

UNIVERZITA PARDUBICE

DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2021

Karel Rafael

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Identifikace poruch vozovek PK a jejich příčin na vybraných úsecích silniční
sítě v Pardubickