem reprezentativního stanovení rizika je tedy počet opakování. Tento fakt je označen pouze jako zdánlivý, jelikož i u úseků s velmi nízkou intenzitou (1 vlak/den) dochází ve sledovaném období k 1825 opakováním ($1 \times (365 \times 5) = 1825$). Takový počet lze považovat za dostatečný, i když ve srovnání s nejméně vytiženými tratěmi je zanedbatelný. Lze se tedy domnívat, že zařazení těchto úseků do kategorie nízkého rizika není chybné. Úseky železniční sítě s nulovou intenzitou dopravy byly zařazeny do samostatné kategorie tratí bez dopravy. Výpočet rizika u nich není možný, jelikož zde není splněno základní matematické pravidlo – nulou nelze dělit.

6.4 VIZUALIZACE

Vizualizace výsledků byla provedena v prostředí ArcGIS 10.1. Vizualizovány byly počty MU podle jednotlivých příčin (překážka, nehoda apod.), kritické úseky, intenzity dopravy, měsíční frekvence MU a riziko vzniku MU. Nejprve ovšem bylo nutné generalizovat²⁶ bodovou vrstvu železničních stanic. Ta byla provedena v závislosti na formátu (A3, A4) a na základě významnosti dané stanice. U výstupů A3 jsou zobrazeny dvě kategorie – uzlové/koncové stanice a ostatní stanice. Naopak u výstupů A4 jsou zobrazeny pouze stanice uzlové/koncové. Železniční zastávky tak do vlastní vizualizace vůbec nevstupují. Dále byla provedena kategorizace tratí podle jejich významnosti – koridorové celostátní dráhy, mimokoridorové celostátní dráhy a regionální dráhy. Intervalové rozdělení zkoumaných hodnot bylo stanoveno na základě kvantilů²⁷, a to zejména kvartilu²⁸ a percentilu²⁹. Takové rozdělení umožnilo sledovat i extrémní hodnoty. U vizualizace kategorií byla použita následovná barevná škála:

- nevýznamná/nízká intenzita jevu – světle šedá (CMYK 0; 0; 0; 0,12)
- nízká intenzita jevu – žlutá (CMYK 0; 0; 1; 0)
- střední intenzita jevu – oranžová (CMYK 0; 0,35; 1; 0)
- vysoká intenzita jevu – červená (CMYK 0; 1; 1; 0)

U mapových výstupů rizik byly vytvořeny v závislosti na sledovaném jevu dvě až tři kategorie – nízké, střední a vysoké riziko vzniku MU. Kategorie nízkého rizika je u celkového počtu MU tvořena hodnotami nižšími než je hodnota prvního kvartilu ($<Q_1$). U ostatních méně rozsáhlých souborů (nehody, požáry atd.) ji tvoří hodnoty nižší než hodnota třetího kvartilu ($<Q_3$). V těchto souborech je více nulových a nízkých hodnot, proto nemá smysl vycházet kupříkladu z mediánu. Střední interval rizika byl stanoven pouze u celkového počtu MU. Do něj spadají hodnoty větší nebo rovny hodnotě prvního kvartilu ($\geq Q_1$) a menší nebo rovny hodnotě třetího kvartilu ($\leq Q_3$). Kategorie vysokého rizika vzniku MU je vždy tvořena hodnotami většími, než je hodnota třetího kvartilu ($>Q_3$).

²⁶ Generalizace znamená zobecnění, v tomto případě zjednodušení a zevšeobecnění obsahu mapy.

²⁷ Kvantily jsou čísla, které dělí soubor seřazených hodnot na několik přibližně stejně velkých částí.

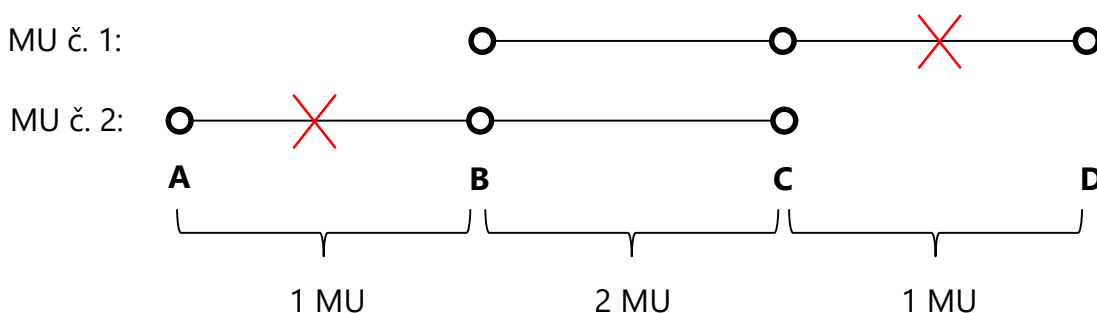
²⁸ Kvartily rozdělují statistický soubor na čtvrtiny (25 %).

²⁹ Percentil dělí statistický soubor na setiny.

7 DISKUSE VÝSLEDKŮ

Tato kapitola si klade za cíl seznámit čtenáře s výsledky této práce. Zkoumána byla kritická místa železniční sítě ČR, časové charakteristiky, intenzita dopravy a riziko (pravděpodobnost) vzniku MU. Veškeré mapové výstupy k uváděným informacím se nacházejí v příloze této práce. Při interpretaci výsledků je nutné brát na vědomí, že analyzované záznamy o mimořádnostech v provozu podávají rovněž informaci o úsecích, které byly danou mimořádnou událostí jakýmkoli způsobem ovlivněny (např. přerušení dopravy). Z tohoto důvodu mohou vznikat následující interpretační problémy:

V úseku A – B došlo ke srážce vlaků, doprava byla ovšem přerušena i v úseku B – C. V úseku C – D došlo rovněž ke srážce vlaků, doprava byla rovněž přerušena i v úseku B – C. Nejvíce mimořádných událostí je pak zaznamenáno v úseku B – C (C – B) i když se v něm přímo žádná srážka nestala:



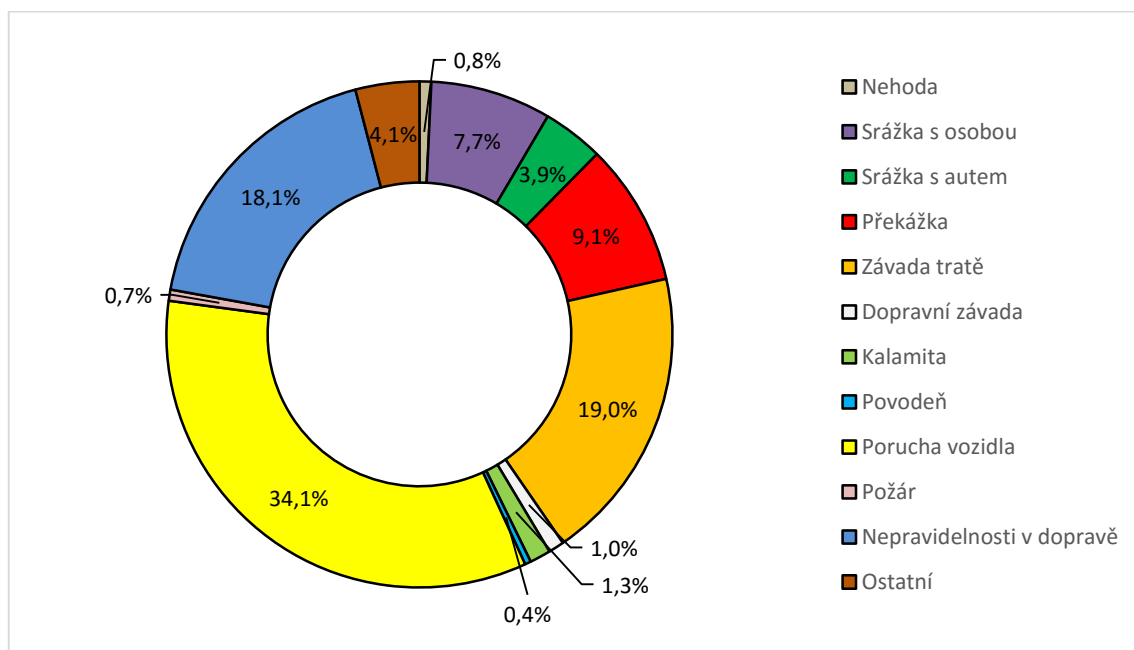
Obr. 32: Schematické znázornění teoretického příkladu

Zdroj: vlastní zpracování

Uvedený příklad je pouze teoretický nástin problému, který by měl být eliminován větším rozsahem souboru. I přesto by měly být výsledky interpretovány s ohledem na tento fakt. Úsek B – C tedy nelze reálně označit za úsek, ve kterém se nejvíce nehod přímo stalo, nýbrž za úsek, který byl nejvíce ovlivněn nehodami podle metodického zpracování této práce. Kritickým úsekem je poté úsek, kde bylo takto zaznamenáno nejvíce mimořádných událostí.

7.1 KRITICKÉ ÚSEKY ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

Ve sledovaném období 2011–2015 bylo nashromážděno a analyzováno celkem 19 194 mimořádných událostí v železničním provozu ČR. Většina takto analyzovaných událostí byla zaznamenána na koridorových tratích, nejméně MU bylo poté zaznamenáno na tratích regionálních. Tato odlišnost pramení pravděpodobně z rozdílné intenzity dopravy. Ta je nejvyšší na zmíněných koridorových tratích, zejména pak na I. a II. TŽK. Denně se zde pohybuje více než 130 vlaků osobní i nákladní železniční dopravy. Na tratích celostátních nekoridorových se poté průměrně pohybuje 51 vlaků denně, na tratích regionálních 22 vlaků denně. Nejčastějšími příčinami MU byly poruchy vozidel (34,1 %) a nepravidelnosti v dopravě (18,1 %), nejméně častými potom povodně (0,4 %), požáry (0,7 %), nehody (0,8 %), dopravní závady (1,0 %) a kalamity (1,3 %).



Obr. 33: Zastoupení jednotlivých příčin vzniku MU na celkovém počtu MU

Zdroj: vlastní zpracování

Nejvíce mimořádných událostí (MU) bylo zaznamenáno na trati 011 z Prahy do Kolína – 946 MU, dále na trati 010 z Kolína do České Třebové – 811 MU a na trati 171 z Prahy do Berouna – 781 MU. Trati 011 a 010 jsou součástí I. TŽK, který patřil mezi nejvíce exponovanou část celé železniční sítě, konkrétně pak tyto mezistaniční úseky: Praha-Běchovice – Praha-Běchovice střed (747 MU), Praha-Běchovice střed – Praha-

Klánovice (749 MU) a Praha-Klánovice – Úvaly (749 MU). Úsek Praha-Běchovice – Úvaly tak byl ve sledovaném období nejkritičtější úsekem celé železniční sítě. Tento výsledek byl bezpochyby způsoben jeho modernizací (viz Obr. 34), která odstartovala v roce 2013 a skončila v roce 2015 a v jejímž důsledku byla snížena jeho propustnost. Příčinu lze hledat i v podobě vysoké intenzity železniční dopravy v celém jeho vedení. Prostřednictvím tohoto úseku totiž vstupují do pražské aglomerace všechny osobní i nákladní vlaky z východního směru. Cestující nejen z Brna, Ostravy či Olomouce směřující do Prahy tak mohli v posledních pěti letech očekávat problémy téměř každý druhý den.



Obr. 34: Modernizace úseku Praha-Běchovice – Úvaly

Zdroj: SŽDC (©2016c), vlastní úprava

Z hlediska nehod byl kritickým úsek trati 091/120 mezi stanicemi Praha-Bubny a Praha Masarykovo nádraží a úsek trati 195 mezi stanicemi Lipno nad Vltavou – Rybník. První jmenovaný úsek ovlivnila tři vykolejení vlaku a jedna srážka vlaků, druhý poté čtyři vykolejení vlaku. V úseku tratě 195 lze příčinu hledat v náročných sklonových a směrových poměrech. Průměrně zde byla zaznamenána téměř jedna nehoda ročně. Nejvíce sražených osob (30) bylo registrováno na trati 010 v okolí Pardubic. Druhým kritickým místem je okolí Kolína tratě 011, kde bylo ve sledovaném období pozorováno

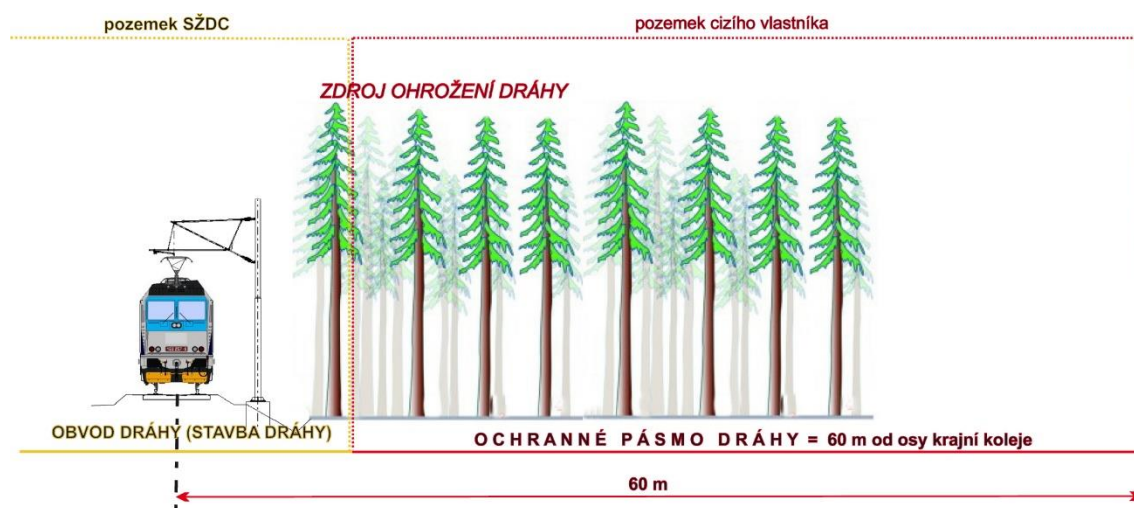
24 srážek a třetím úsek trati 320 mezi stanicemi Třinec – Bystřice s celkem 22 střety. První dvě kritická místa se nachází na I. TŽK, třetí poté na III. TŽK, můžeme tedy předpokládat, že tyto střety měly fatální následky (smrt). Vlaky se zde totiž pohybují nejvyššími rychlostmi z celé železniční sítě (až 160 km/h). Vyšší počet sražených osob se vyskytuje též v okolí velkých měst (Praha, Brno, Olomouc, Ústí nad Labem ad.) Nejvíce srážek s automobily (10) bylo potom zaznamenáno na trati 315 z Opavy do Hradce nad Moravicí, v jejímž vedení se nachází několik více či méně zabezpečených přejezdů (4× PZS bez závor, 1× výstražný kříž). Za potenciálně nebezpečné lze označit přejezdy na silnici I/57 v blízkosti Kylešovic, které leží velmi blízko sebe, nebo přejezd zabezpečený pouze výstražným křížem v části Rybníčky obce Otice na téže trati. Mezi další nebezpečná místa patří úsek trati 196 mezi Českými Budějovicemi a Českými Budějovicemi jižní zastávkou. Přimo před touto zastávkou se nachází přejezd zabezpečený pouze PZS bez závor s velmi špatnými rozhledovými poměry (viz Obr. 35). Ten je navíc umístěn v hustě zastavěném území a na koridorové trati, na které se pohybují vlaky vyššími rychlostmi.



Obr. 35: Špatné rozhledové poměry u železniční zastávky České Budějovice jižní zastávka
Zdroj: Google Street View (©2016), vlastní zpracování

Nejvíce překážek (18) bylo zaznamenáno v úseku tratě 235 ze Zruče nad Sázavou do Zbraslavic, v úseku tratě 035 ze Železného Brodu do Velkých Hamer (16) a v úseku tratě 083 z Rumburku do zastávky Šluknov údolí (16). Příčinu lze hledat v zalesněném okolí těchto úseků, v jejímž důsledku mohou na přilehlou železniční cestu padat různé dřeviny. Správce většiny železničních tratí (SŽDC) má v nápravě tohoto stavu ovšem omezené kompetence, jež výstižně prezentuje Obr. 36. Kvůli kácení stromů se SŽDC dostala již

v minulosti do sporu s Českou inspekcí životního prostředí (ČIŽP), která ji za nepovolené kácení hrozila pokutou. SŽDC se musí řídit zákonem č. 266/1994 Sb., o drahách, podle kterého má povinnost zajišťovat bezpečnost na trati, nicméně způsob jakým je tato povinnost naplňována naráží podle ČIŽP na zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny (Český rozhlas, 2014).



Obr. 36: Problematika zajišťování bezpečnosti drážního provozu

Zdroj: SŽDC (©2016d)

Úsek tratě 171 mezi stanicemi Praha-Smíchov a Praha-Radotín patřil mezi úseky nejvíce postižené závadami tratě. Celkově zde bylo zaznamenáno 100 traťových závad různého charakteru – poruch trakčního vedení, poruch zabezpečovacího zařízení či jiných technických závad. Druhým nejvíce postiženým byl již zmíněný modernizovaný úsek Praha-Běchovice – Úvaly, kde se vyskytlo až 96 závad tratě. Dopravních závad bylo naopak nejvíce (5) v úseku tratě 171 mezi stanicemi Praha-Smíchov a Praha hl.n. Kalamity ohrožovaly spíše okrajové (horské) části železniční sítě ČR. Absolutně nejvíce jich poté bylo zaznamenáno na části tratě 036 z Liberce do Tanvaldu, kde se vyskytlo sedm případů výhradně sněhových kalamit (viz Obr. 37). Ty stěžovaly provoz také na trati 276 z Vítkova do Budišova nad Budišovkou, kde jich bylo o jen jednu méně (6). Povodní bylo nejvíce evidováno v úseku koridorové tratě 090 z Nelahozevsí do Kralup nad Vltavou, který se nachází v bezprostřední blízkosti řeky Vltavy a do jeho vedení zasahuje i aktivní zóna

záplavového území³⁰. Dalším kritickým místem byl úsek tratě 195 mezi stanicemi Vyšší Brod klášter a Rybník. Ve sledovaném období zde došlo stejně jako v prvním uvedeném úseku ke třem zatopením vodou.



Obr. 37: Sněhové přivaly v železniční stanici Tanvald 5. 1. 2015

Zdroj: PeM (2015), vlastní úprava

Nejvíce poruch vozidel bylo evidováno na koridorových tratích, především pak na tratích 010 a 011 z Prahy do České Třebové. Kritickým úsekem byl z tohoto pohledu opět úsek Praha-Běchovice – Úvaly, který ovlivnilo 232 poruch. Požárů bylo absolutně nejvíce v úseku tratě 090 mezi Roudnicí nad Labem a Dolními Beřkovicemi, kde se vyskytlo až šest takových případů. Druhým kritickým místem je úsek trati 130 mezi stanicemi Bohosudov a Ústí nad Labem západ s celkově čtyřmi případy požáru. V této kategorii jsou nicméně uváděny i požáry v okolí železničních tratí, které ovlivňují jejich provoz. Nemusí se tak vždy jednat pouze o požár na ŽKV či železniční infrastrukturu. Nepravidelnostmi v dopravě byly nejvíce zatíženy tratě 010 a 011 z Prahy do České Třebové, kde se za celé sledované období vyskytlo více než 200 takových událostí. Absolutně nejvyšší počet byl zaznamenán opět v modernizovaném úseku Praha-Běchovice – Úvaly. Naopak nejméně jimi byly dotčeny regionální tratě. Jiné než výše

³⁰ Aktivní zóna záplavového území je podle vyhlášky MŽP č. 236/2002 Sb. území v zastavěných územích obcí a v územích určených k zástavbě podle územních plánů, jež při povodni odvádí rozhodující část celkového průtoku, a tak bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí.

uvedené MU byly evidovány v kategorii ostatní. Blíže nespecifikovaných událostí se vyskytlo nejvíce na tratích 010 a 011. Sledovány byly také mimořádnosti, které se staly pouze v prostoru železničních stanic a zastávek. Nejvíce takových událostí bylo evidováno u těchto tří stanic: Lichkov (7 MU), Praha-Vysočany (5 MU) a Olomouc hl.n. (5 MU). Souhrn vybraných kritických úseků počtem MU se nachází níže:

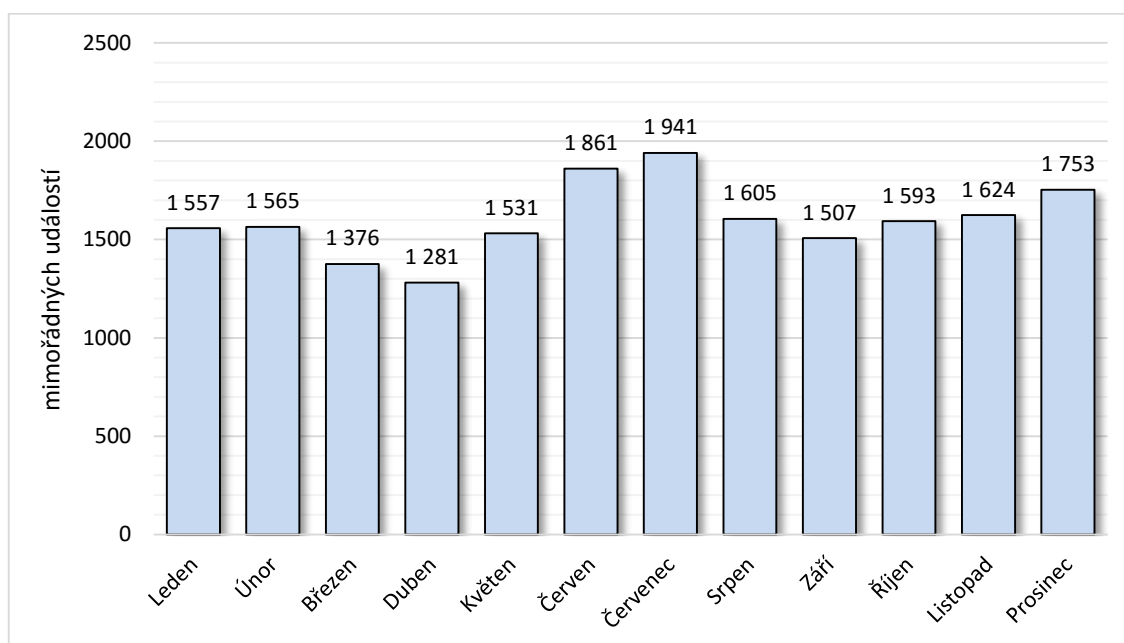
Tab. 3: Vybrané kritické úseky železniční sítě ČR počtem mimořádných událostí

TYP	TRAŤ	ÚSEK	POČET
CELKEM	011	Praha Běchovice – Úvaly	749
NEHODA	091	Praha Bubny – Praha Masarykovo nádraží	4
	195	Lipno nad Vltavou – Rybník	4
SRÁŽKA S OSOBOU	010	Pardubice hl.n. – Kostěnice	30
	011	Kolín – Velim	24
	320	Třinec – Bystřice	22
SRÁŽKA S AUTEM	315	Opava východ – Hradec nad Moravicí	10
	196	České Budějovice – České Budějovice jižní zastávka	10
	074	Neratovice – Brandýs nad Labem	9
PŘEKÁŽKA	235	Zruč nad Sázavou – Zbraslavice	18
	035	Železný Brod – Velké Hamry	16
	083	Rumburk – Šluknov údolí	16
ZÁVADA TRATĚ	171	Praha-Smíchov – Praha-Radotín	100
	011	Praha-Běchovice – Úvaly	96
DOPRAVNÍ ZÁVADA	171	Praha hl.n. – Praha-Smíchov	5
KALAMITA	036	Liberec – Tanvald	7
	276	Budišov nad Budišovkou – Vítkov	6
POVODEŇ	091	Nelahozeves – Kralupy nad Vltavou	3
	195	Vyšší Brod klášter – Rybník	3
PORUCHA VOZIDLA	011	Praha Běchovice – Úvaly	232
	011	Praha-Libeň – Praha-Běchovice	219
POŽÁR	090	Hněvice – Dolní Beřkovice	6
	090	Roudnice nad Labem – Hněvice	5
	130	Bohosudov – Ústí nad Labem západ	4
NEPRAVIDELNOSTI	011	Praha Běchovice – Úvaly	336–337
	011	Praha-Libeň – Praha-Běchovice	293
OSTATNÍ	011	Kolín – Velim	38
	011	Český Brod – Praha-Běchovice	37

Zdroj: vlastní zpracování

7.2 ČASOVÉ ANALÝZY

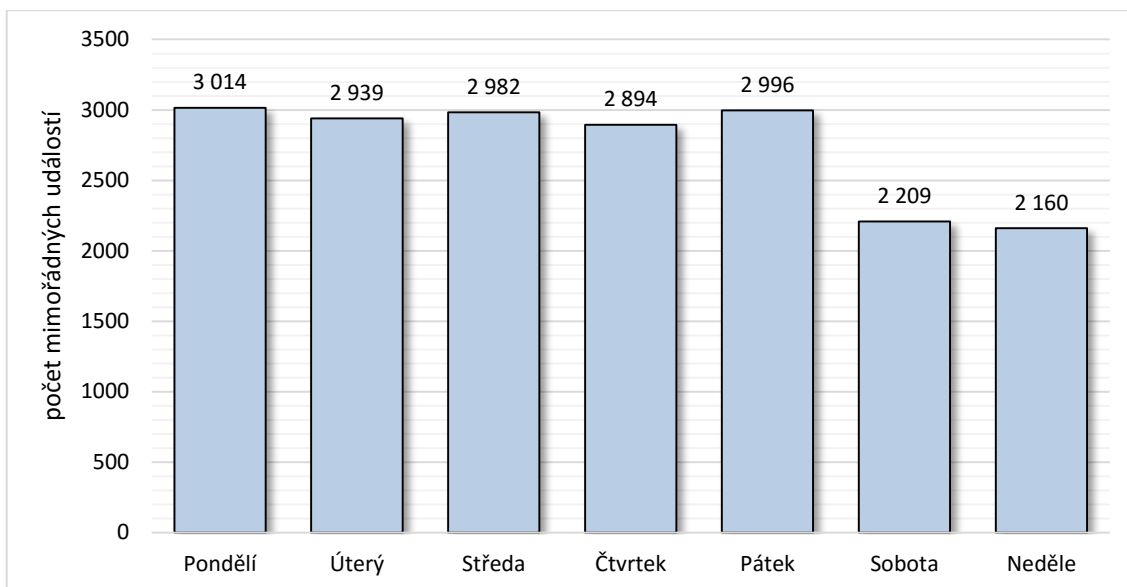
Ve sledovaném období bylo zaznamenáno nejvíce mimořádných událostí v červnu a červenci (viz Obr. 38). Tyto měsíce se vyznačují velmi teplým počasím. Zejména v období veder může docházet k vybočení kolejí, přehřívání ŽKV, přetěžování organismu pracovníků dráhy či k intenzivním bouřkám. Nejméně MU bylo evidováno v měsíci dubnu, který se nevyznačuje příliš častými extrémními meteorologickými jevy. Během nich totiž mohou vzniknout řádově desítky MU, které pak ve výsledku vytváří velké rozdíly mezi jednotlivými měsíci. Nejvíce mimořádností pak vzniklo v létě (5 407), nejméně na jaře (4 188).



Obr. 38: Počet MU v jednotlivých měsících období 2011–2015

Zdroj: vlastní zpracování

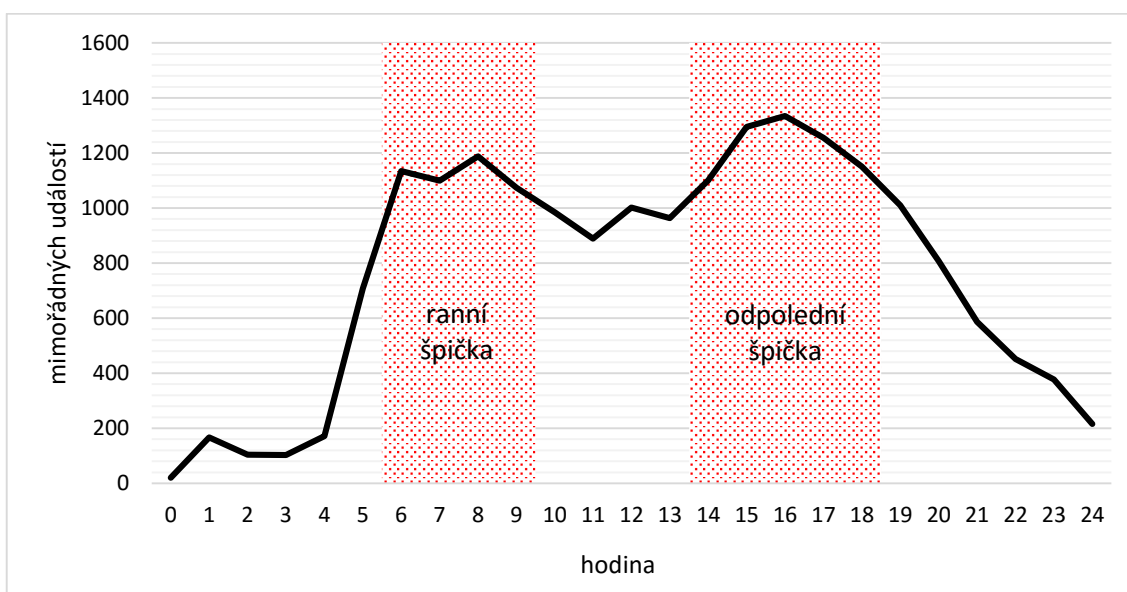
Více MU vzniklo v pracovním týdnu, absolutně nejvíce v pondělí a pátek, nejméně poté v neděli. Počty jsou nicméně mezi jednotlivými dny pracovního týdne velmi vyrovnané (viz Obr. 39). V celém českém železničním provozu pak vzniklo 10–11 mimořádností denně.



Obr. 39: Počet MU podle dne v týdnu v období 2011–2015

Zdroj: vlastní zpracování

V průběhu dne vzniklo nejvíce MU v době ranní a odpolední přepravní špičky (viz Obr. 40). Nejrizikovější čas vzniku MU je od druhé do šesté hodiny odpolední. V tuto dobu je nasazeno nejvíce spojů. Naopak nejméně MU vzniklo mezi půlnocí a čtvrtou hodinou ranní. V nočních hodinách se totiž na železniční síti pohybují pouze nákladní vlaky, popřípadě noční vlaky osobní dopravy.



Obr. 40: Celkový počet MU podle evidované hodiny vzniku

Zdroj: vlastní zpracování

Celkovým počtem MU jsou nejvýznamnější 1. prosinec 2014, kdy Českou republiku paralyzovala ledovka, 31. březen 2015, kdy na českém území udeřila silná vichřice a noc ze 7. na 8. červenec 2015, kdy ČR zasáhly intenzivní bouřky. Bližší popis těchto kritických dnů je uveden v následujících kapitolách.

7.2.1 Ledovka 12/2014

Od pondělí 1. prosince 2014 do středy 3. prosince 2014 paralyzovala nejen drážní dopravu v ČR rozsáhlá ledovka. Velký problém představovalo především namrzlé trolejové trakční vedení elektrizované drážní dopravy. Elektrické vlakové soupravy se tak ocitly bez dodávek proudu, což způsobilo jejich zastavení. K tomu navíc došlo v dopravní špičce, tisíce lidí tak musely čekat na zpožděné vlaky a vyproštění souprav. Ty byly odtahovány dieslovými lokomotivami, které ke své činnosti nepotřebují elektrickou trakci. Nejvíce byla v průběhu pondělí postižena Morava (Olomoucko, Přerovsko, Prostějovsko), postupně se situace nicméně zhoršovala i v ostatních částech ČR. Největší problém představovalo uvíznutí vlaků v mezistaničních úsecích v podvečerních hodinách. V některých soupravách totiž nefungovalo vytápění a cestující tak byli odkázáni na pomoc hasičů. Druhý den bylo mnoho vlaků odřeknuto, část elektrických jednotek byla nahrazena dieslovými lokomotivami a v některých úsecích byl provoz úplně přerušen z důvodu napadaných stromů do prostoru železniční cesty. Za celou dobu trvání ledovky bylo zaznamenáno 45 závad tratě, 30 překážek, 30 nepravidelností v dopravě a 12 poruch vozidel. Tato kalamitní situace patřila k nejhorším za poslední desítky let, celkově bylo omezeno přibližně 1 200 vlaků, ve kterých cestovaly desítky tisíc cestujících (Jančaříková, 2014). Značné škody způsobila ledovka nejen na železniční infrastruktuře, ale především jednotlivým dopravcům (zejména ČD). Průběh uvedené ledovky je možné zobrazit také na portále www.rupok.cz.

7.2.2 Kalamita 03/2015

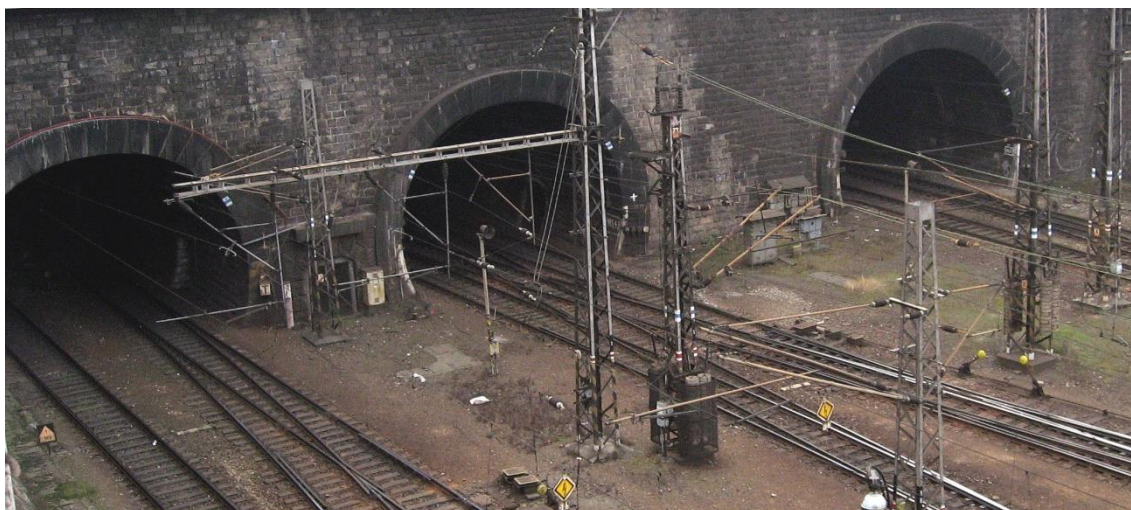
Poryvy silného větru komplikovaly provoz železniční dopravy na území ČR od pondělí 30. března do středy 1. dubna 2015. V jejich důsledku padaly na železniční tratě a elektrická vedení stromy a větve. Nejhorší byla situace v západních Čechách, nicméně problémy se objevily i v Čechách středních a na Vysočině. Omezení provozu se pak týkala hlavně regionálních tratí a horských úseků. Několik mimořádných událostí se ovšem stalo i na tratích koridorových. Vítr dosahoval v nárazech až 110 kilometrů v hodině a působil značné škody (Novinky.cz, 2015). V těchto třech dnech bylo evidováno 65 překážek na trati, 26 nepravidelností v dopravě, 16 závad tratě, 13 poruch vozidel či 9 kalamit.

7.2.3 Kalamita 07/2015

Českou republikou se v noci ze 7. na 8. července 2015 přehnaly intenzivní bouřky, které byly doprovázeny i silným větrem. Během tří hodin napršelo na některých místech (Karlovarsko) až 42 mm srážek (Jiříčka, Wirnitzer a Venturová, 2015) a celkově během této noci zaznamenaly meteorologické přístroje přes 51 tisíc blesků (Vaca a Trachtová, 2015). Tato kalamitní situace komplikovala železniční dopravu hlavně z pohledu spadlých stromů a větví v prostoru železničních tratí. V několika případech došlo i ke střetu vlaků s takto spadlými stromy. Bouřky se v průběhu noci postupně přesouvaly na východ ČR, kde způsobovaly další problémy. Od jedenácti hodin večer 7. července do desáté hodiny dopolední 8. července bylo celkově zaznamenáno 20 případů překážek na trati, 11 nepravidelností v dopravě, 8 kalamit, 5 závad tratě, 4 poruchy vozidel a 1 nehoda.

7.3 RIZIKO VZNIKU MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI

Vypočtené riziko (pravděpodobnost) v drtivé většině případů nepřekročilo 1 %. Průměrné riziko vzniku MU se potom v každém mezistaničním úseku pohybuje kolem 0,07 %. Existují nicméně velké rozdíly mezi jednotlivými tratěmi. Železniční dopravu tak lze vzhledem k intenzitě provozu označit za relativně bezpečnou. Vysoké riziko vzniku MU je například v celém vedení I. TŽK či v části III. TŽK z Chebu do Prahy. Nejrizikovější je úsek trati 192 z Týna nad Vltavou do Temelína – 1,01 %. Tato trať je v současnosti využívána pouze nákladní dopravou. Mnoho MU, které byly do výpočtu zahrnuty, se tak nejspíše staly ještě před omezením železniční dopravy, a proto je výsledné riziko vyšší. Z tohoto důvodu nebyly tvořeny situační mapy kritických úseků jako v případě počtu MU, protože jejich reprezentativní určení by bylo značně složité. Základní přehledy o rizicích na železniční síti tak podávají mapy umístěné v příloze této práce. Vysoké riziko vzniku nehod je situováno do okolí větších železničních uzlů (Praha, Brno či Ostrava). V těchto místech se nachází četná kolejová rozvětvení. Vlaky, které jimi projíždí tak například mohou z jakéhokoli důvodu vjet na obsazenou kolej či v místě rozvětvení vykolejit. Riziko srážky vlaku s osobou je v celé ČR rozmístěno rovnoměrně, nelze tedy určit jasnou koncentraci tohoto jevu. Lze ovšem vysledovat vyšší rizika v okolí velkých železničních uzlů, zejména pak v okolí Prahy, Brna a Plzně. To je poměrně logické vzhledem k průchodu železničních tratí hustě zastavěnými a osídlenými zónami. Část sražených osob většinou tvoří sebevrahové, kterých bude pravděpodobně daleko více právě ve velkých městech. Poměrně zajímavý je výsledek rizika srážky vlaku s automobilem, kdy okolí velkých železničních uzlů nepředstavuje riziková místa. To je nejspíše způsobeno často mimoúrovňovým křížením železničních cest s pozemními komunikacemi v prostoru těchto uzlů (viz Obr. 41). V Praze jsou úrovněová křížení například často nahrazena mosty či tunely (Vinohradské tunely, Nové spojení ad.). Riziko srážky vlaku s automobilem je poté nejvyšší na železničních přejezdech regionálních tratí. Ty jsou často velmi špatně zabezpečeny, což v kombinaci s horšími rozhledovými poměry a v poslední době velmi diskutovanou nekázní řidičů vytváří příznivé podmínky pro různě závažné střety.



Obr. 41: Vinohradské železniční tunely v blízkosti stanice Praha hl.n.

Zdroj: Dezidor (2007), vlastní úprava

Nejrizikovější místa výskytu překážek v provozu jsou lokalizována výhradně na nekoridorových tratích. Koridorové tratě jsou tak z tohoto pohledu bezpečné, což je příznivá zpráva hlavně s ohledem na fatální následky, které by střet s překážkou na těchto tratích mohl způsobit. Tento výsledek bude pravděpodobně zapříčiněn cílenou údržbou těchto strategicky významných tratí a opatřeními ke zvýšení jejich bezpečnosti (ochranné stěny apod.). Do výsledku se promítla pravděpodobně také jejich modernizace, která probíhá již od roku 1993. Některé regionální a nekoridorové celostátní tratě jsou z pohledu vzniku překážky více rizikové. Toto riziko je vyšší u tratí, u kterých se nachází v ochranném pásmu dráhy dřevní porosty, které mohou a často ovlivňují železniční provoz na těchto tratích. Jedná se například u úseku trati 235 ze Zruče nad Sázavou do Zbraslavic. Závady tratě jsou potom pravděpodobnější ve východní části železniční sítě ČR, zejména na tratích v okolí Prahy, Plzně, Českých Budějovic, Karlových Varů a na Moravě v okolí Brna. Zajímavý je výsledek u IV. TŽK v úseku Praha – České Budějovice – Rakousko státní hranice, který v porovnání s ostatními železničními koridory není tak intenzivně využíván a přesto vykazuje vysoké riziko vzniku závad tratě. Možnou příčinu lze hledat v jeho stále probíhající modernizaci, jejíž dokončení je odhadováno kolem roku 2020. Dopravní závady jsou pak více očekávatelné především na koridorových a celostátních nekoridorových tratích. Vysoké riziko je pak evidováno kupříkladu v celé délce trati 010, 011, 200, 260 a dalších. Kalamity lze spíše očekávat v úsecích železniční sítě umístěných v okrajových částech ČR (Liberecko, Karlovarsko, Jesenicko, Vsetínsko

ad.), není to ovšem pravidlem. To si lze vysvětlit zejména vyšší polohou těchto míst a tedy i vyšší náchylností například k sněhovým kalamitám. Jedná se o úseky zejména nekoridorových tratí, s několika výjimkami. Tou je třeba úsek II. TŽK mezi Českou Třebovou a Olomoucí. Jelikož se ve sledovaném období nevyskytla žádná povodeň srovnatelná s povodní z roku 1997 nebo 2002, je při interpretaci rizik nutné zohlednit tento fakt. Ke stanovení reprezentativnější analýzy by bylo nutné sledovat mnohem delší časový úsek. Na základě sledovaného období 2011–2015 se nicméně z hlediska povodní jako rizikové jeví například části tratě 090 od Děčína státní hranice po Lovosice a od Roudnice nad Labem po Libčice nad Vltavou. Železniční trať se v těchto místech nachází v těsné blízkosti řek Labe a Vltava a mnohdy také zasahuje do aktivní zóny záplavového území. Ohroženy jsou také další úseky, nacházející se především v Čechách.

Vyšší riziko poruchy vozidla lze očekávat spíše na nekoridorových tratích. To může být způsobeno starším vozovým parkem, který se zde bude pravděpodobně mnohem více vyskytovat než na tratích koridorových. Poruchy mohou častěji očekávat cestující v kraji Královehradeckém či Středočeském. Vyšší riziko požáru je koncentrováno do okolí Prahy, Plzně, Ústí nad Labem a na Moravě podél tratí 310 a 321. Nepravidelnosti v dopravě pak lze spíše očekávat na všech koridorových tratích a na některých tratích celostátních nekoridorových. U tratí regionálních je riziko vzniku nepravidelností v dopravě minimální. To si lze pravděpodobně vysvětlit tím, že vlaky na regionálních tratích projíždí mnohem kratší trasy a také se méně křížují. Vznik ostatních událostí je častější opět na koridorových tratích, zejména pak na I. TŽK.

ZÁVĚR

V práci byla diskutována problematika mimořádných událostí v železničním provozu ČR. V jejím rámci byly identifikovány kritické úseky železniční sítě ČR z pohledu jednotlivých příčin přerušení provozu na základě sledovaného období 2011–2015. Ve většině případů došlo k potvrzení v úvodu stanovených hypotéz a domněnek. Na práci je možné dále navázat v mnoha směrech. Zajímavé by bylo objasnění zákonitostí mezi vznikem MU a faktory, které jej podmiňují. Tím by mohl být navržen obecný model aplikovatelný v podobných podmínkách. Mnohem snadněji by se tak daly predikovat ohrožení provozu železniční dopravy. Dále bude pokračovat sběr informací o mimořádnostech v provozu z jednotlivých informačních kanálů dopravců, který umožní v delším časovém horizontu přesnější analýzy. V tomto směru byla navázána spolupráce s Centrem dopravního výzkumu, v. v. i.

SUMMARY

The diploma thesis dealt with risks endangering rail transportation in the Czech Republic. Firstly, events such as accidents, obstacles, defects and others which affected Czech railways between 2011 and 2015 were collected. Main data source were Twitter and web pages of the largest railway carrier in the Czech Republic České dráhy. Tweets published on České dráhy Twitter accounts were downloaded by developed Python program. All collected data were in station to station text format and had to be transferred into format allowing visualization. For this purpose, rail network layer and Python program using Make Route Layer tool in ArcGIS 10.1 was developed. The program processed entry data and wrote identification numbers of network lines which were affected by any event into a new file. For the risk enumeration, traffic flow intensity was also needed. Data were provided by Správa železniční dopravní cesty which is owner of most of the rail infrastructure in the Czech Republic. At this stage, risk could be calculated for every line in the network layer. The risk is defined as quotient of total number of events and traffic intensity. In fact it is a statistical probability of any event occurrence. Calculated risk (probability) is on average in every single section of the rail network 0.07 %. It means that rail transportation in the Czech Republic is relatively safe. The most common causes were vehicle breakdowns (34.1 %), track faults (19.0 %) and delays (18.1 %). The least common were floods (0.4 %), fires (0.7 %) and rail accidents (0.8 %). Most of the events happened between 14 pm to 18 pm. Rail track number 010 between Praha and Česká Třebová stations have been recognized as the critical part of the Czech rail network. Passengers travelling to Prague from the eastern part of the Czech Republic could expect traffic problems almost every second day. Collisions with individuals are concentrated into the surroundings of the biggest cities. Regional tracks are risky from the perspective of collisions with automobiles because of the worst crossing security on this kind of tracks. Occurrence of obstacles is more frequent in tracks with wooded surroundings. Tracks close to bigger rivers have higher tendency to be flooded than others. Calamities (snow, wind) are more frequent in higher parts of the Czech Republic. All of the researched findings are presented by attached thematic maps.

POUŽITÁ LITERATURA A PRAMENY

ARCDATA PRAHA, ČSÚ a ČÚZK. *ArcČR© 500* [online]. ©2016 [cit. 2016-04-08]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>

AŽD hodlá koupit dvě železniční tratě, mají sloužit k testování i dopravě. *E15.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/doprava-a-logistika/azd-hodla-koupit-dve-zeleznicni-trate-maji-slouzit-k-testovani-i-doprave-1240875>

AŽD PRAHA. CDP Přerov. *AŽD Praha* [online]. ©2016 [cit. 2016-02-24]. Dostupné z: <https://www.azd.cz/obrazek.php?id=1423-31-8-2012.jpeg>

BĚČÁK, Libor. Příčinu železničního požáru za více než 100 milionů hledají specialisté. *Karvinský a Havířovský deník.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://karvinsky.denik.cz/pozary/pozar-zastavil-vlak-y-v-bohumine-20160210.html>

Běchovice - Úvaly. *SŽDC* [online]. ©2016c [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/modernizace-drahy/prehled-staveb/op-doprava/bechovice-uvaly/fotogalerie/vapenna-stabilizace-zel.spodku-v-koleji-c.2-u-zst-bechovice.jpg>

BINKO, Marek. *Úloha SŽDC v přípravě Rychlých spojení* [online]. 2014 [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/studenti/files/ckfiles/file/2014-4.pdf>

BÍL, Michal, Rostislav VODÁK, Jan KUBEČEK, Martina BÍLOVÁ a Jiří SEDONÍK. Evaluating road network damage caused by natural disasters in the Czech Republic between 1997 and 2010. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* [online]. 2015, 80, 90-103 [cit. 2016-04-08]. DOI: 10.1016/j.tra.2015.07.006. ISSN 09658564. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0965856415001883>

BRINKE, Josef. *Úvod do geografie dopravy*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-7184-923-5.

BRUŠTÍKOVÁ, Andrea. Vlak narazil na Chebsku do stáda krav, trať několik hodin stála. *iDNES.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: http://vary.idnes.cz/nehoda-vlak-u-na-chebsku-srazka-se-stadem-skotu-f43-/vary-zpravy.aspx?c=A150819_112040_vary-zpravy_ba

CDV. *RUPOK – riziko uzavření pozemních komunikací* [online]. ©2016 [cit. 2016-04-08]. Dostupné z: <http://rupok.cz/>

CDV. *SRÁŽKY SE ZVĚŘÍ* [online]. 2016 [cit. 2016-04-08]. Dostupné z: <http://www.srazenazver.cz/cz/>

ČD. Mimořádnost v provozu. ČD [online]. ©2016 [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: <http://www.cd.cz/omezeniprovozu/mimoradnost.php?mid=538>

ČESKÝ ROZHLAS. Má to smysl, kalamita to potvrdila, obhájí SŽDC kácení u tratí. *Český rozhlas* [online]. 2014 [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: http://www.rozhlas.cz/zpravy/politika/_zprava/ma-to-smysl-kalamita-to-potvrdila-obhajuje-szdc-kaceni-u-trati--1428102

ČSÚ. Dopravní infrastruktura a účinnost železniční, veřejné autobusové a silniční dopravy. *Český statistický úřad* [online]. 2014 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/xp/dopravni_infrastruktura_a_ucinnost_zeleznicni_veřejne_autobusove_a_silnicni_dopravy

ČT. Poruchy ochromily železnici v Praze, nejprve trať, pak i nádraží. *Česká televize* [online]. 2016 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/domaci/1665004-poruchy-ochromily-zeleznici-v-praze-nejprve-trat-pak-i-nadrazi>

DEUTSCHE BAHN AG. Bahnübergängen infografiken. In: *Deutsch Bahn* [online]. 2012 [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: https://www.deutschebahn.com/file/pr-stuttgart-de/8598290/tAfHiL8Kq9GQdNnNSnLtrjAwU/8598276/data/bahnuebergaenge_infografiken.pdf

DEZIDOR. Železniční tunely. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2007 [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:%C5%BDelezni%C4%8Dn%C3%AD_tunely.jpg

DOLEJŠÍ, Milan. 160 přes přejezd je sice méně bezpečné, ale levnější. *Česká televize* [online]. 2015 [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/domaci/1559634-160-pres-prejezd-je-sice-mene-bezpecne-ale-levnejsi>

Dopravci působící na síti SŽDC. *SŽDC* [online]. 2015c [cit. 2016-02-19]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/provozovani-drahy/dopravci.html>

DRÁPAL, Martin. NEHOD NA PŘEJEZDECH UBYLO, I TAK ZEMŘELO 32 LIDÍ. In: *Drážní inspekce* [online]. Praha, 2016 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.dicr.cz/nehod-na-prejezdech-ubylo-i-tak-zemrelo-32-lidi>

DRÁŽNÍ INSPEKCE. 14. 7. 2007 SRÁŽKA VLAKŮ V ČERČANECH. *Drážní inspekce* [online]. 2007 [cit. 2016-03-01]. Dostupné z: http://www.dicr.cz/full.php?img=nehody/foto/070714Cercany/DI_Cercany04.jpg

DRÁŽNÍ INSPEKCE. *Drážní inspekce: Výroční zpráva 2014* [online]. 2015 [cit. 2016-03-01]. Dostupné z: http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/DI_VZ_2014.pdf

DVOŘÁK, Michal. Cestující se obávají o osud železnice zničené sesuvem na dálnici D8. *IDNES.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: http://usti.idnes.cz/obnova-zeleznicni-trati-097-pod-sesuvem-na-dalnici-d8-f8t-/usti-zpravy.aspx?c=A150203_2136561_usti-zpravy_alh

FAMFULÍK, Jan. *Údržba hnacích vozidel zaměřená na bezporuchovost: autoreferát doktorské disertační práce*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 2002. ISBN 80-248-0259-7.

FIALOVÁ, Barbora. Přesně před 170 lety vyrazila z Brna do Vídně lokomotiva Herkules. *IDNES.cz* [online]. 2009 [cit. 2016-02-14]. Dostupné z: http://brno.idnes.cz/presne-pred-170-lety-vyrazila-z-brna-do-vidne-lokomotiva-herkules-p80-/brno-zpravy.aspx?c=A090706_184354_brno_krc

Google Street View [online]. ©2016 [cit. 2016-04-08]. Dostupné z: http://www.google.com/intl/cs_cz/maps/streetview/

Historie ŽUB (EUROPOINTBRNO). *Statutární město Brno* [online]. Brno, 2010 [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: <http://www.brno.cz/doprava/velky-mestsky-okruh/prestavba-zeleznicniho-uzlu-brno-europointbrno/historie-zub-europointbrno/>

HOŠÁK, Zdeněk. Hořící lokomotiva na Přerovském nádraží. *Požáry.cz* [online]. 2011 [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/42476-horici-lokomotiva-na-prerovskem-nadrazi/>

HZS ČR. Bojový řád jednotek požární ochrany - v dokumentech. *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. ©2015 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/bojovy-rad-jednotek-pozarni-ochrany-v-dokumentech-491249.aspx>

HZS LK. VYBRANÉ ZÁSAHY: Vlak narazil do skalního masivu, strojvedoucího hasiči vyprošťovali. *Hasičský záchranný sbor libereckého kraje* [online]. 2015 [cit. 2016-04-08]. Dostupné z: <http://www.hzslk.cz/56.4564-vlak-narazil-do-skalniho-masivu-strojvedouciho-hasici-vyprostovali.html#>

IDNES.CZ. Na trati mezi Prahou a Kolínem už jezdí vlaky. *iDNES.cz* [online]. 2007 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/na-trati-mezi-prahou-a-kolinem-uz-jezdi-vlak-f3x-/domaci.aspx?c=A070618_152025_domaci_mr

JACURA, Martin a Vojtěch NOVOTNÝ. *Železniční provoz: doplňkový učební text*. Vyd. 1. V Praze: ČVUT, Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů, 2011. ISBN 978-80-01-04973-0.

JANČAŘÍKOVÁ, Michaela. Doprava se v zemi vrací pomalu do normálu. České dráhy chtějí vybudovat kontaktní centrum. *FIRENET.CZ* [online]. 2014 [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: <http://www.firenet.cz/zeleznice/z-domova/2054-doprava-se-v-zemi-vraci-pomalu-do-normalu-ceske-drahy-chteji-vybudovat-kontaktni-centrum>

JANŮREK, Pavel. V rámci úspor by se měli drážní hasiči stát součástí Hasičského záchranného sboru ČR. *Kurzy.cz* [online]. 2012 [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: <http://www.kurzy.cz/tema/detail/v-ramci-uspor-by-se-meli-drazni-hasici-stat-soucasti-920226.html>

JIŘIČKA, Jan, Jan WIRNITZER a Jitka VENTUROVÁ. Bouřky přinesly kroupy, srážky vlaků se stromy i velké výpadky elektřiny. *iDNES.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/nasledky-bourky-krupobiti-d0q-/domaci.aspx?c=A150708_063800_domaci_jj

KLOUTVOR, Jiří. Technický stav a spolehlivost kolejových vozidel v železniční dopravě. In: *Management spolehlivost dopravních prostředků: Materiály z XX. setkání odborné skupiny pro spolehlivost* [online]. Praha, 2005 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: http://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Spolkova_cinnost/Odborne_skupiny/Spolehlivost/Sborniky/20_Spolehlivost_dopravnich_prostredku.pdf

KOLÁŘ, Jan. *Geografické informační systémy 10*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1997.

KONOPÁČ, Tomáš. Řízení železniční dopravy – 2. část. *Silnice Železnice* [online]. 2013 [cit. 2016-02-22]. ISSN 1803-8441. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/rizeni-zeleznicni-dopravy-2-cast/>

KRÁLOVÁ, Stanislava. Před padesáti lety u Stéblové zahynulo přes 100 lidí při vlakovém neštěstí. *iDNES.cz* [online]. 2010 [cit. 2016-02-14]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/pred-padesati-lety-u-steblove-zahynulo-pres-100-lidi-pri-vlakovem-nestesti-1In-/krimi.aspx?c=A101113_185240_pardubice-zpravy_meb

KRENEATICK (CZ). Bechyně, Duhový most - železobetonový most přes Lužnici. *Panoramio* [online]. 2015 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://static.panoramio.com/photos/large/116031927.jpg>

KRÝŽE, Pavel. Tranzitní koridory. *SŽDC* [online]. ©2016 [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/soubory/mapy/koridory-zjednodusene.pdf>

KYNCL, Jan. *Historie dopravy na území České republiky*. 1. vyd. Praha: Vladimír Kořínek, 2006, 146 s., [16] s. obr. příl. ISBN 80-903184-9-5.

LINHARTOVÁ, Eva. *Topologie v GIS* [online]. Praha, 2011 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: http://maps.fsv.cvut.cz/diplomky/2011_BP_Linhartova_Topologie_v_GIS.pdf

Mapy.cz [online]. 2016 [cit. 2016-04-08]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>

MĚŘIČKA, Radek. *Hasičský záchranný sbor podniku Správy železniční dopravní cesty a mimořádné události na železnici a jejich řešení* [online]. České Budějovice, 2014 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: http://theses.cz/id/iksuyy/Hasisk_zchrann_sbor_podniku_Sprvy_eleznin_dopravn_cesty_a.pdf

MF DNES. Pohled na nádraží v Loučné nad Desnou po povodních roku 1997. In: *iDNES.cz* [online]. 2012 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: http://olomouc.idnes.cz/foto.aspx?r=olomouc-zpravy&c=A120711_1802480_olomouc-zpravy_stk

MINISTERSTVO DOPRAVY. *Ročenka dopravy České Republiky* [online]. 2014 [cit. 2016-04-06]. ISSN 1801-3090. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2014.pdf

NAVRÁTIL, Martin. Rostislav Novák: Pendolina jsou stále na vrcholu žebříčku spolehlivosti. *Železničář* [online]. 2014 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: [https://zeleznicar.cd.cz/zeleznicar/rozhovor/rostislav-novak--pendolina-jsou-stale-na-vrcholu-zebricku-spolehlivosti-/-5048/18,0,/,/](https://zeleznicar.cd.cz/zeleznicar/rozhovor/rostislav-novak--pendolina-jsou-stale-na-vrcholu-zebricku-spolehlivosti-/-5048/18,0,/)

NAVRÁTILOVÁ, Lenka a Stanislav ŠTÁBL. Dynamické bariéry – systém ochrany před skalním řícením. *Silnice Železnice* [online]. 2014 [cit. 2016-03-08]. ISSN 1803-8441. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/dynamicke-bariery-system-ochrany-pred-skalnim-ricenim/>

NEUSAR, Zdeněk. STATISTIKA NEHOD NA PŘEJEZDECH V ROCE 2008. In: *Drážní inspekce* [online]. Praha, 2008 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.dicr.cz/statistika-nehod-na-prejezdech-v-roce-2008>

NOVINKY.CZ. Česko trápí silný vítr, na severu a západě Čech energetici vyhlásili kalamitu. *Novinky.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/domaci/365813-cesko-trapi-silny-vitr-na-severu-a-zapade-cech-energetici-vyhlasi-irnikalamitu.html>

O společnosti. *ČD* [online]. 2014 [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: <https://www.cd.cz/infoservis/o-spolecnosti/-3540/>

OpenStreetMap [online]. ©2016 [cit. 2016-04-08]. Dostupné z: <http://www.openstreetmap.org/>

PAVLÍČEK, Stanislav. *Naše lokálky: místní dráhy v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. Praha: Dokořán, 2002, 156 s., [16] s. obr. příl. ISBN 80-86569-13-6.

PEM. In: *K-REPORT: Archiv diskuse Tratě Jizerských hor a Frýdlantska do 17. 1. 2015* [online]. 2015 [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: <http://www.k-report.net/presmerovani/?prispevek=3255639>

PETROVSKÝ, Aleš. České dráhy začínají oficiálně na Twitteru. *Želpage* [online]. 2013 [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: <http://www.zelpage.cz/zpravy/9016?lang=cs>

PRAJKA, Marek. *Analýza činnosti Hasičské záchranné služby Správy železniční dopravní cesty, s.o.* [online]. Zlín, 2014 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/29811/prajka_2014_dp.pdf?sequence=1

Rychlost nad 100 km/h? Na českých kolejích jen na hlavních tazích. *E15.cz* [online]. 2014 [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/doprava-a-logistika/rychlost-nad-100-km-h-na-ceskych-kolejich-jen-na-hlavnich-tazich-1137936>

SCHREIER, Pavel. *Naše dráhy ve 20. století: pohledy do železniční historie*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 2010. ISBN 978-80-204-2312-2.

SCHREIER, Pavel. *Příběhy z dějin našich drah: kapitoly z historie českých železnic do roku 1918*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 2009, 207 s. ISBN 978-80-204-1505-9.

Směrnice Rady 91/440/EHS ze dne 29. července 1991 o rozvoji železnic Společenství [vid. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:31991L0440>

Směrnice Rady 95/18/ES ze dne 19. června 1995 o vydávání licencí železničním podnikům [vid. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX%3A31995L0018>

Směrnice Rady 95/19/ES z 19. června 1995 o alokaci kapacity železniční infrastruktury a stanovení poplatku za infrastrukturu [vid. 2016-03-26]. Dostupné z: http://edice.cd.cz/edice/DOKES/DOKES01/dok8a_01/19_95.pdf

SOJKA, Jaromír. *Počítačem podporované hodnocení spolehlivosti železničních kolejových vozidel*. In: *Management spolehlivost dopravních prostředků: Materiály z XX. setkání odborné skupiny pro spolehlivost* [online]. Praha, 2005 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: http://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Spolkova_cinnost/Odborne_skupiny/Spolehlivost/Sborniky/20_Spolehlivost_dopravnich_prostredku.pdf

SOME MOVE. ČD Twitter: dráhy převzaly robota na mimořádnosti. *Some move* [online]. 2013 [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: <http://somemove.cz/cd-twitter-drahy-prevzaly-robota-na-mimoradnosti/>

STREICHSBIEROVÁ, Eva. Technická závada poslala vlak mimo koleje, škoda přesáhne milion. *iDNES.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-02-29]. Dostupné z: http://jihlava.idnes.cz/v-horni-cerekvi-vykolejil-nakladni-vlak-f0d-/jihlava-zpravy.aspx?c=A150703_163031_jihlava-zpravy_ev

SŮRA, Jan. Britský obr National Express míří na české železnice. Lákají ho soutěže. *iDNES.cz* [online]. 2014 [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/ceske-dotovane-vlaky-pritahly-britskeho-obra-national-express-pvg-/eko-doprava.aspx?c=A140106_211916_eko-doprava_zt

SŮRA, Jan. Opuštěné železniční tratě nikdo nechce. Stát je nabídne znovu levněji. *iDNES.cz* [online]. 2015a [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/opustene-zeleznicni-trate-nikdo-nechtel-stat-je-zlevni-pir-/eko-doprava.aspx?c=A150106_175529_eko-doprava_suj

SŮRA, Jan. Stát chce sjednotit proud na železnici. Stálo by to desítky miliard. *iDNES.cz* [online]. 2015b [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/sjednoceni-proudu-na-zeleznici-dms-/eko-doprava.aspx?c=A150611_171830_eko-doprava_rny

SŽDC. Člověk vs. vlak: nerovný souboj s předvídatelným koncem!. In: *SŽDC* [online]. Praha, 2014c [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/pro-media/tiskove-zpravy/ilcad-2014.html>

SŽDC. Historie našich železnic v kostce. In: *SŽDC* [online]. Praha, ©2016a [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/o-nas/zeleznice-cr/historie-zeleznice-v-cr.pdf>

SŽDC. In: *SŽDC* [online]. ©2016d [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/soubory/kaceni-stromu/promo/nakres.jpg>

SŽDC. *SŽDC (ČD) D2: Předpis pro organizování a provozování drážní dopravy* [online]. 1997 [cit. 2016-03-01]. Dostupné z: https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjhrmJqJ7LAhVBGZoKHckCBekQFgggMAE&url=http%3A%2F%2Fprovoz.szdc.cz%2FPortal%2FShow.aspx%3Foid%3D917445&usg=AFQjCNFcV-Ww_I6F-MSm86KnTOoLUPm9Dg&sig2=XBoi82KzPv3Z3oodRMvk5Q

SŽDC. *SŽDC D17: Předpis pro hlášení a šetření mimořádných událostí* [online]. 2015d [cit. 2016-03-01]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/documentpublisher/download?documentId=1%3B%2375ec707a-7b2a-4af4-8fe2-2c05aaecc6cb&contentId=0>

SŽDC. Vláda dnes schválila převod nádraží a souvisejícího majetku Českých drah na stát. In: *SŽDC* [online]. 2015b [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/pro-media/tiskove-zpravy/prevod-nadrazi-na-stat.html>

SŽDC. *Výroční zpráva 2014* [online]. 2015a [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/soubory/vysledky-hospodareni/2014-vz.pdf>

ŠIROKÁ, Michaela a Veronika NEPRAŠOVÁ. Provoz na trati mezi Kolínem a Prahou komplikovala stržená trolej. *Český rozhlas* [online]. 2015 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: http://www.rozhlas.cz/zpravy/regiony/_zprava/zavada-na-trati-mezi-prahou-a-kolinem-zpozduje-vlaky—1464915

ŠITNER, Roman. České dráhy odolaly trhu. Před 10 lety začaly snahy o liberalizaci železnice. *Hospodářské noviny* [online]. 2015 [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: <http://archiv.ihned.cz/c1-63654610-ceske-drahy-odolaly-trhu-pred-10-lety-zacaly-snahy-o-liberalizaci-zeleznice>

ŠTEFEK, Petr. Základní technické požadavky na Jednotné obslužné pracoviště. *SPŽ* [online]. c2016 [cit. 2016-02-23]. Dostupné z: <http://spz.logout.cz/zabezpec/ztp-jop.html>

ŠŤASTNÝ, Jiří. Strojvedoucímu hrozí za střet vlaků v Paskově pět let vězení. *iDNES.cz* [online]. 2009 [cit. 2016-02-29]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/strojvedoucim-u-hrozi-za-stret-vlaku-v-paskove-pet-let-vezeni-pun-/krimi.aspx?c=A090526_101425_krimi_js

TIKMAN, Pavel a Martin VACHTL. Rozvoj železniční sítě České republiky. *Urbanismus a územní rozvoj* [online]. 2010, XIII(5), 58–70 [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/casopis/2010/2010-05/08_rozvoj.pdf

TOMEŠ, Zdeněk a Tomáš POSPÍŠIL. Ekonomické aspekty železniční dopravy. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2006. ISBN 80-210-4220-6.

TŘEČEK, Čeněk a Markéta BUŠKOVÁ. Železničáři dostali za střet vlaků v Čerčanech podmínky. *iDNES.cz* [online]. 2008 [cit. 2016-02-29]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/zeleznicari-dostali-za-stret-vlaku-v-cercanech-podminky-p2h-/krimi.aspx?c=A080317_154511_krimi_cen

Twitter [online]. ©2016 [cit. 2016-04-08]. Dostupné z: <https://twitter.com/>

VACA, Jan a Zdeňka TRACHTOVÁ. Bouřlivá noc nad Českem. Uhodilo přes 51 tisíc blesků. *iDNES.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/silne-bourky-na-ceskem-06w-/domaci.aspx?c=A150708_090741_domaci_jav

VÁLKOVÁ, Hana. Porucha vedení a zabezpečení ochromila koridor mezi Prahou a Moravou. *iDNES.cz* [online]. 2014a [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/porucha-trakcniho-vedeni-vlaky-praha-kolin-f2b-/domaci.aspx?c=A140711_085523_domaci_hv

VÁLKOVÁ, Hana. Tři poruchy ztěžovaly dopravu na koridoru, desítka vlaků má zpoždění. *iDNES.cz* [online]. 2014b [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/drahy-technicka-zavada-koleje-doprava-zpozdeni-flh-/domaci.aspx?c=A140611_092131_domaci_hv

VŠB-TU OSTRAVA. Kapitola II. Zabezpečovací technika v železniční dopravě (ČÁST 1). *Zvýšení vědeckovýzkumného potenciálu pracovníků a studentů technických vysokých škol v oblasti dopravy* [online]. 2009a [cit. 2016-02-23]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/129>

VŠB-TU OSTRAVA. Kapitola II. Zabezpečovací technika v železniční dopravě (ČÁST 2). *Zvýšení vědeckovýzkumného potenciálu pracovníků a studentů technických vysokých škol v oblasti dopravy* [online]. 2009b [cit. 2016-02-23]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/130>

VÚV TGM. *VYHODNOCENÍ POVODNÍ V KVĚTNU A ČERVNU 2010: EKONOMICKÉ A SOCIÁLNÍ DOPADY* [online]. 2011 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: http://www.vuv.cz/files/pdf/problematika_povodni/povoden-2010-v-vi_ekonomicke_a_socialni_dopady.pdf

VÚV TGM. *Záplavová území* [online]. 2015 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: http://heis.vuv.cz/data/spusteni/identchk.asp?typ=96&oblast=isvs_zapluz

Vyhláška č. 376/2006 Sb., o systému bezpečnosti provozování dráhy a drážní dopravy a postupech při vzniku mimořádných událostí na dráhách. In: *ASPI* [právní informační systém]. Praha: Wolters Kluwer ČR [vid. 2016-03-10]. Dostupné také z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=62916&nr=376~2F2006&rpp=15#local-content>

Vyhláška č. 177/1995 Sb., kterou se vydává stavební a technický řád drah. In: *ASPI* [právní informační systém]. Praha: Wolters Kluwer ČR [vid. 2016-03-10]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=43132&nr=177~2F1995&rpp=15#local-content>

Vyhláška č. 376/2006 Sb., o systému bezpečnosti provozování dráhy a drážní dopravy a postupech při vzniku mimořádných událostí na dráhách. In: *ASPI* [právní informační systém]. Praha: Wolters Kluwer ČR [vid. 2016-03-10]. Dostupné také z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=62916&nr=376~2F2006&rpp=15#local-content>

Základní charakteristika železniční sítě SŽDC. *SŽDC* [online]. 2014b [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/o-nas/zeleznice-cr/zeleznici-sit-v-cr.html>

Zákon 133/1985 Sb., o požární ochraně. In: *ASPI* [právní informační systém]. Praha: Wolters Kluwer ČR [vid. 2016-03-10]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=36808&nr=133~2F1985&rpp=15#local-content>

Zákon č. 266/1994 Sb., o drahách. In: *ASPI* [právní informační systém]. Praha: Wolters Kluwer ČR [vid. 2016-03-10]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=42341&nr=266~2F1994&rpp=15#local-content>

Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu). In: *ASPI* [právní informační systém]. Praha: Wolters Kluwer ČR [vid. 2016-03-10]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=49756&nr=361~2F2000&rpp=15#local-content>

Zákon č. 77/2002 Sb., o akciové společnosti České dráhy, státní organizaci Správa železniční dopravní cesty a o změně zákona č. 266/1994 Sb., o drahách, ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 77/1997 Sb., o státním podniku, ve znění pozdějších předpisů. In: *ASPI* [právní informační systém]. Praha: Wolters Kluwer ČR [vid. 2016-03-10]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=53141&nr=77~2F2002&rpp=15#local-content>

Železnice ČR. *SŽDC* [online]. ©2016b [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/o-nas/zeleznice-cr.html>

Přejezdy v číslech. *SŽDC* [online]. 2014a [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/web/prejezdy/prejezdy-v-cislech.html>

SEZNAM PŘÍLOH

Přílohy vázané

- Příloha č. 1: Zdrojový kód programu ke stahování dat z Twitteru
- Příloha č. 2: Zdrojový kód programu k úpravě stažených dat
- Příloha č. 3: Zdrojový kód programu pro trasování záznamů
- Příloha č. 4: Mimořádné události v železničních stanicích ČR
- Příloha č. 5: Kritický úsek železniční sítě ČR – počet MU
- Příloha č. 6: Nehody v železničním provozu ČR
- Příloha č. 7: Kritický úsek železniční sítě ČR – nehody
- Příloha č. 8: Pravděpodobnost vzniku nehod v železničním provozu ČR
- Příloha č. 9: Srážky železničních vozidel s osobami v ČR
- Příloha č. 10: Kritický úsek železniční sítě ČR – srážka vlaku s osobou mapa 1
- Příloha č. 11: Kritický úsek železniční sítě ČR – srážka vlaku s osobou mapa 2
- Příloha č. 12: Kritický úsek železniční sítě ČR – srážka vlaku s osobou mapa 3
- Příloha č. 13: Pravděpodobnost srážky vlaku s osobou v železničním provozu ČR
- Příloha č. 14: Srážky železničních vozidel s automobily v ČR
- Příloha č. 15: Kritický úsek železniční sítě ČR – srážka vlaku s automobilem mapa 1
- Příloha č. 16: Kritický úsek železniční sítě ČR – srážka vlaku s automobilem mapa 2
- Příloha č. 17: Kritický úsek železniční sítě ČR – srážka vlaku s automobilem mapa 3
- Příloha č. 18: Pravděpodobnost srážky vlaku s automobilem v železničním provozu ČR
- Příloha č. 19: Překážky v železničním provozu ČR
- Příloha č. 20: Kritický úsek železniční sítě ČR – překážky mapa 1
- Příloha č. 21: Kritický úsek železniční sítě ČR – překážky mapa 2
- Příloha č. 22: Kritický úsek železniční sítě ČR – překážky mapa 3
- Příloha č. 23: Pravděpodobnost vzniku překážek v železničním provozu ČR
- Příloha č. 24: Závady tratě v železničním provozu ČR
- Příloha č. 25: Kritický úsek železniční sítě ČR – závady tratě
- Příloha č. 26: Pravděpodobnost vzniku závady tratě v železničním provozu ČR
- Příloha č. 27: Dopravní závady v železničním provozu ČR
- Příloha č. 28: Kritický úsek železniční sítě ČR – dopravní závady
- Příloha č. 29: Pravděpodobnost vzniku dopravní závady v železničním provozu ČR
- Příloha č. 30: Kalamity v železničním provozu ČR
- Příloha č. 31: Kritický úsek železniční sítě ČR – kalamity
- Příloha č. 32: Pravděpodobnost vzniku kalamit v železničním provozu ČR
- Příloha č. 33: Povodně v železničním provozu ČR

- Příloha č. 34: Kritický úsek železniční sítě ČR – povodně mapa 1
- Příloha č. 35: Kritický úsek železniční sítě ČR – povodně mapa 2
- Příloha č. 36: Pravděpodobnost vzniku povodní v železničním provozu ČR
- Příloha č. 37: Poruchy vozidel v železničním provozu ČR
- Příloha č. 38: Kritický úsek železniční sítě ČR – poruchy vozidel
- Příloha č. 39: Pravděpodobnost vzniku poruch vozidel v železničním provozu ČR
- Příloha č. 40: Požáry v železničním provozu ČR
- Příloha č. 41: Kritický úsek železniční sítě ČR – požáry
- Příloha č. 42: Pravděpodobnost vzniku požárů v železničním provozu ČR
- Příloha č. 43: Nepravidelnosti v železničním provozu ČR
- Příloha č. 44: Kritický úsek železniční sítě ČR – nepravidelnosti v dopravě
- Příloha č. 45: Pravděpodobnost vzniku nepravidelností v železničním provozu ČR
- Příloha č. 46: Ostatní události v železničním provozu ČR
- Příloha č. 47: Kritický úsek železniční sítě ČR – ostatní události
- Příloha č. 48: Pravděpodobnost vzniku ostatních událostí v železničním provozu ČR
- Příloha č. 49: Intenzita provozu osobní železniční dopravy v ČR
- Příloha č. 50: Intenzita provozu nákladní železniční dopravy v ČR
- Příloha č. 51: Železniční provoz ve dnech ledovky
- Příloha č. 52: Železniční provoz ve dnech kalamity mapa 1
- Příloha č. 53: Železniční provoz ve dnech kalamity mapa 2

Přílohy volné

- Příloha 1: Mimořádné události v železničním provozu ČR v období 2011–2015
- Příloha 2: Frekvence mimořádných událostí v železničním provozu ČR v období 2011–2015
- Příloha 3: Mimořádné události v železničním provozu podle podílu krajů ČR v roce 2014
- Příloha 4: Pravděpodobnost vzniku mimořádné události v železničním provozu ČR na základě období 2011–2015
- Příloha 5: Intenzita železniční dopravy v České republice v roce 2015

Příloha č. 2:

Zdrojový kód programu k úpravě stažených dat

```
#!/usr/bin/python3.4
# -*- coding: utf-8 -*-

#Import modulů
import re, datetime, pytz, string

#Definice vstupu a výstupu
inp=open('stahni.csv', 'r', encoding = 'utf-8')
out=open('uprav.csv', 'w', encoding = 'utf-8')

print('Rozdeluji datovy format...')

#Proces úpravy stažených textových řetězců
for data in inp:
    event=re.sub(r'Nepravid.', 'Nepravidelnosti', data)
    start=re.match(r'(\d{18}); ([FMSTW][aehoru][deintu]\s[ADFJMNOS][aceopu][bcglnprtvy]\s\d{2}\s\d{2}:\d{2}:\d{2}\s\+\d{4}\s\d{4});\+(.+)', event)

    if start:
        fdate=start.group(2).rstrip()
        local_tz=pytz.timezone('Europe/Prague')
        utc=datetime.datetime.strptime(fdate, '%a %b %d %H:%M:%S %z %Y')
        local_time=utc.replace(tzinfo=pytz.utc).astimezone(local_tz)
        date=local_time.strftime('%d.%b.%Y')
        month=date.replace('Jan', '01').replace('Feb', '02').replace('Mar', '03').replace('Apr', '04').replace('May', '05').replace('Jun', '06').replace('Jul', '07').replace('Aug', '08').replace('Sep', '09').replace('Oct', '10').replace('Nov', '11').replace('Dec', '12')
        time=local_time.strftime('%H:%M:%S')
        parse=re.match(r'\[(.+)\]\s(.+)\s\sv\súseku\s(.+)\.\s(.+)\.\s+Konec\s\sv\s(.+)\s(http.+)', start.group(3))

        if parse:
            out.write(month+';'+'time+';'+'parse.group(5)+';'+'parse.group(1)+';'+'parse.group(2)+';'+'parse.group(3)+';'+'parse.group(4)+';'+'parse.group(6)+'\n')

        else:
            no_match=re.match(r'(.+)', start.group(3))
            out.write(month+';'+'time+';'+'chyba+';'+'no_match.group(1)+'\n')
    )

out.close()
inp.close()

print('Uprava dokoncena')
```

Příloha č. 3:

Zdrojový kód programu pro trasování záznamů

```
#!/usr/bin/python2.7
# -*- coding: utf-8 -*-

import arcpy
from arcpy import env
import os

#ověření extenze Network Analyst
arcpy.CheckOutExtension('Network')
env.workspace = 'C:/Python27/ArcGIS10.1/ROUTE'
env.overwriteOutput = True

#nastavení cest k datům
input_gdb = 'C:/Python27/ArcGIS10.2/ROUTE/FINAL.gdb'
network = 'C:/Python27/ArcGIS10.2/ROUTE/FINAL.gdb/SIT/SIT_ND'
inNetwork = 'C:/Python27/ArcGIS10.2/ROUTE/FINAL.gdb/SIT/SIT'
inPoints = 'C:/Python27/ArcGIS10.2/ROUTE/FINAL.gdb/UZLY'
layer_name = 'mim_usek'
impedance = 'DELKA'

#vytvoření pracovních vrstev
arcpy.MakeFeatureLayer_management(inPoints, 'stations')
arcpy.MakeFeatureLayer_management(inNetwork, 'select')

#import dat z csv souboru, zápis do souboru
import_points = open('vstup.csv', 'r')
out_file = open('vystup.csv', 'a')
for data in import_points:
    try:
        from_to = data.split(';')
        query = "NAZEV = " + str("%s"%from_to[2]) + " OR NAZEV = " +
str("%s"%from_to[3])
        select = arcpy.SelectLayerByAttribute_management('stations',
'NEW_SELECTION', query)

        #vyvoření route vrstvy
        result_object = arcpy.na.MakeRouteLayer(network, layer_name,
impedance, accumulate_attribute_name=['DELKA'],
restriction_attribute_name = from_to[1],
hierarchy='NO_HIERARCHY').getOutput(0)

        #přidání locations
        arcpy.na.AddLocations(result_object, 'Stops', 'stations', '', '100
Meters')

        #vytvoření trasy
        arcpy.na.Solve(result_object)

        #označení úseku mimořádnosti podle pracovní vrstvy
        arcpy.SelectLayerByLocation_management('select',
'HAVE_THEIR_CENTER_IN', 'Routes', '', 'NEW_SELECTION')
```

```
#uložení id označených mezistaničních úseků
search_id = arcpy.da.SearchCursor('select', ['LINE_ID'])

for row in search_id:
    num = ''.join(row)
    out_file.write(str(from_to[0]) + ';' + str(num) + '\n')

except Exception:
    out_file.write(str(from_to[0]) + ';' + 'chyba' + '\n')
    continue

import_points.close()
out_file.close()

print 'Dokonceno'
```

MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI V ŽELEZNIČNÍCH STANICÍCH ČESKÉ REPUBLIKY

v období 2011–2015



ŽELEZNIČNÍ SÍŤ

- uzlové a koncové stanice
- koridorové celostátní dráhy
- mimokoridorové celostátní dráhy
- - - regionální dráhy

MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ

- 1
- 2
- 3 a více

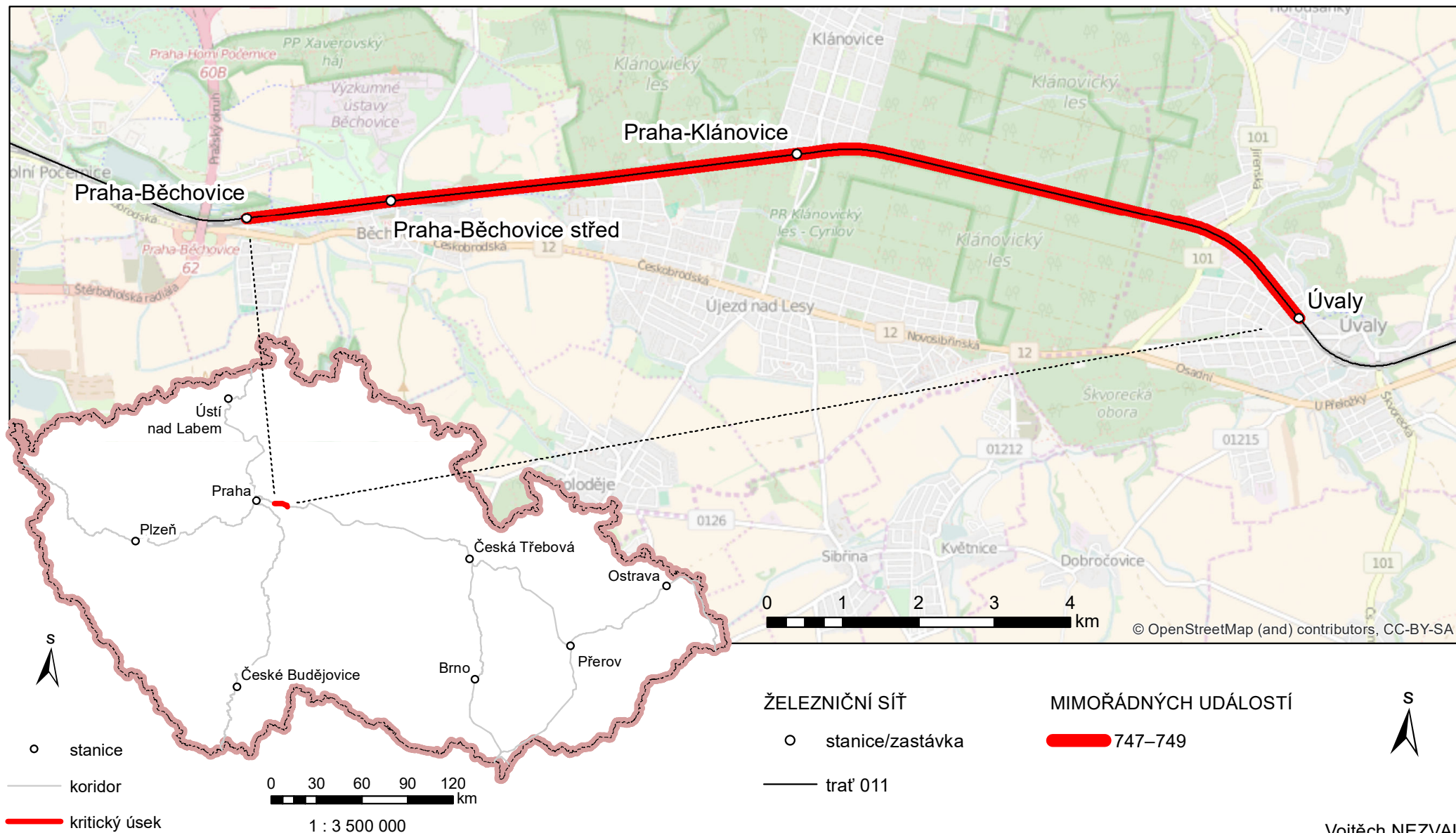
0 50 100 km

1 : 1 800 000



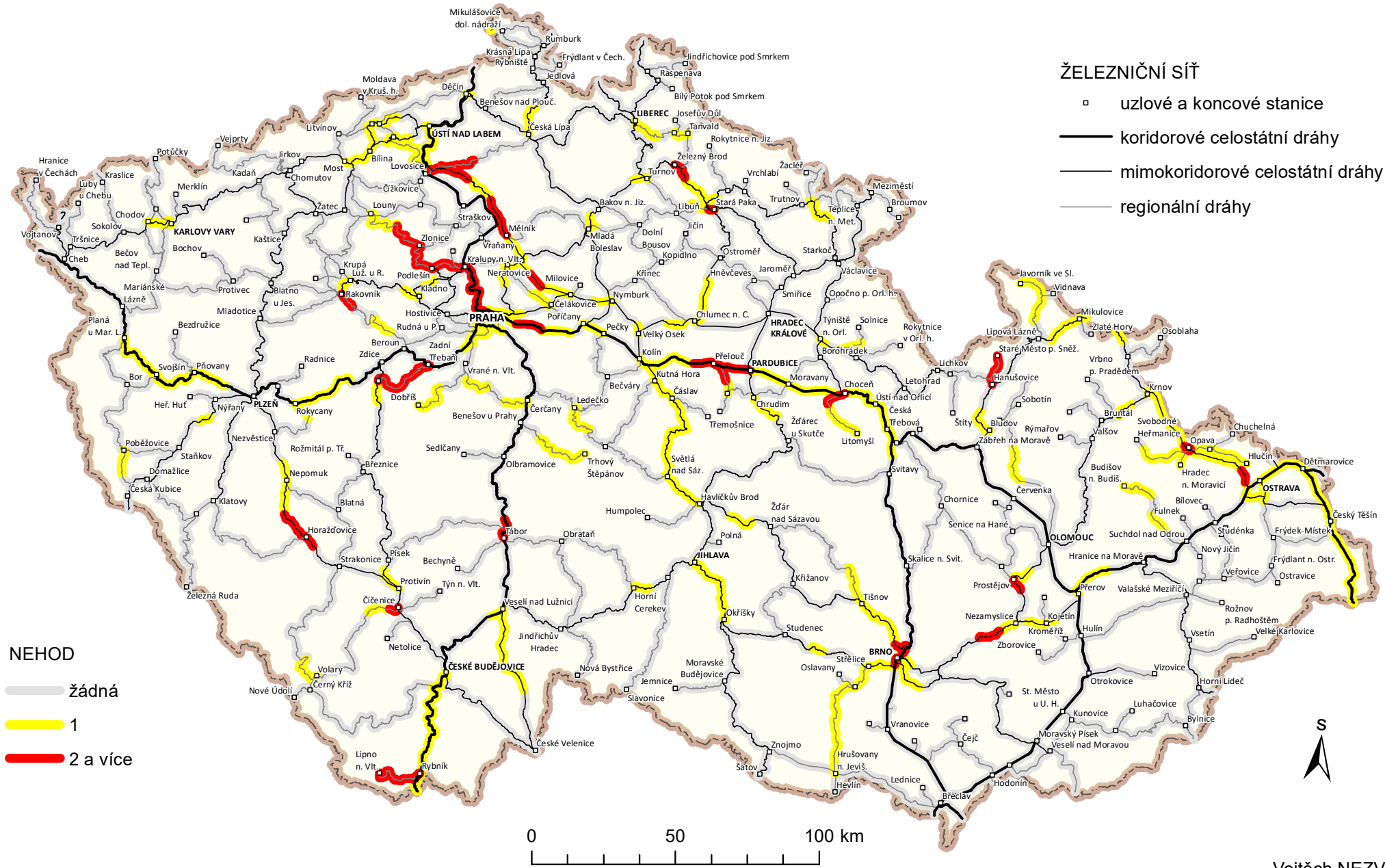
KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu mimořádných událostí v období 2011–2015



NEHODY V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČESKÉ REPUBLIKY

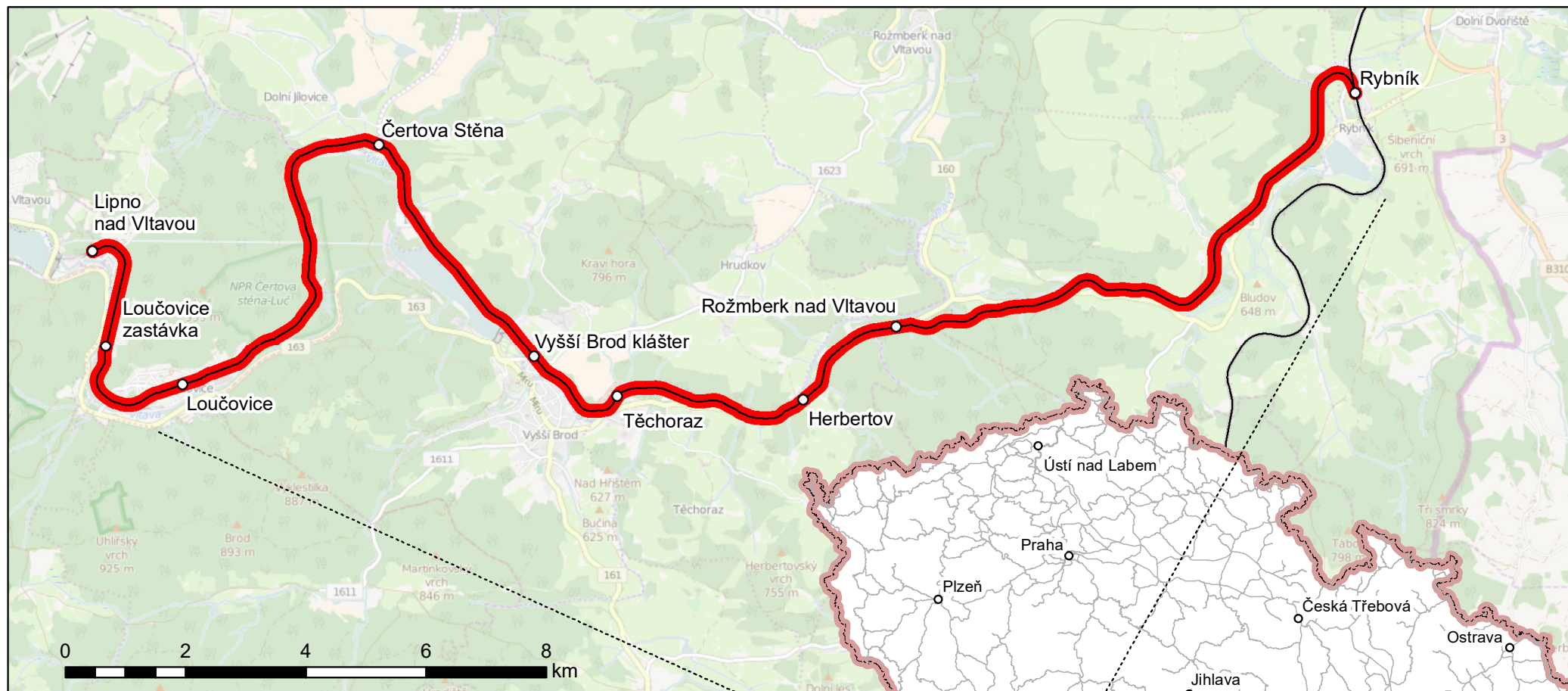
v období 2011–2015



1 : 1 800 000

KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu nehod v období 2011–2015



ŽELEZNIČNÍ SÍŤ

○ stanice/zastávka

NEHOD (VYKOLEJENÍ VLAKU)

■ 4

— trať

○ stanice

— železniční síť

■ kritický úsek

0 30 60 90 120 km

1 : 3 500 000

Vojtěch NEZVAL
Olomouc 2016

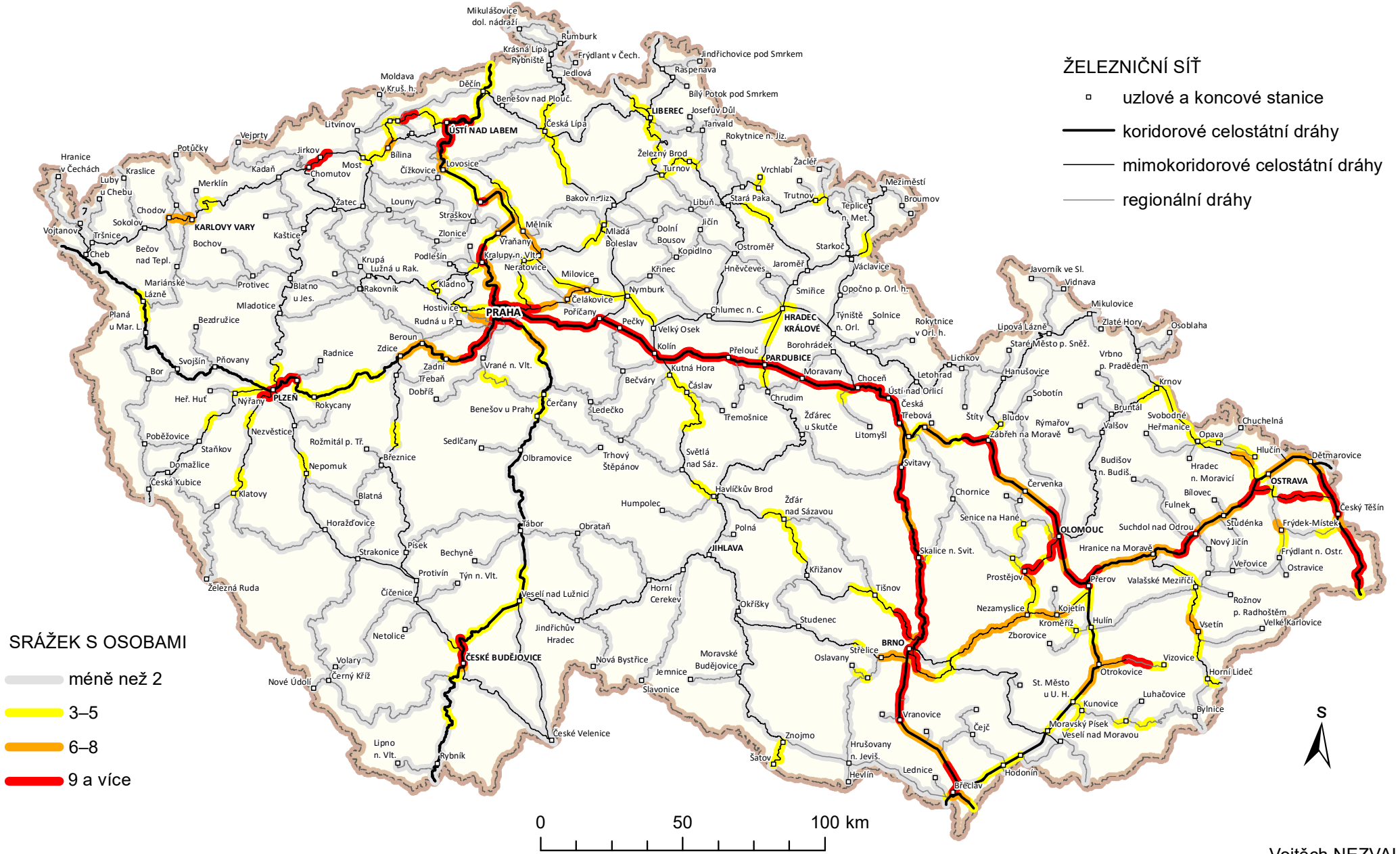
PRAVDĚPODOBNOST VZNIKU NEHOD V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČR

na základě sledovaného období 2011–2015



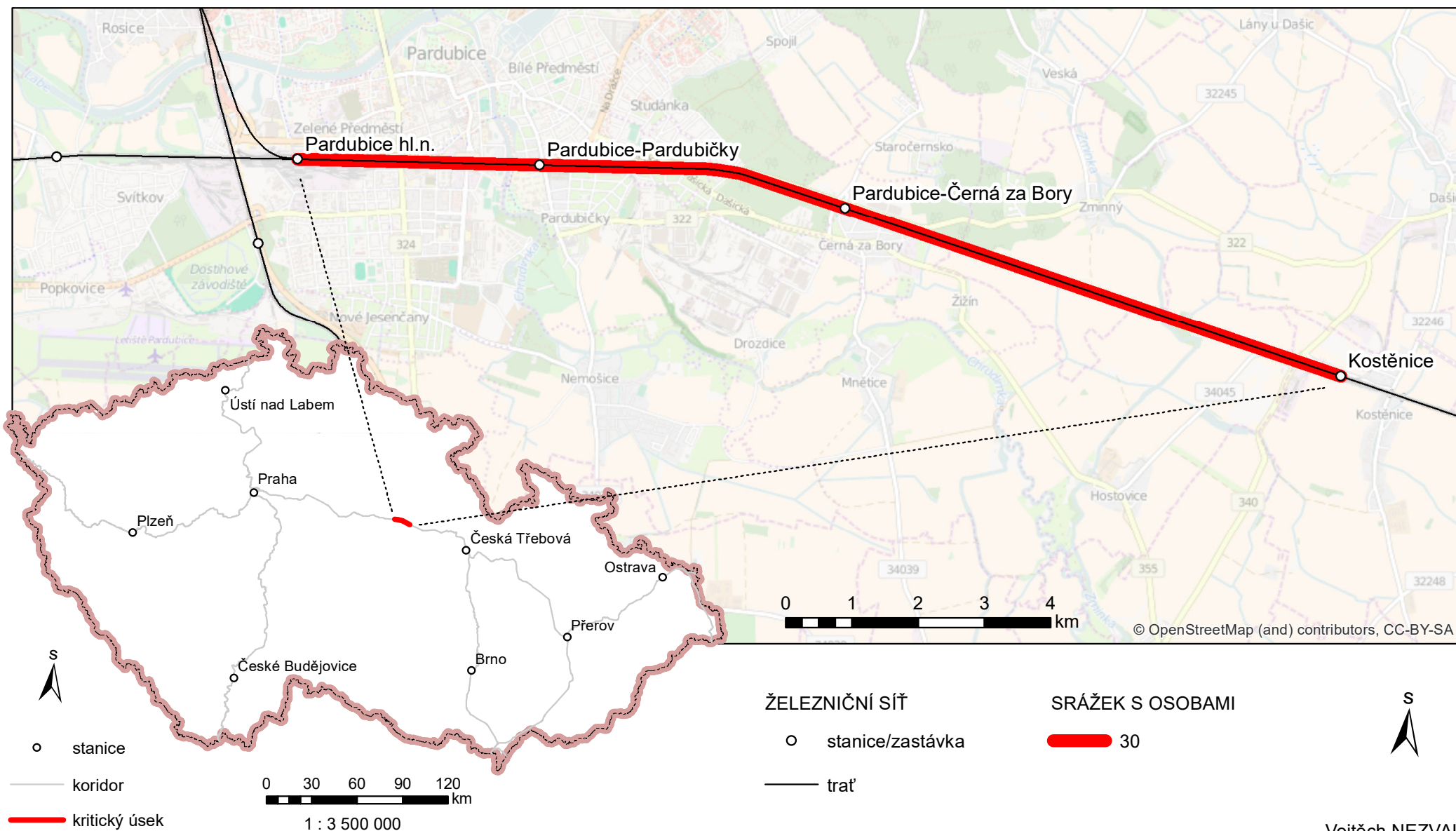
SRÁŽKY ŽELEZNIČNÍCH VOZIDEL S OSOBAMI V ČESKÉ REPUBLICE

v období 2011–2015



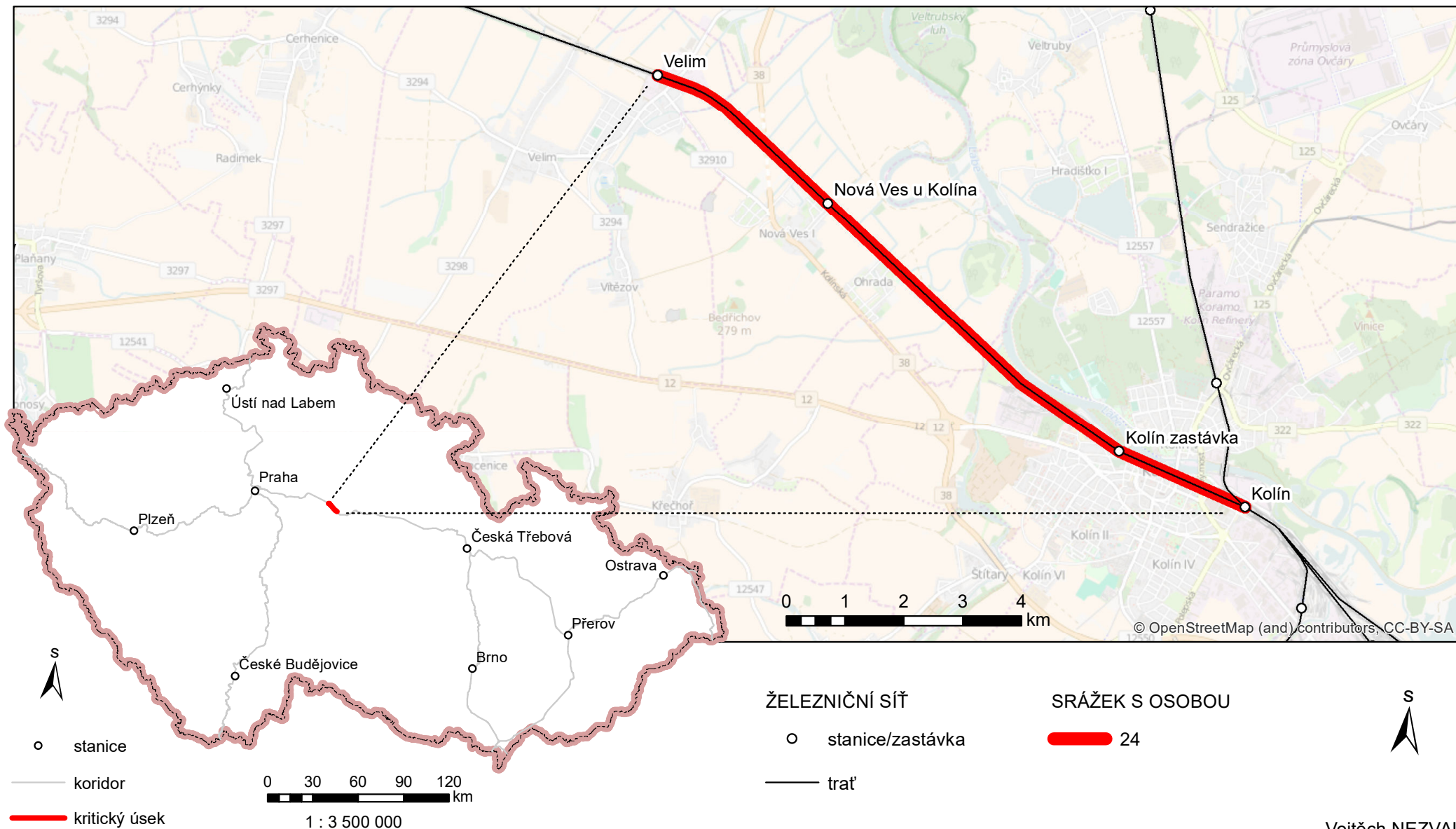
KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu srážek s osobami v období 2011–2015



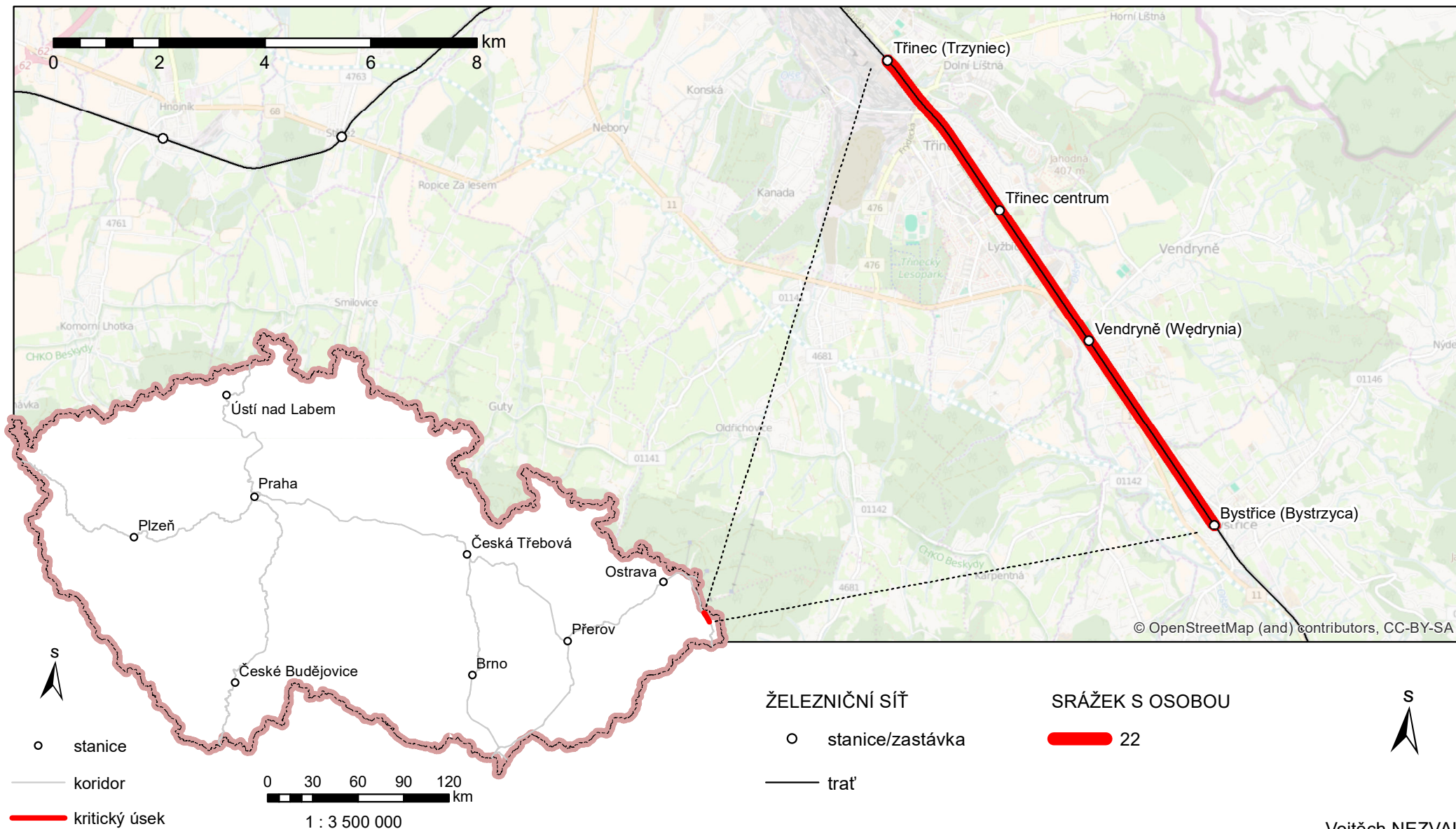
KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu srážek s osobami v období 2011–2015



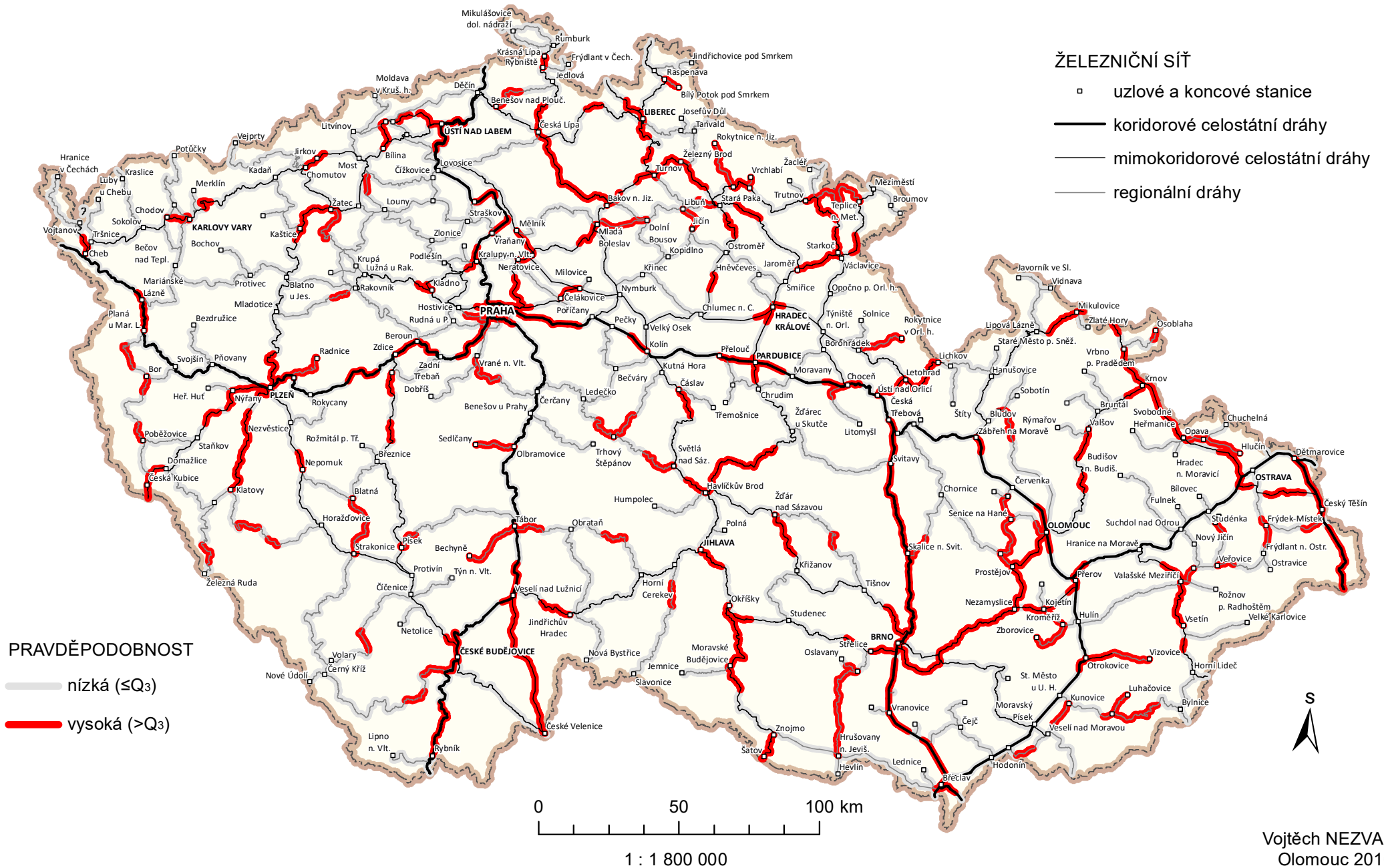
KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu srážek s osobami v období 2011–2015



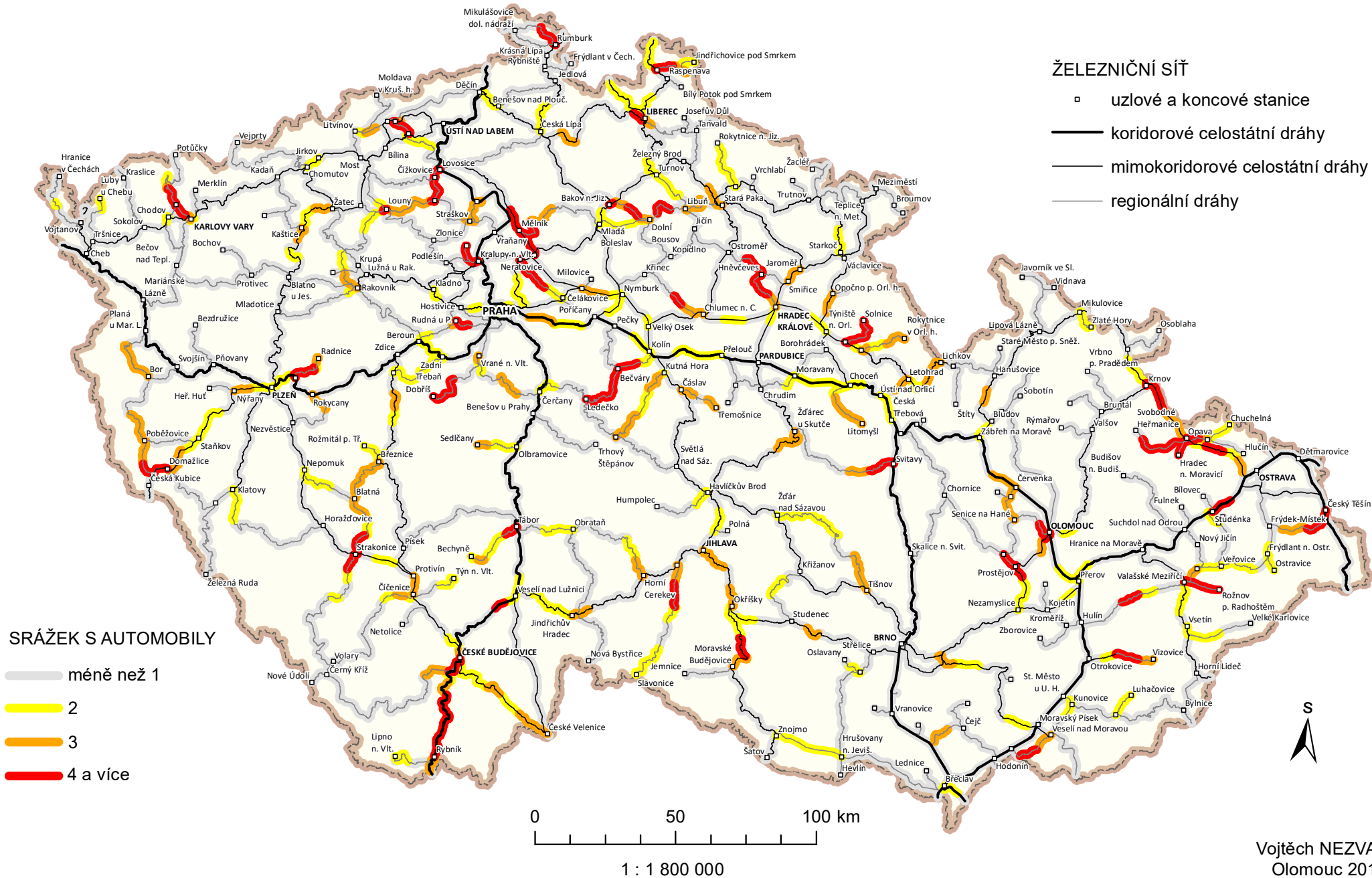
PRAVDĚPODOBNOST SRÁŽKY VLAKU S OSOBOU V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČR

na základě sledovaného období 2011–2015



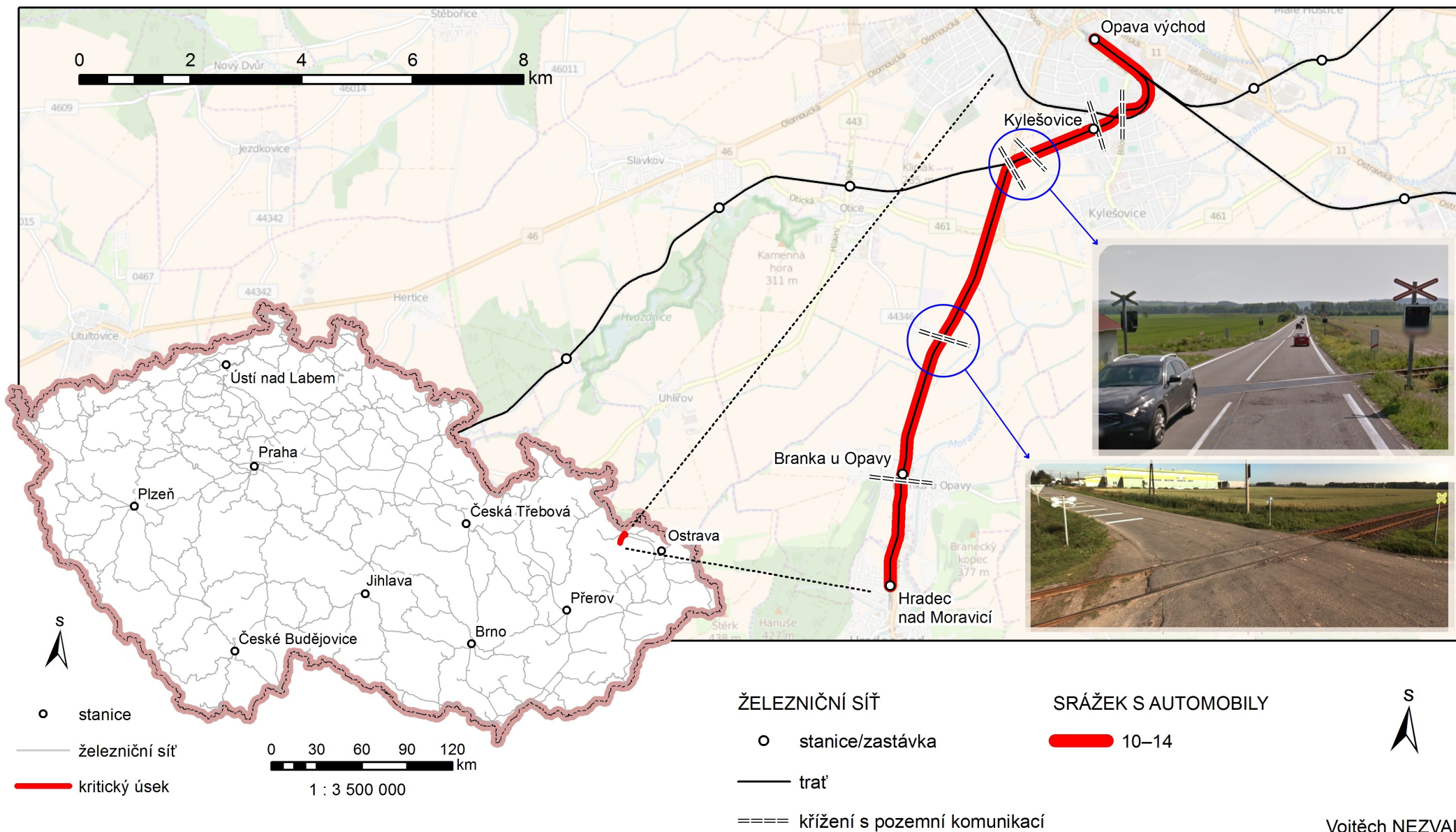
SRÁŽKY ŽELEZNIČNÍCH VOZIDEL S AUTOMOBILY V ČESKÉ REPUBLICĚ

v období 2011–2015



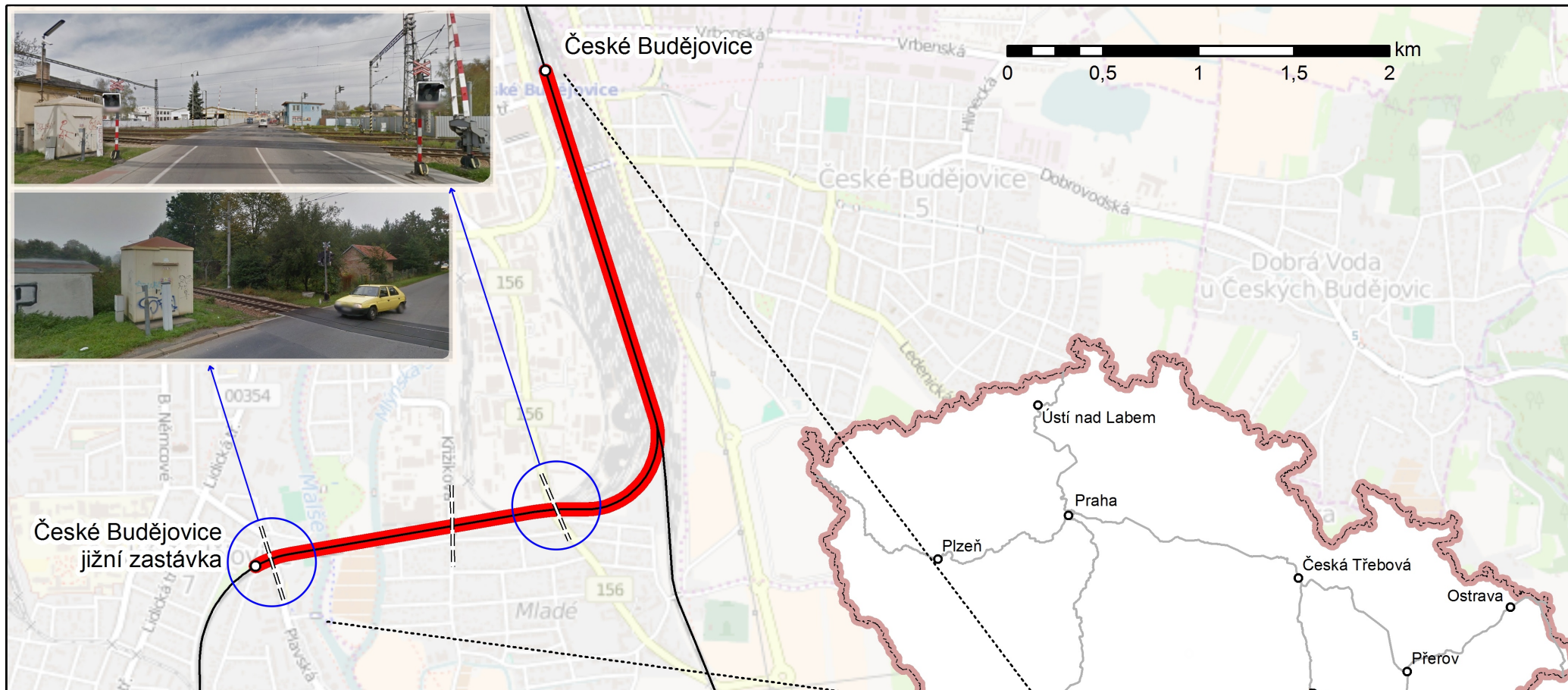
KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu srážek s automobily v období 2011–2015



KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu srážek s automobilem v období 2011–2015



ŽELEZNIČNÍ SÍŤ

- stanice/zastávka
- trať
- ==== křížení s pozemní komunikací

SRÁŽEK S AUTOMOBILEM

- █ 10

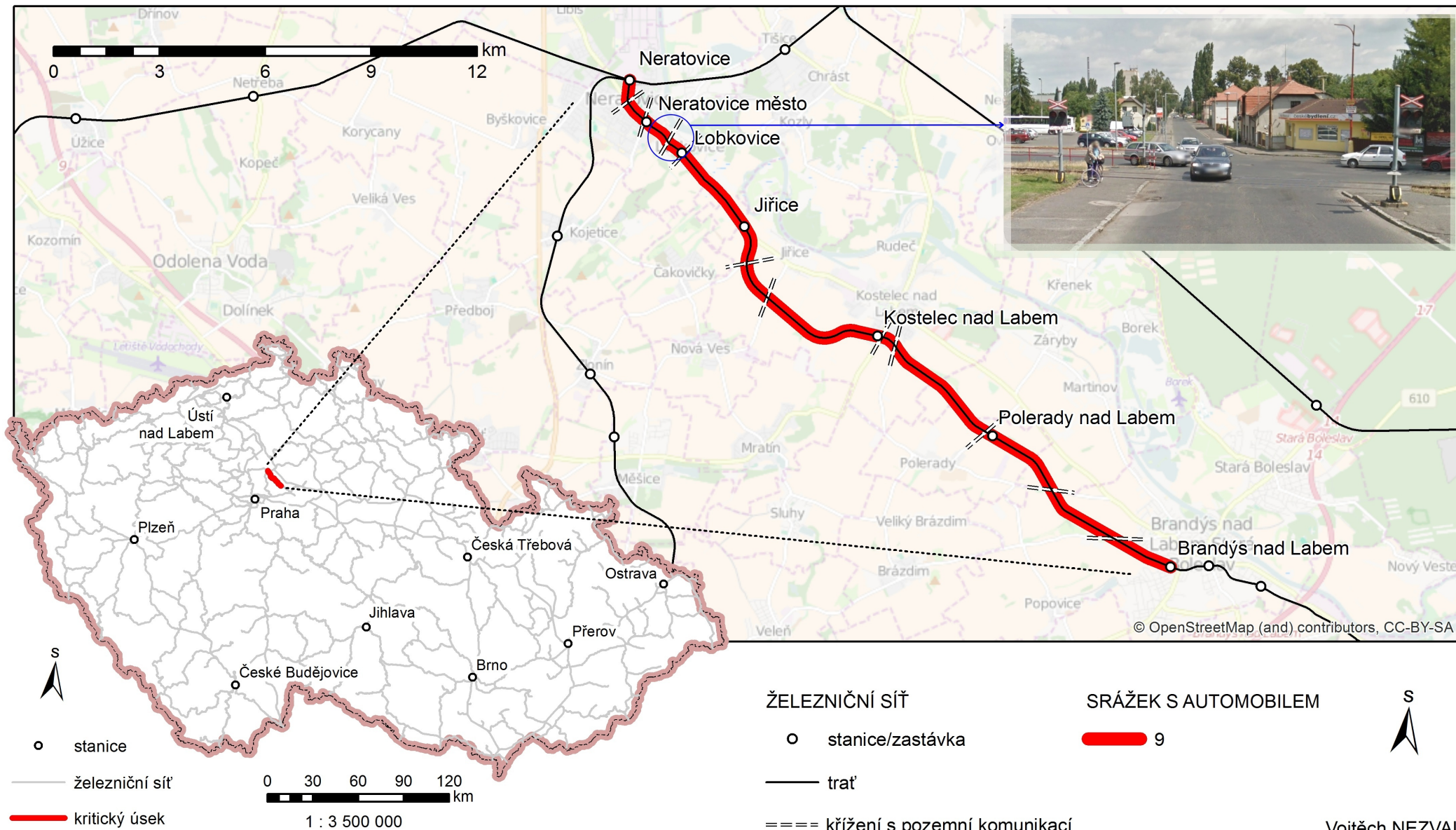
- stanice
- koridor
- █ kritický úsek

0 30 60 90 120 km

1 : 3 500 000

KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu srážek s automobilem v období 2011–2015



Zdroj dat: Google Street View

Vojtěch NEZVAL
Olomouc 2016

PRAVDĚPODOBNOST SRÁŽKY VLAKU S AUTOMOBILEM V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČR

na základě sledovaného období 2011–2015



ŽELEZNIČNÍ SÍŤ

- uzlové a koncové stanice
- koridorové celostátní dráhy
- mimokoridorové celostátní dráhy
- regionální dráhy

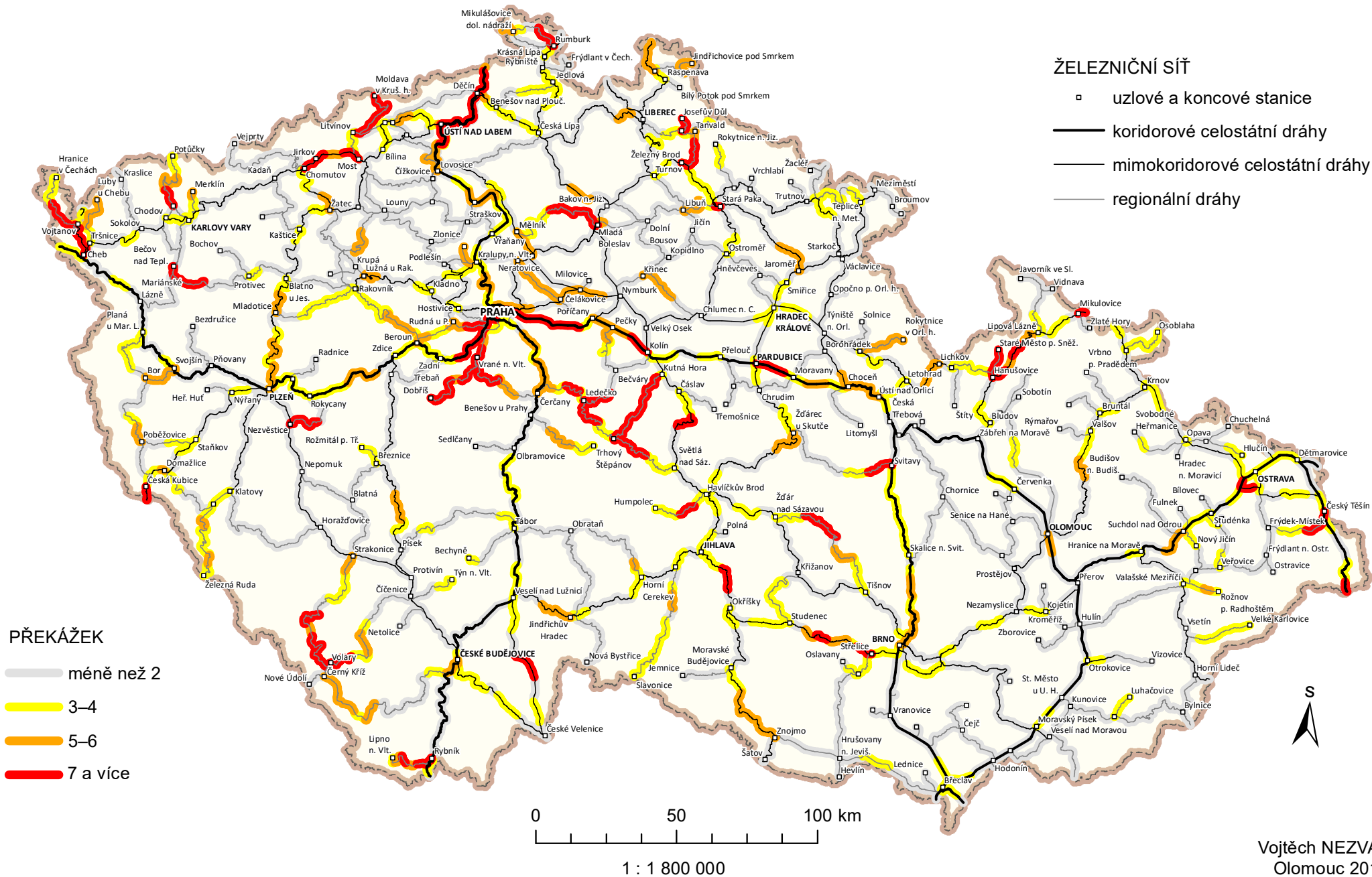
PRAVDĚPODOBNOST

- nízká ($\leq Q_3$)
- vysoká ($> Q_3$)



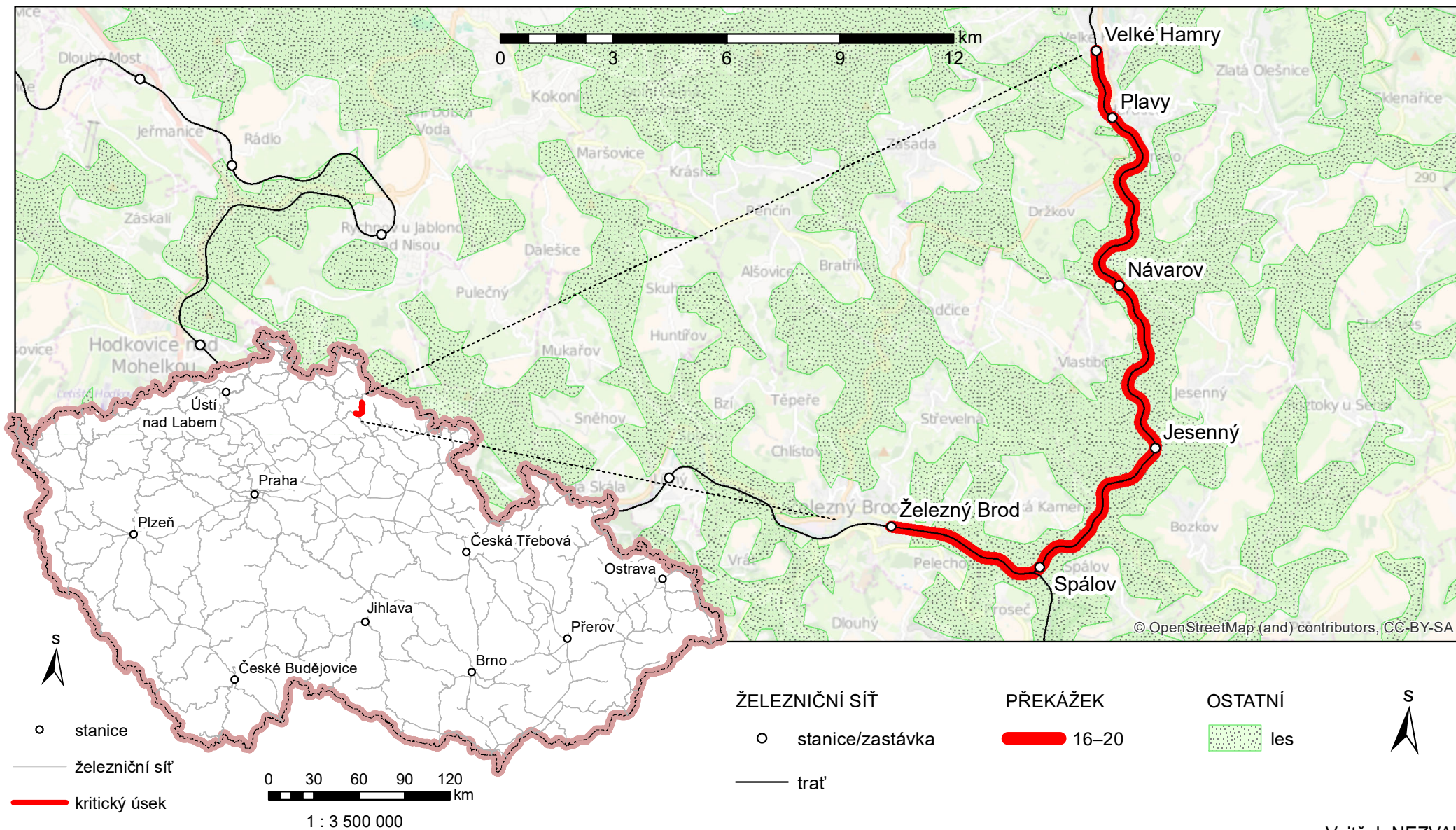
PŘEKÁŽKY V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČESKÉ REPUBLIKY

v období 2011–2015



KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu překážek v období 2011–2015

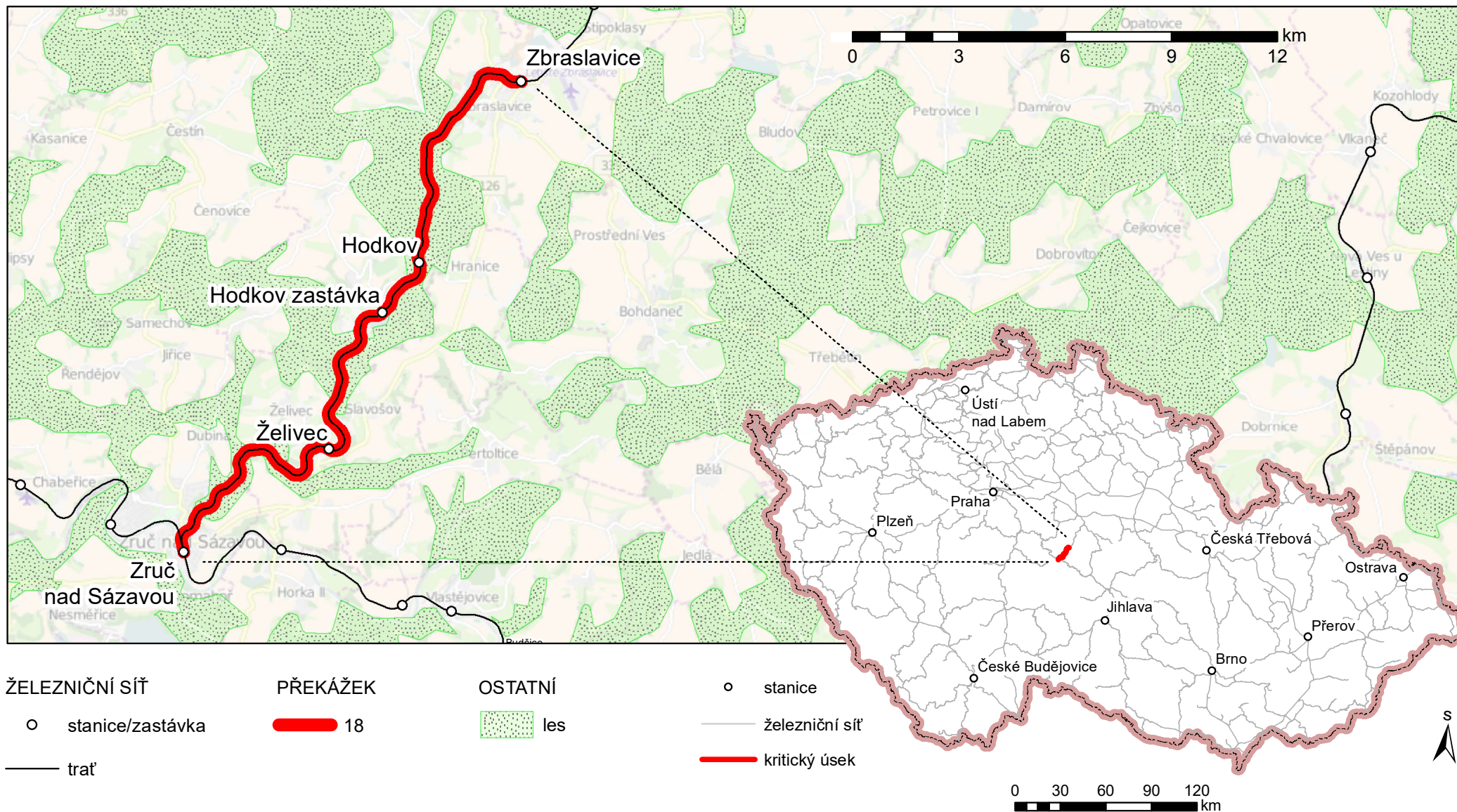


Zdroj dat: ArcČR 500

Vojtěch NEZVAL
Olomouc 2016

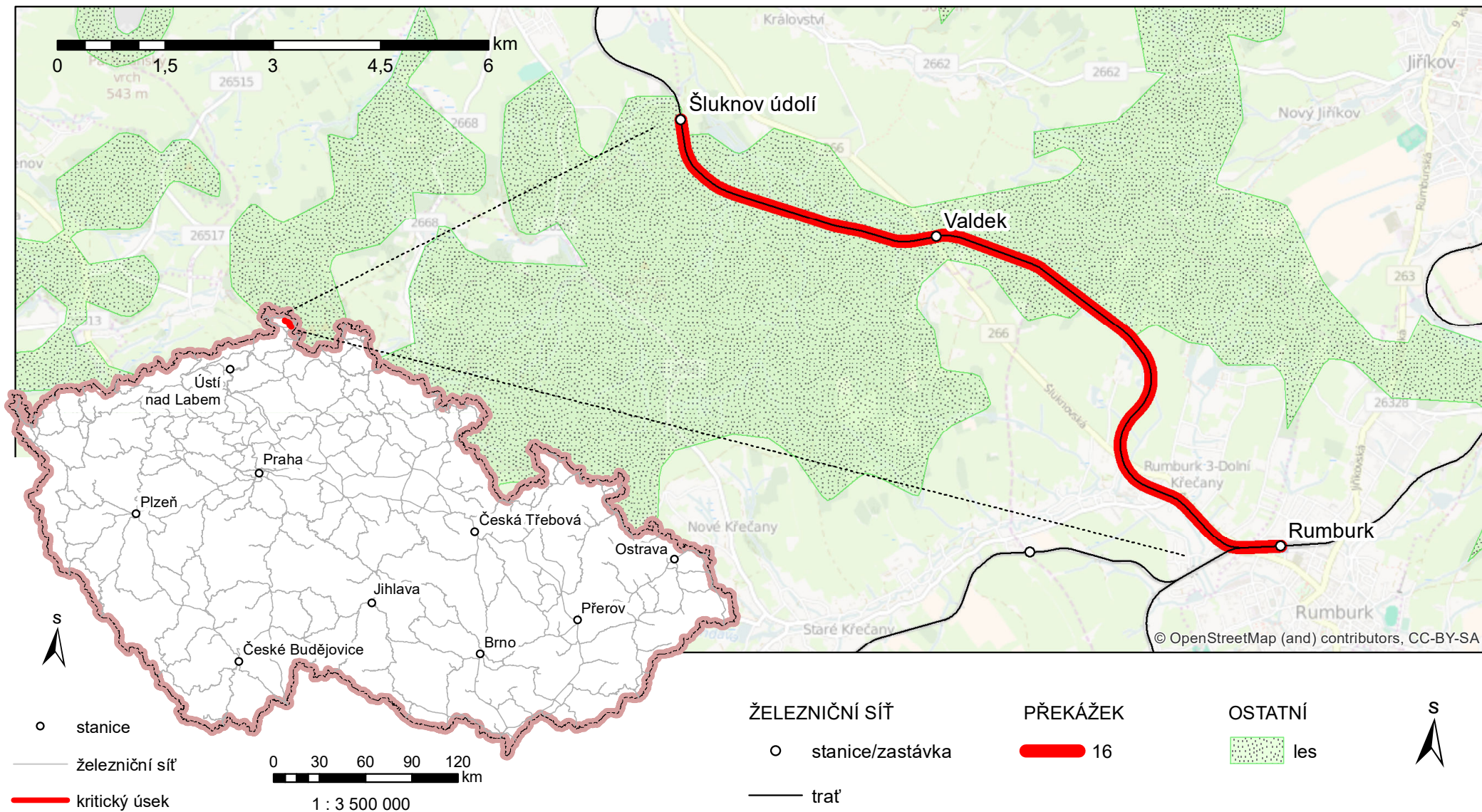
KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu překážek v období 2011–2015



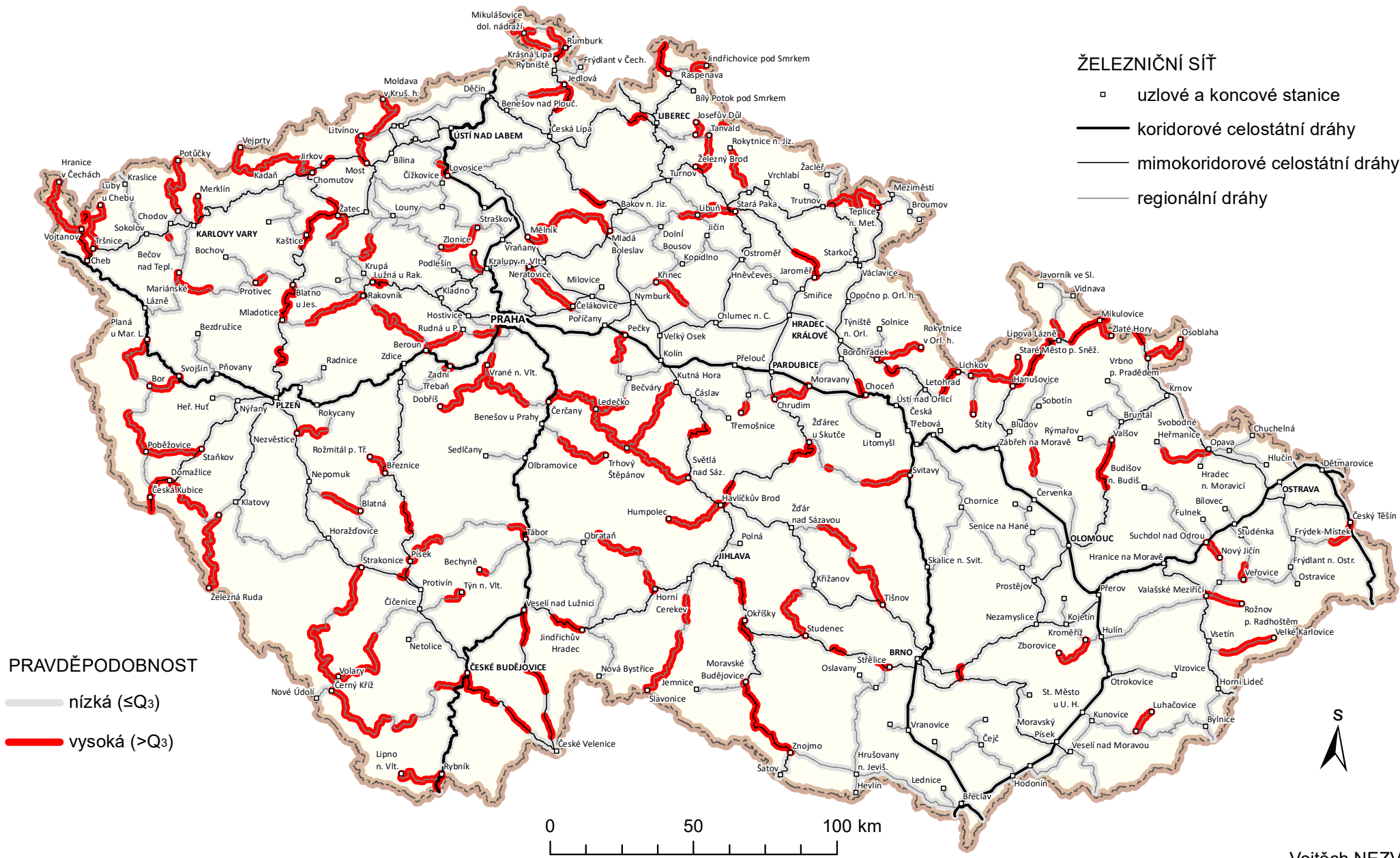
KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu překážek v období 2011–2015



PRAVDĚPODOBNOST VZNIKU PŘEKÁŽEK V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČR

na základě sledovaného období 2011–2015



ŽELEZNIČNÍ SÍŤ

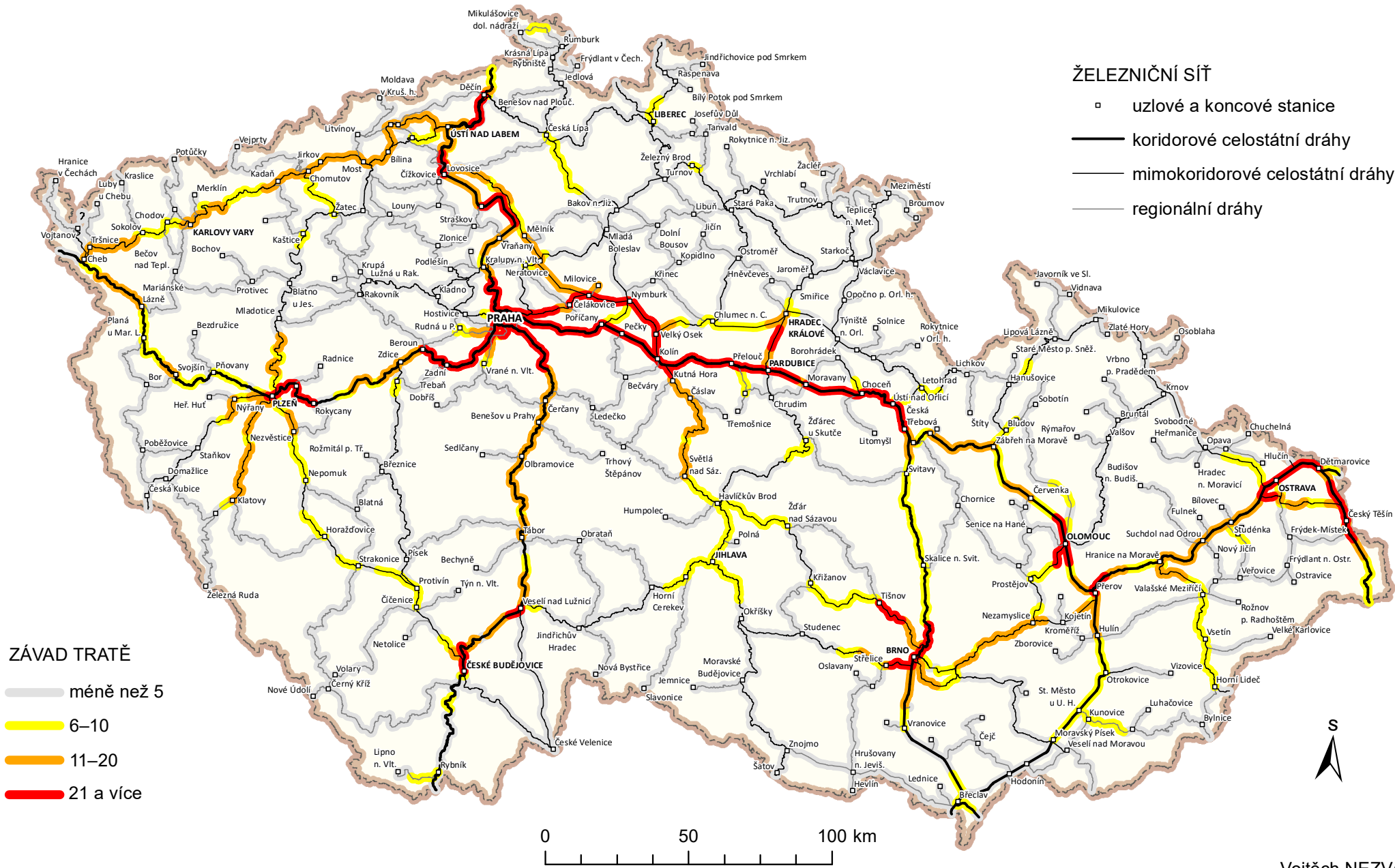
- uzlové a koncové stanice
- koridorové celostátní dráhy
- mimokoridorové celostátní dráhy
- regionální dráhy

PRAVDĚPODOBNOST

- nízká ($\leq Q_3$)
- vysoká ($> Q_3$)

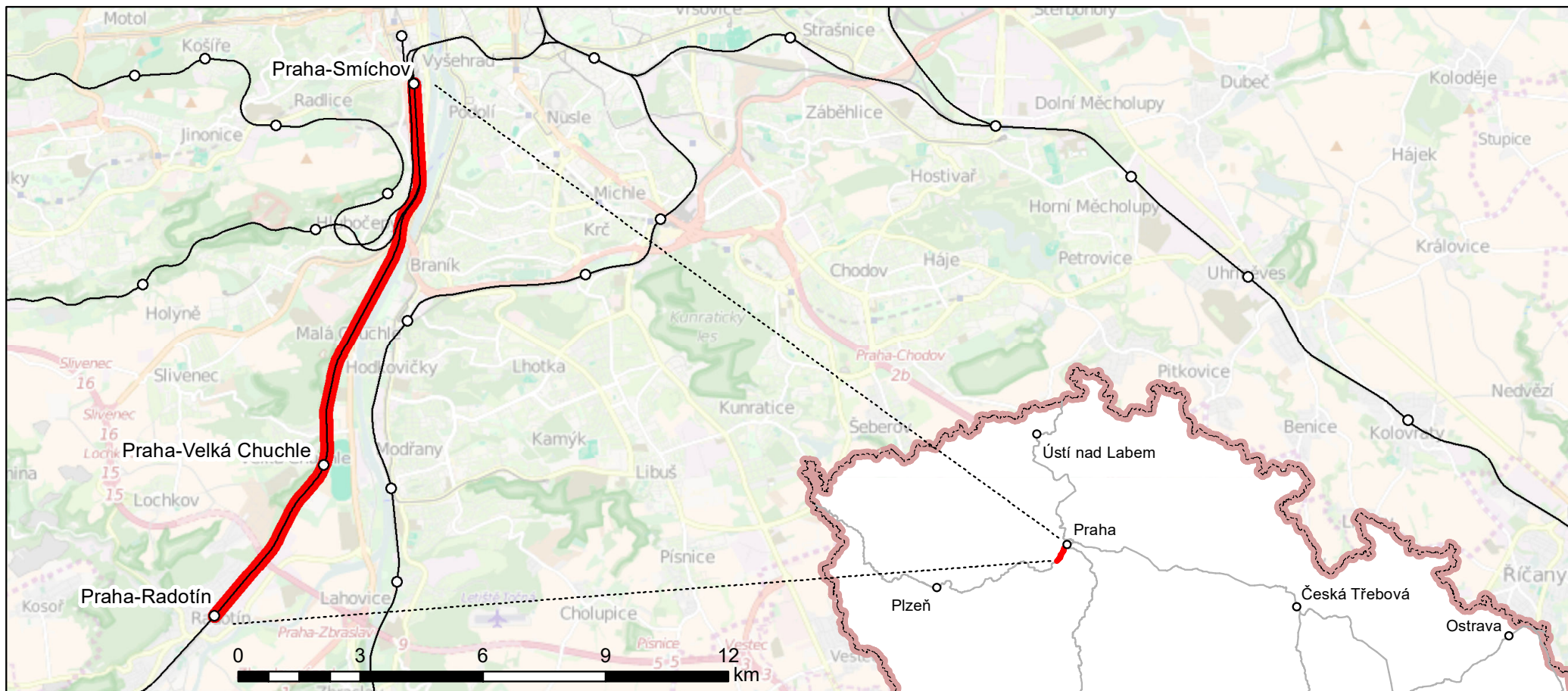
ZÁVADY TRATĚ V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČESKÉ REPUBLIKY

v období 2011–2015



KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu závad tratě v období 2011–2015



ŽELEZNIČNÍ SÍŤ

ZÁVAD TRATĚ

○ stanice/zastávka

— 100

— trať

○ stanice

— koridor

— kritický úsek

0 30 60 90 120 km

1 : 3 500 000

Vojtěch NEZVAL
Olomouc 2016

PRAVDĚPODOBNOST VZNIKU ZÁVADY TRATĚ V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČR na základě sledovaného období 2011–2015



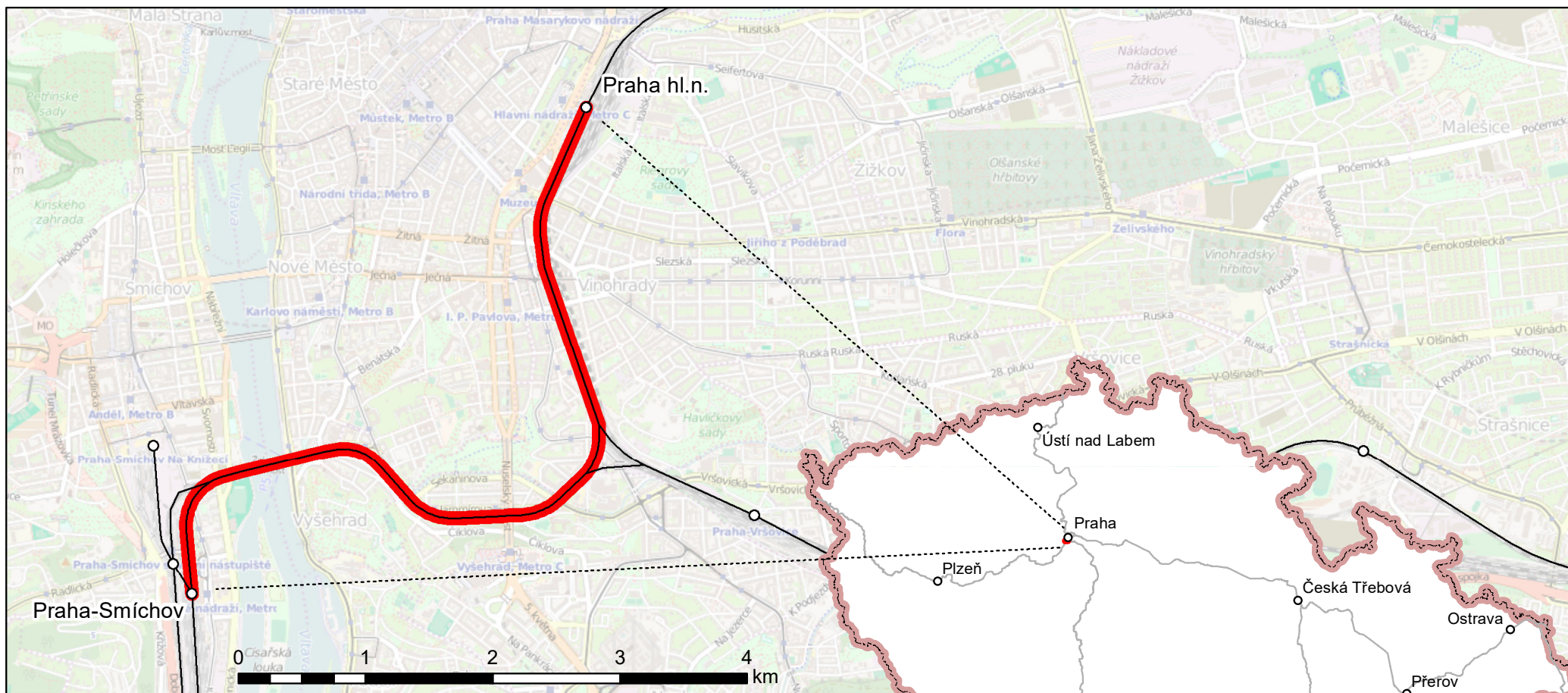
DOPRAVNÍ ZÁVADY V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČESKÉ REPUBLIKY

v období 2011–2015



KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu dopravních závad v období 2011–2015



ŽELEZNIČNÍ SÍŤ

○ stanice/zastávka

DOPRAVNÍCH ZÁVAD

5

○ stanice

— koridor

— kritický úsek

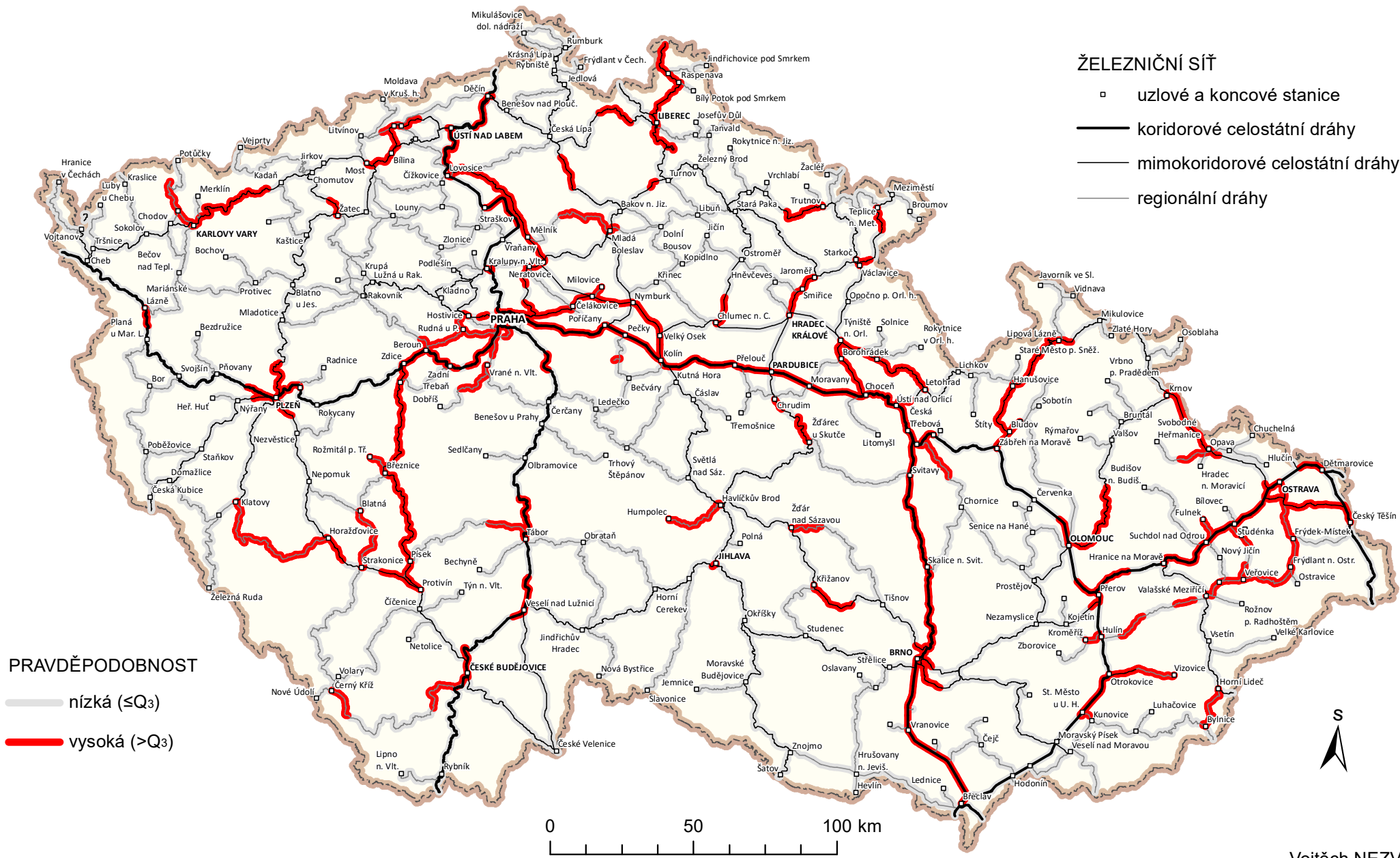
— trať

0 30 60 90 120 km

1 : 3 500 000

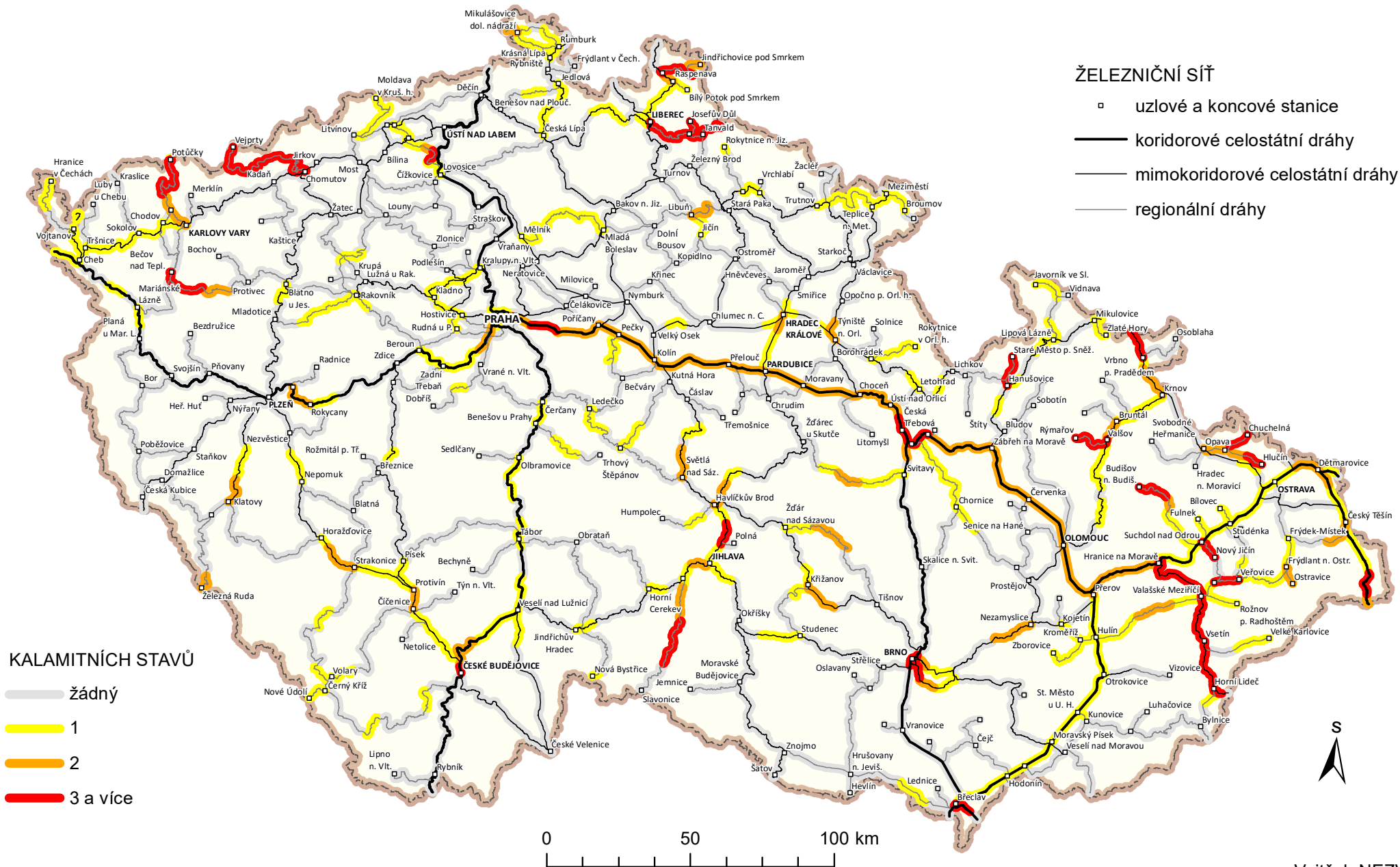
Vojtěch NEZVAL
Olomouc 2016

PRAVDĚPODOBNOST VZNIKU DOPRAVNÍ ZÁVADY V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČR na základě sledovaného období 2011–2015



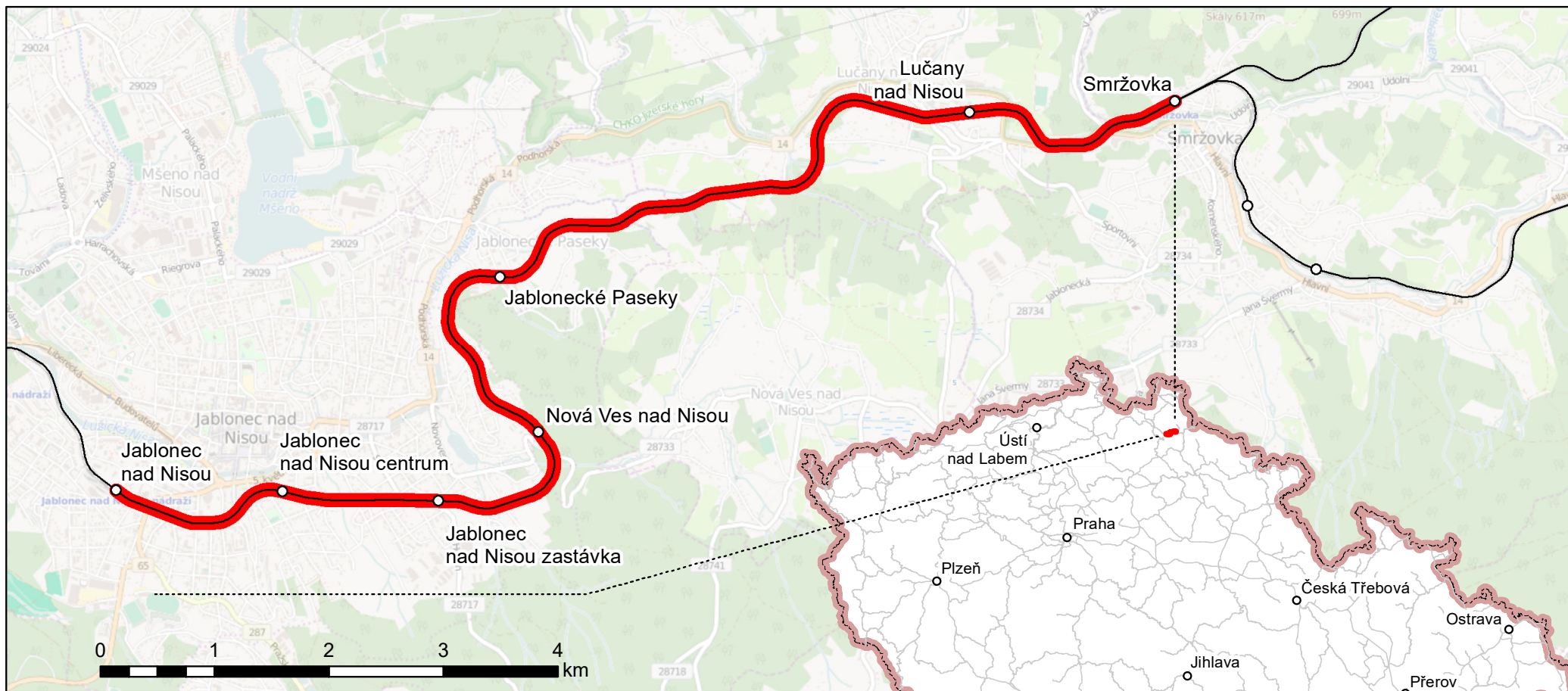
KALAMITY V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČESKÉ REPUBLIKY

v období 2011–2015



KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu kalamit v období 2011–2015



ŽELEZNIČNÍ SÍŤ

KALAMIT

○ stanice/zastávka

— 7

— trať

○ stanice

— železniční síť

— kritický úsek

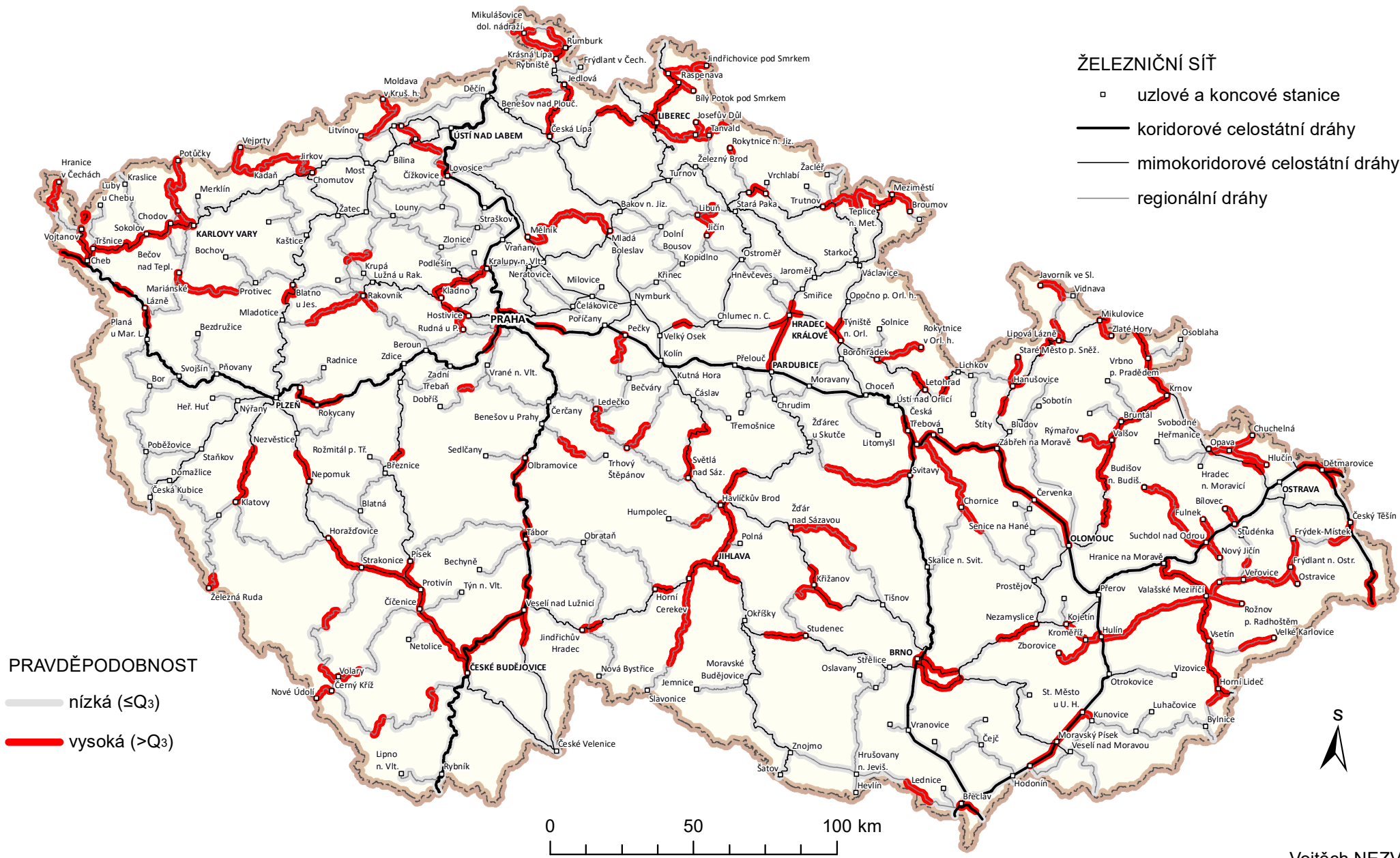
0 30 60 90 120 km

1 : 3 500 000

Vojtěch NEZVAL
Olomouc 2016

PRAVDĚPODOBNOST VZNIKU KALAMIT V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČR

na základě sledovaného období 2011–2015



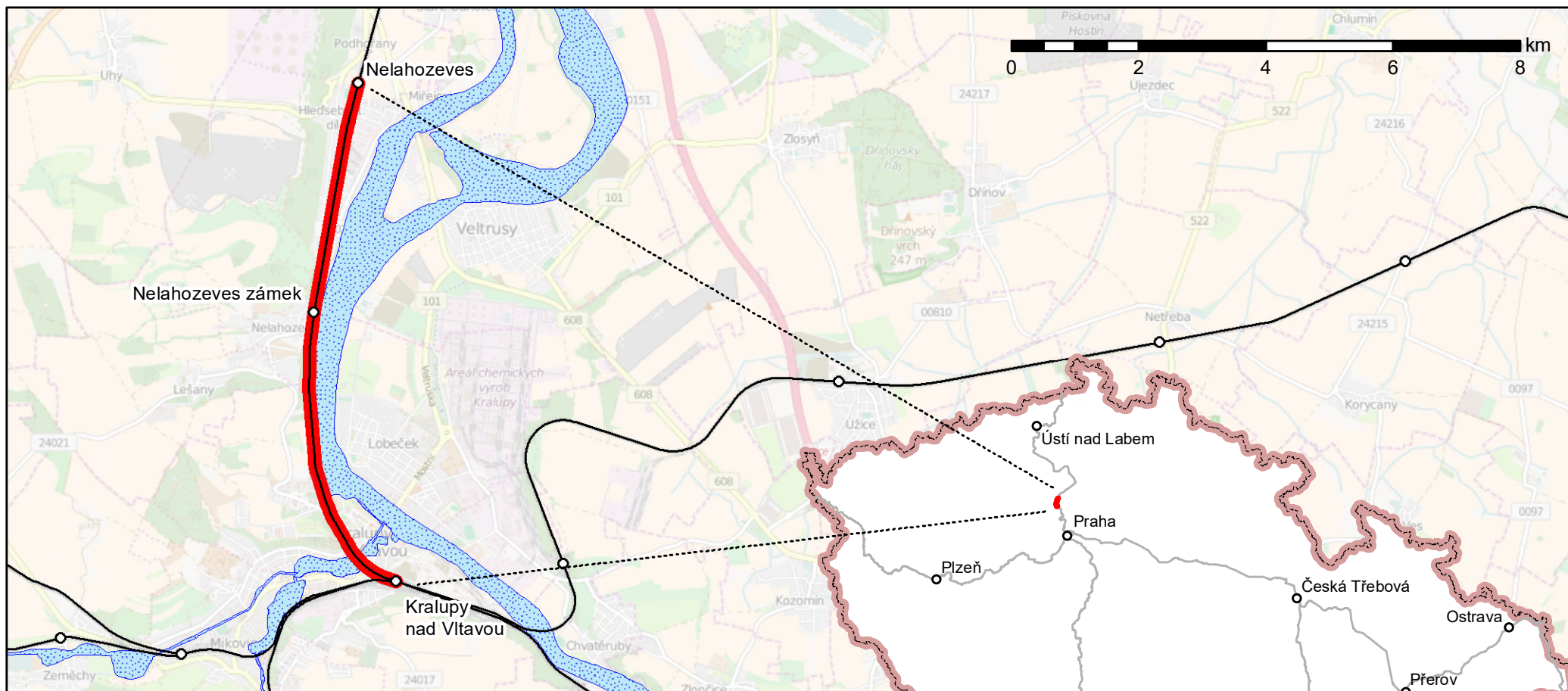
POVODNĚ V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČESKÉ REPUBLIKY

v období 2011–2015



KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu povodní v období 2011–2015



ŽELEZNIČNÍ SÍŤ

○ stanice/zastávka

— trať

POVODNĚ/ZATOPENÍ

— 3

— aktivní zóna záplavového území

○ stanice

— koridor

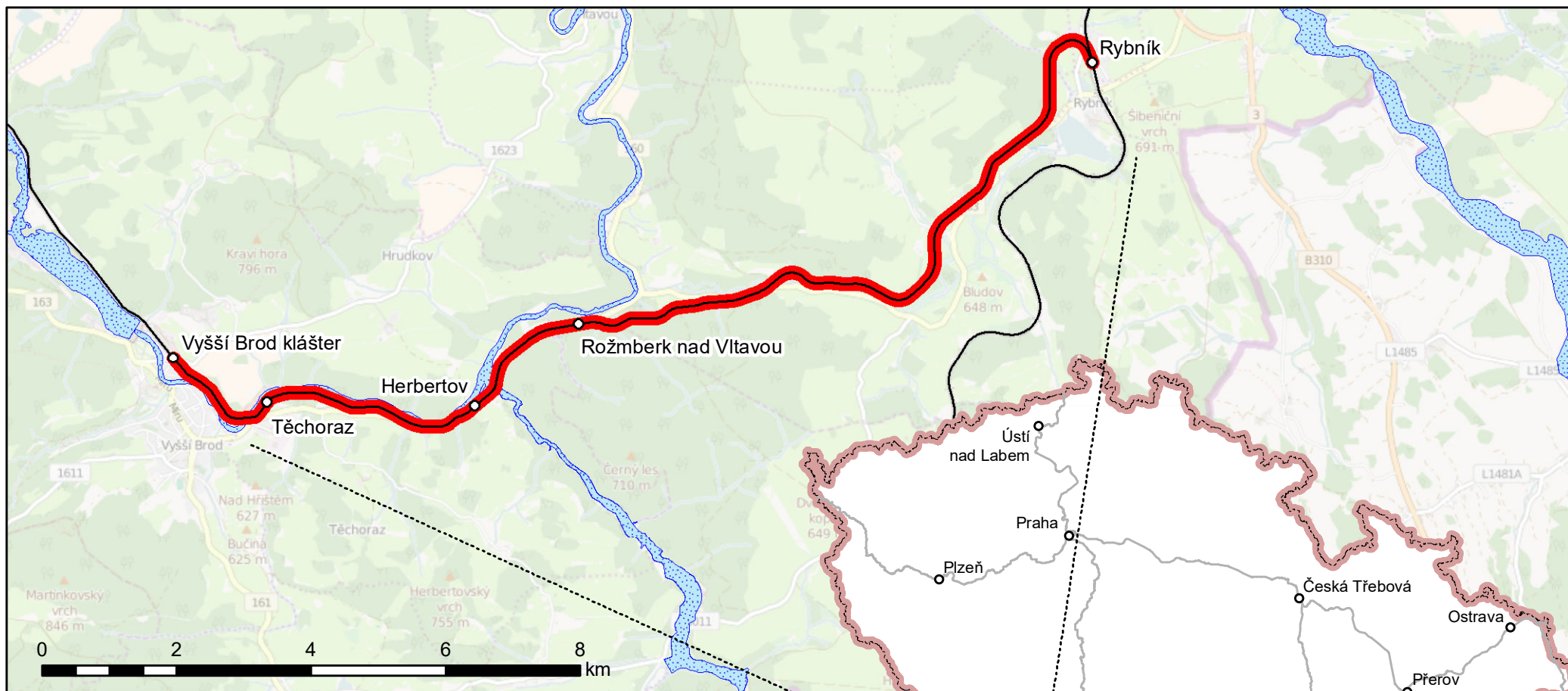
— kritický úsek

0 30 60 90 120 km

1 : 3 500 000

KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu povodní v období 2011–2015



ŽELEZNIČNÍ SÍŤ

○ stanice/zastávka

— trať

POVODNĚ/ZATOPENÍ

— 3

aktivní zóna záplavového území

○ stanice

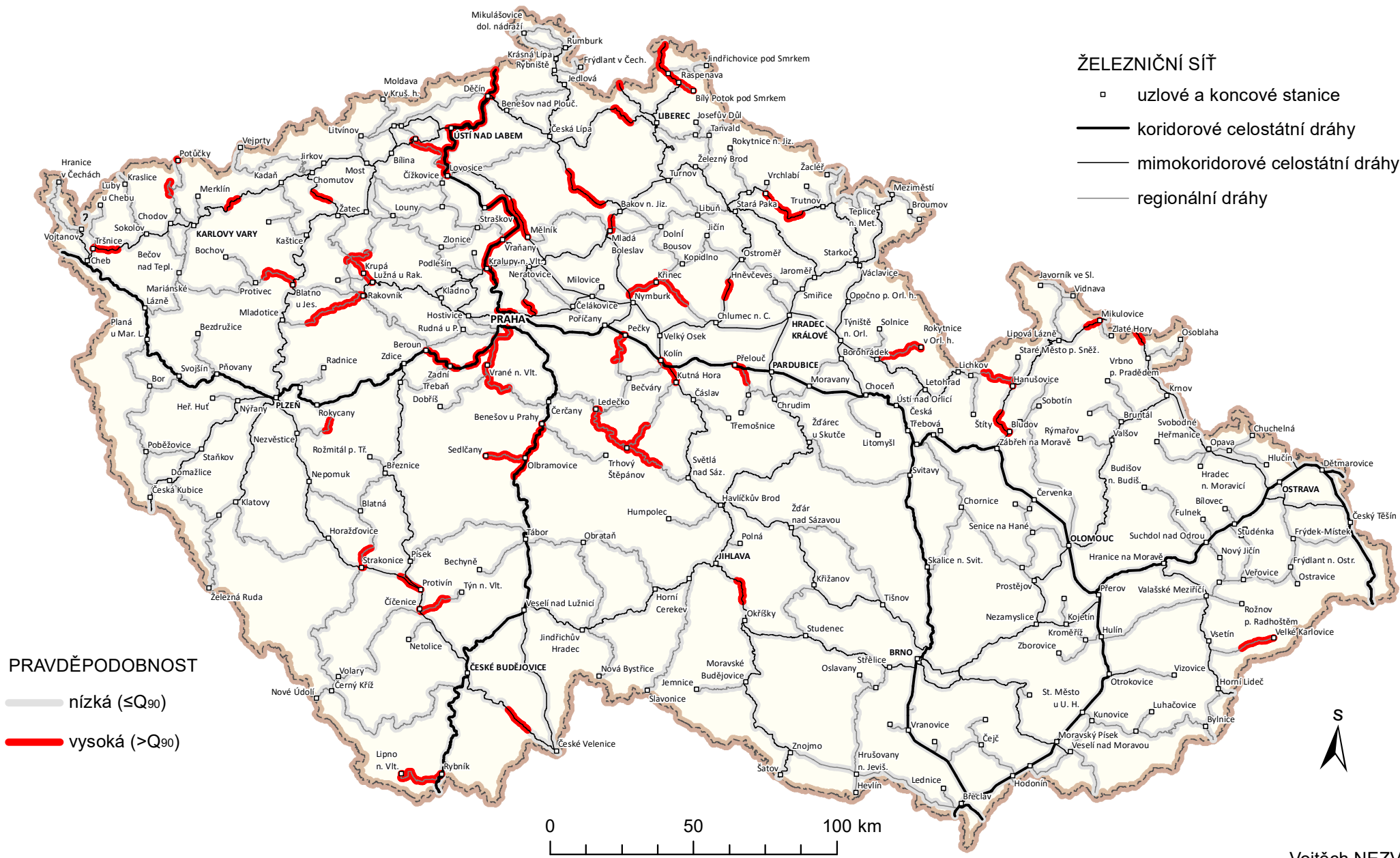
— koridor

— kritický úsek

0 30 60 90 120 km

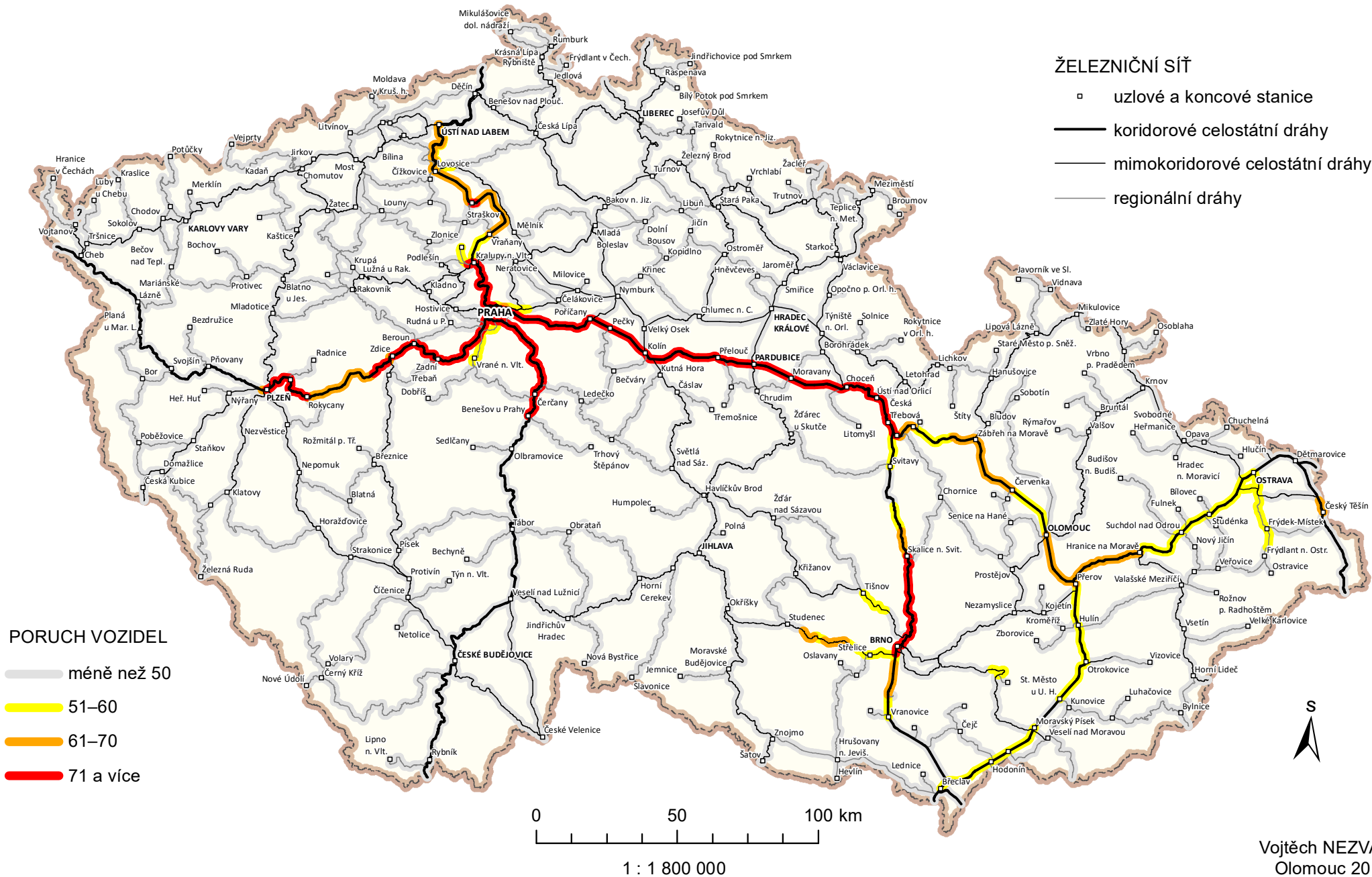
1 : 3 500 000

PRAVDĚPODOBNOST VZNIKU POVODNÍ V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČR na základě sledovaného období 2011–2015



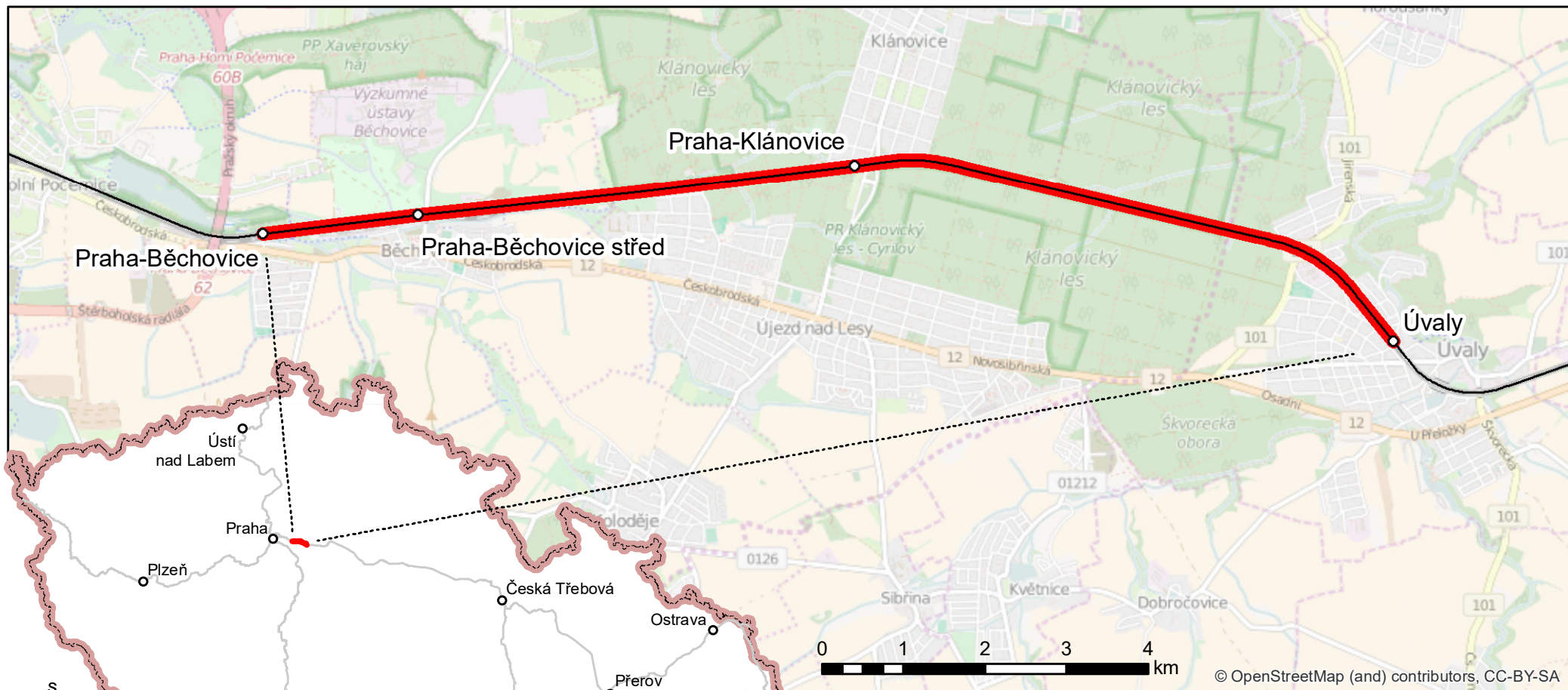
PORUCHY VOZIDEL V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČESKÉ REPUBLIKY

v období 2011–2015



KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu poruch vozidel v období 2011–2015

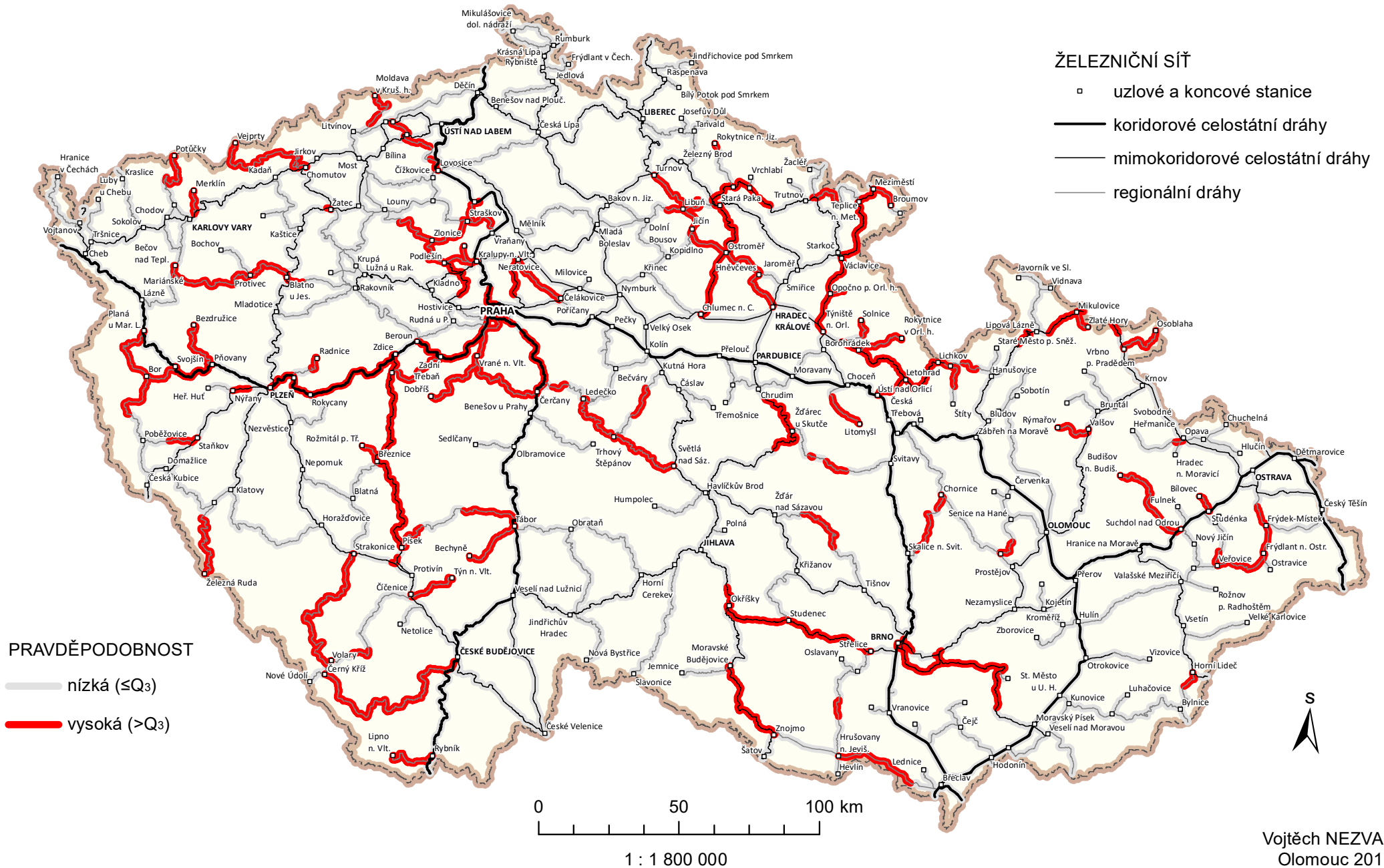


- stanice
 - koridor
 - kritický úsek
- 0 30 60 90 120 km
1 : 3 500 000

- ŽELEZNIČNÍ SÍŤ
- stanice/zastávka
 - trať 011

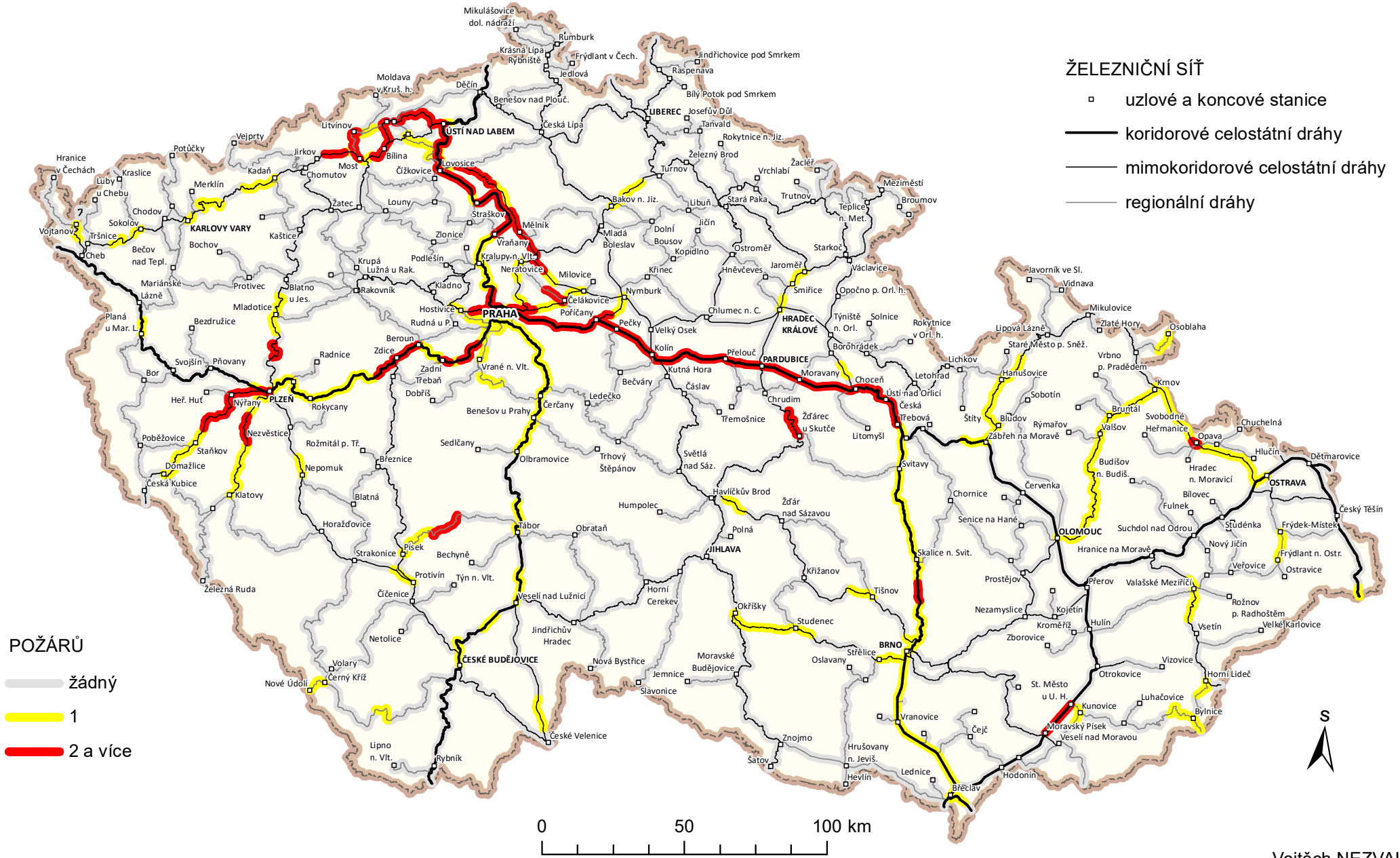
- PORUCH VOZIDEL
- 232

PRAVDĚPODOBNOST VZNIKU PORUCH VOZIDEL V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČR na základě sledovaného období 2011–2015



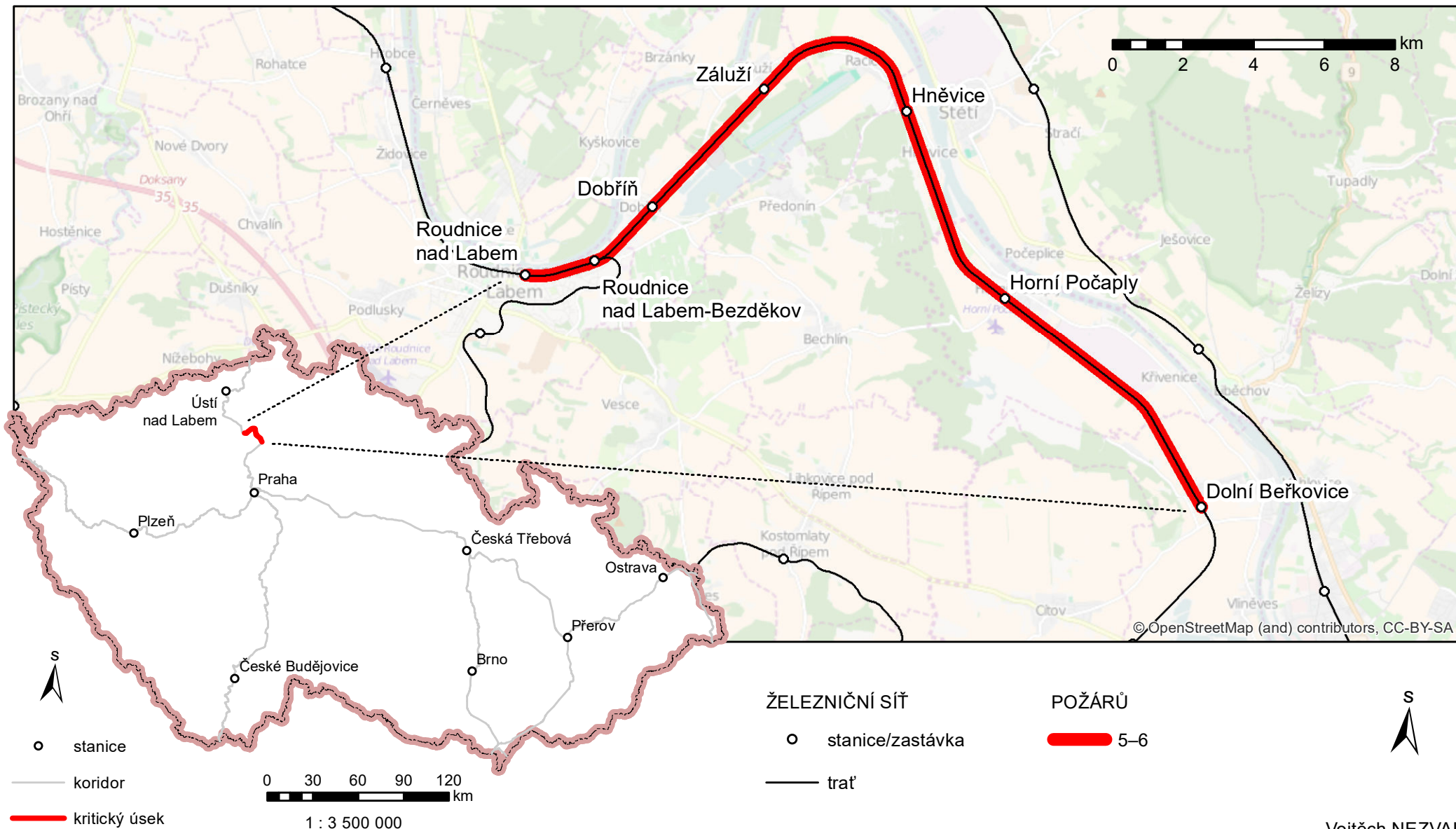
POŽÁRY V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČESKÉ REPUBLIKY

v období 2011–2015



KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu požárů v období 2011–2015



PRAVDĚPODOBNOST VZNIKU POŽÁRŮ V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČR

na základě sledovaného období 2011–2015



ŽELEZNIČNÍ SÍŤ

- uzlové a koncové stanice
- koridorové celostátní dráhy
- mimokoridorové celostátní dráhy
- regionální dráhy

PRAVDĚPODOBNOST

- nízká ($\leq Q_{90}$)
- vysoká ($> Q_{90}$)

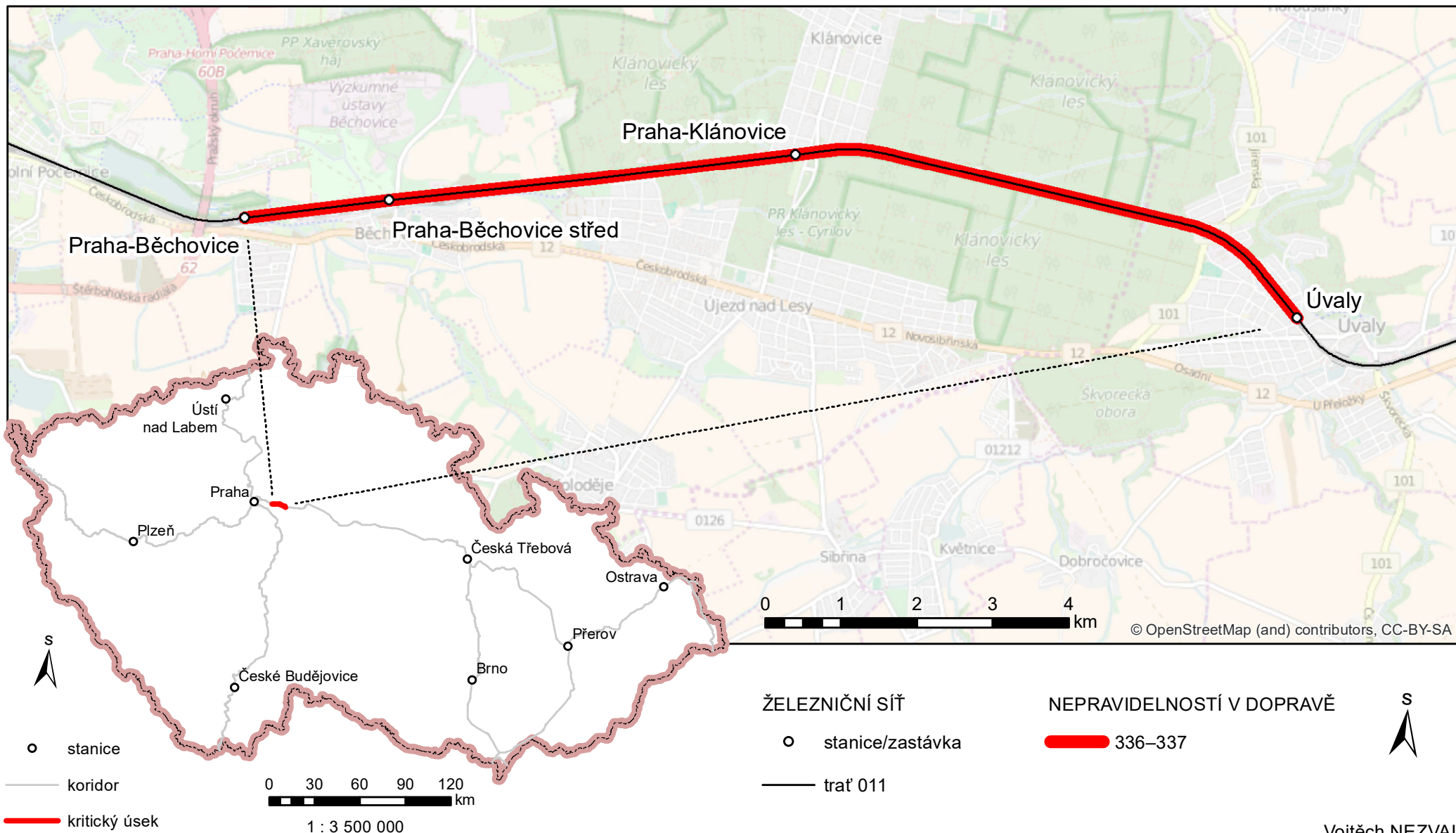
NEPRAVIDELNOSTI V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČESKÉ REPUBLIKY

v období 2011–2015

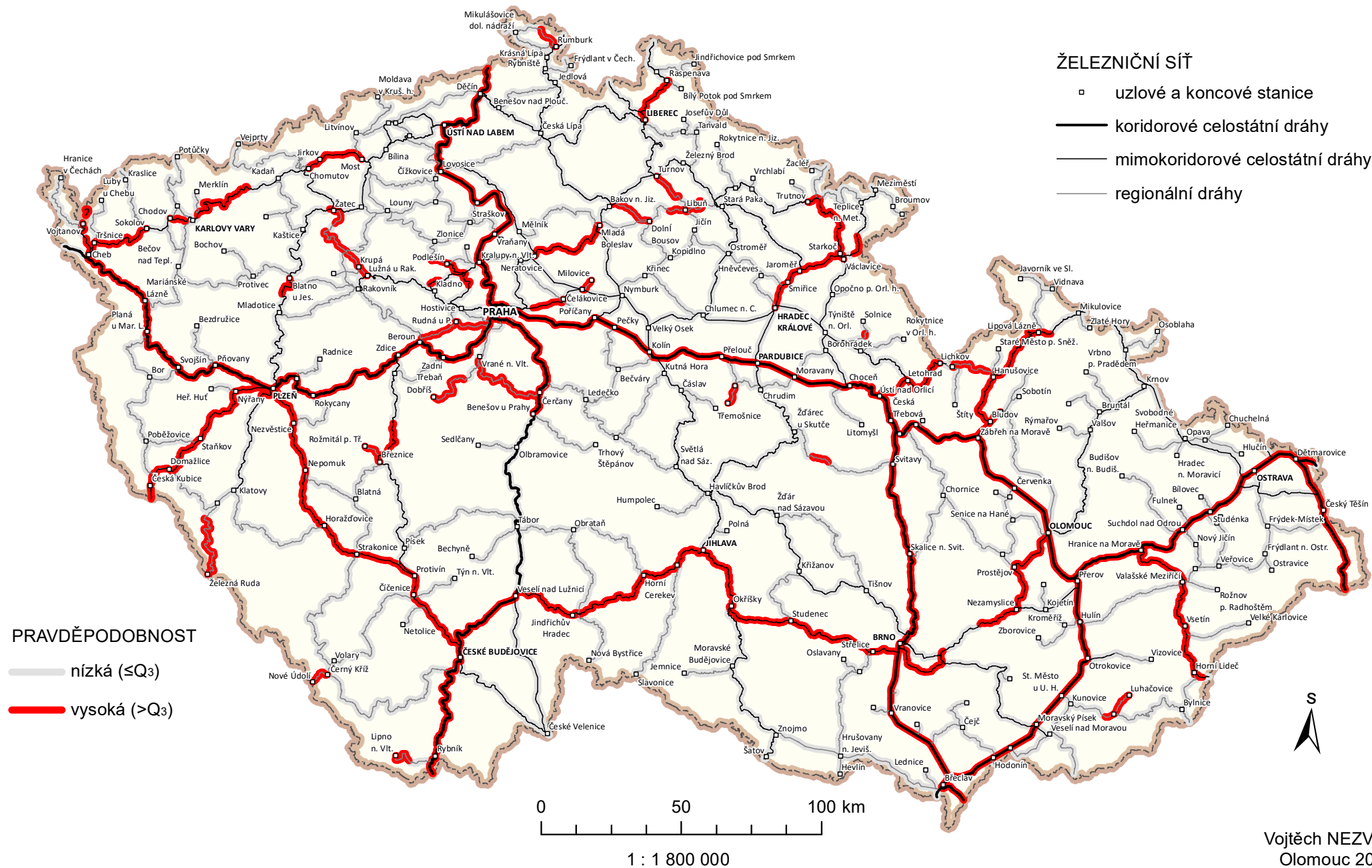


KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu nepravidelností v dopravě v období 2011–2015



PRAVDĚPODOBNOST VZNIKU NEPRAVIDELNOSTÍ V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČR na základě sledovaného období 2011–2015



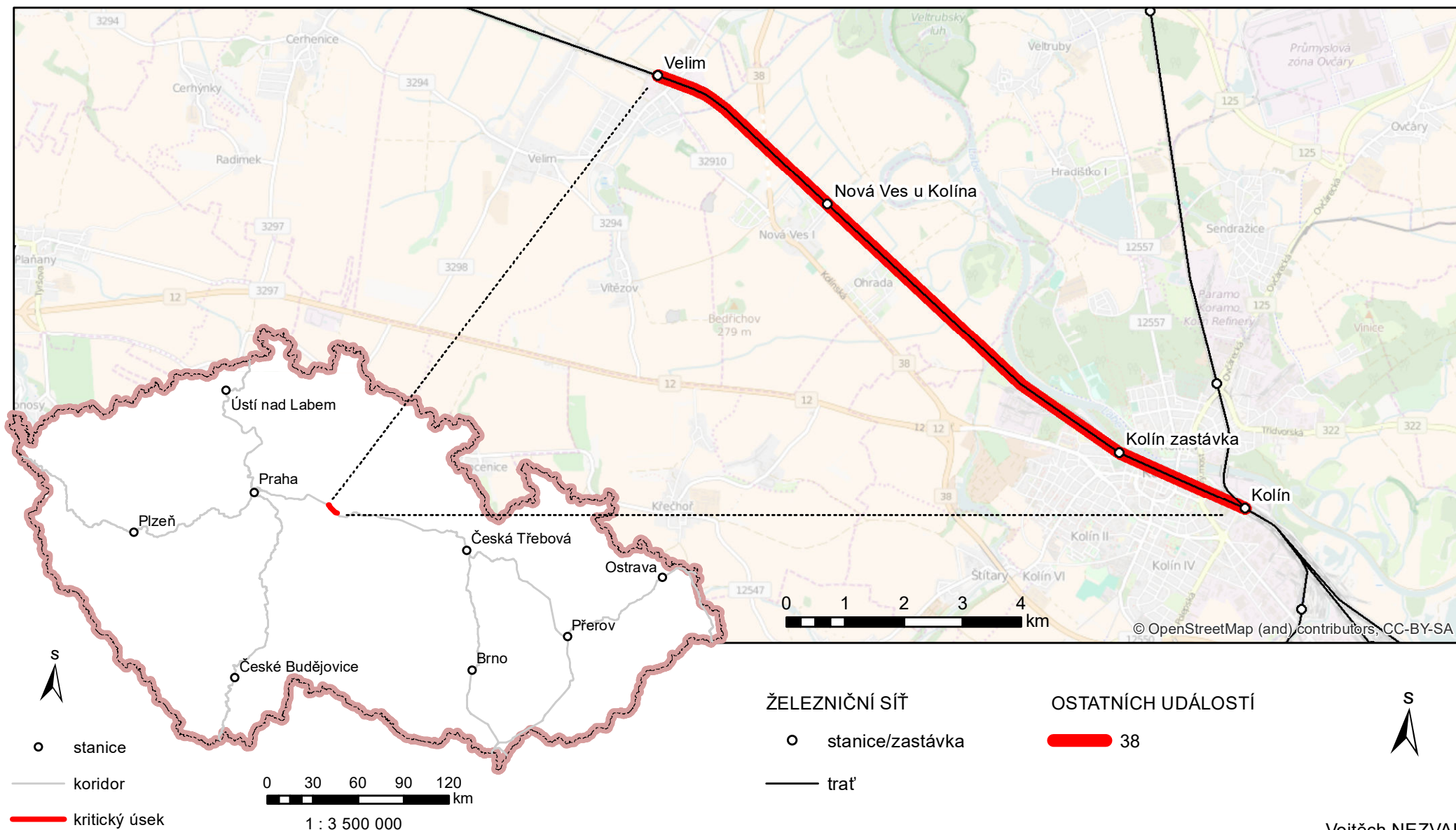
OSTATNÍ UDÁLOSTI V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČESKÉ REPUBLIKY

v období 2011–2015



KRITICKÝ ÚSEK ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČR

z pohledu celkového počtu ostatních událostí v období 2011–2015



PRAVDĚPODOBNOST VZNIKU OSTATNÍCH UDÁLOSTÍ V ŽELEZNIČNÍM PROVOZU ČR na základě sledovaného období 2011–2015



INTENZITA PROVOZU OSOBNÍ ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY V ČESKÉ REPUBLICE

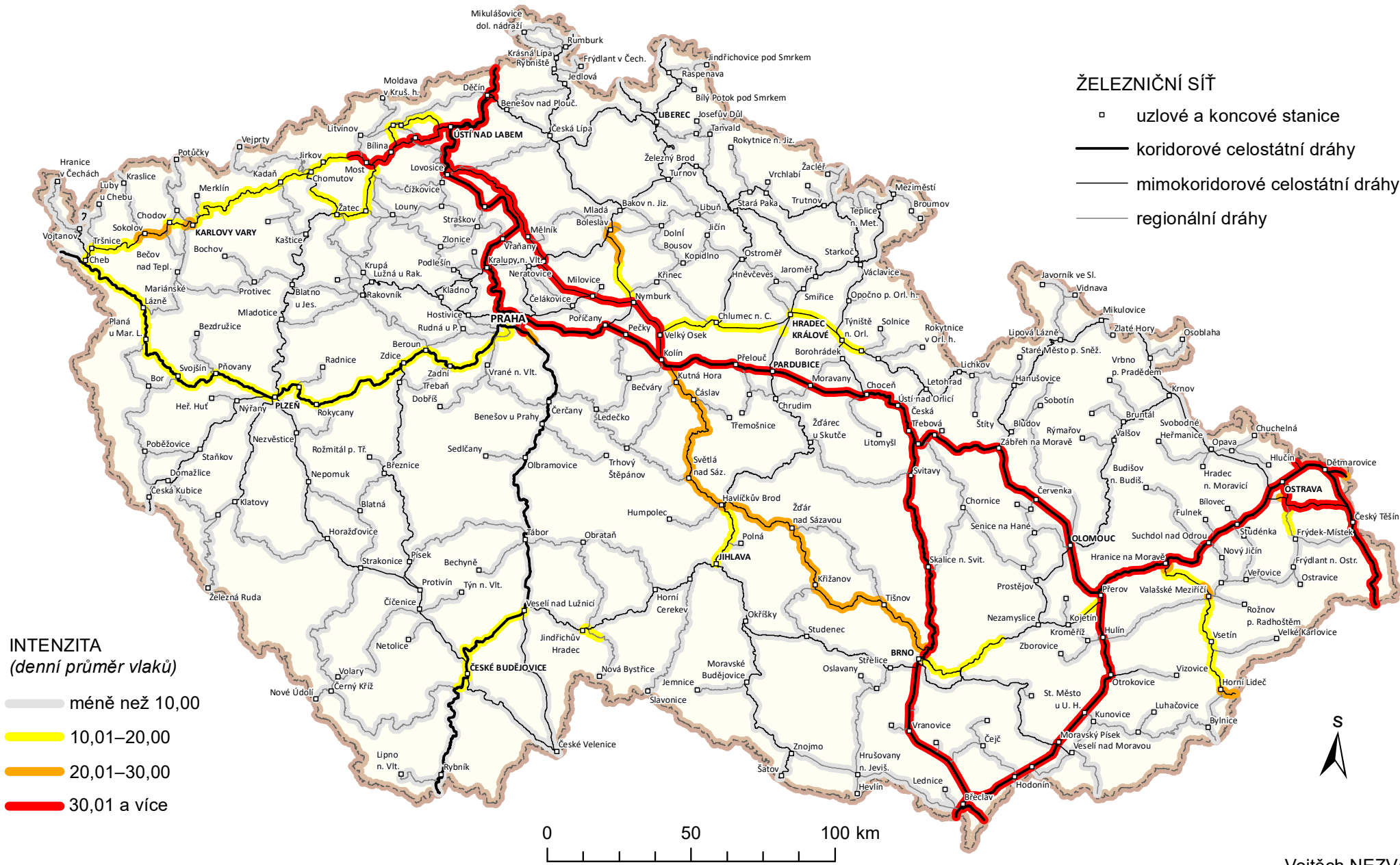
v období 2011–2015



Zdroj dat: SŽDC

Vojtěch NEZVAL
Olomouc 2016

INTENZITA PROVOZU NÁKLADNÍ ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY V ČESKÉ REPUBLICE v roce 2015



ŽELEZNIČNÍ SÍŤ

- uzlové a koncové stanice
- koridorové celostátní dráhy
- mimokoridorové celostátní dráhy
- - - regionální dráhy

INTENZITA (denní průměr vlaků)

- méně než 10,00
- 10,01–20,00
- 20,01–30,00
- 30,01 a více

0 50 100 km

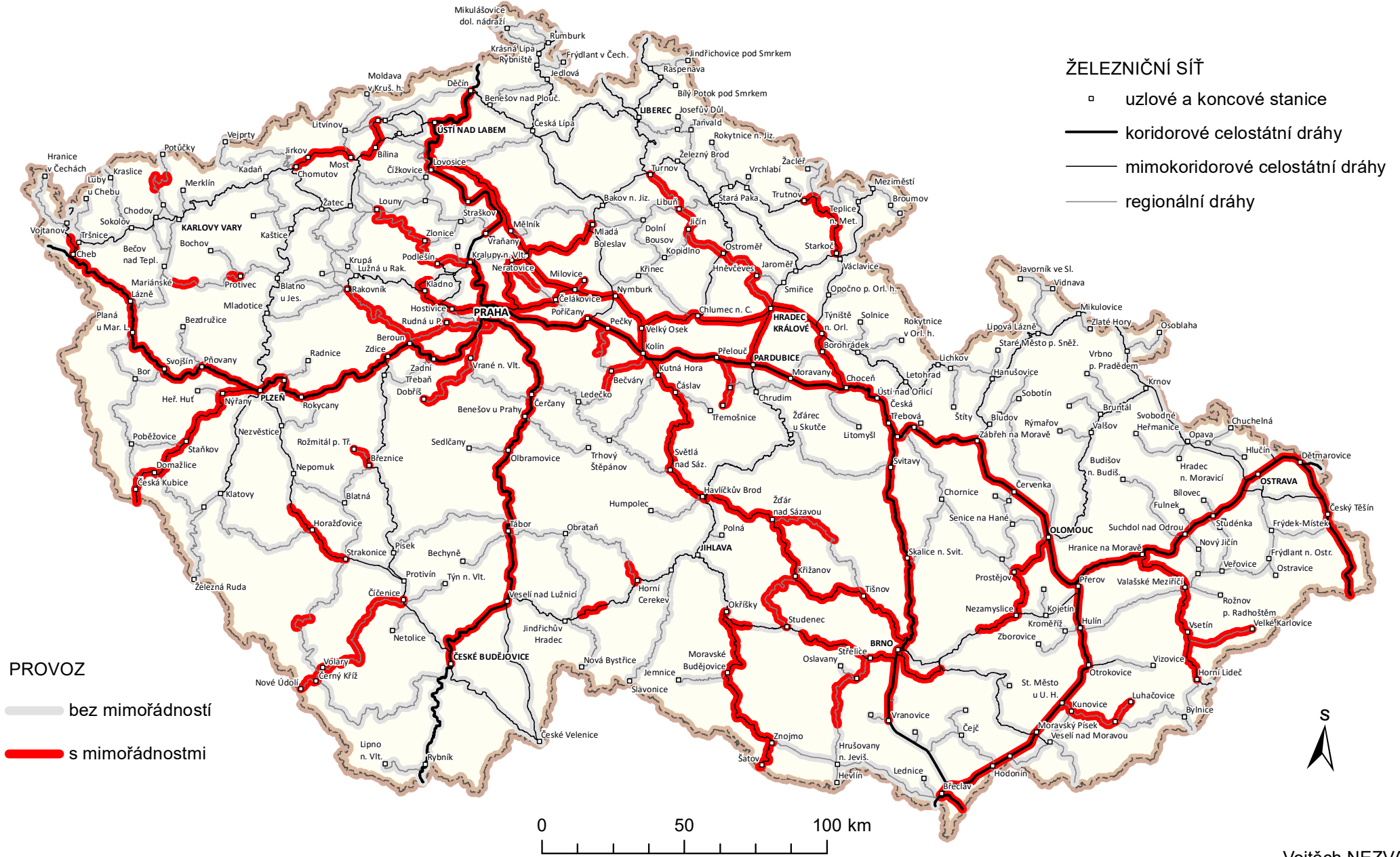
1 : 1 800 000



Zdroj dat: SŽDC

ŽELEZNIČNÍ PROVOZ VE DNECH LEDOVKY

1. až 3. prosince 2014



ŽELEZNIČNÍ PROVOZ VE DNECH KALAMITY

30. března až 1. dubna 2015



ŽELEZNIČNÍ PROVOZ VE DNECH KALAMITY

z nočních hodin 7. do dopoledních hodin 8. července 2015

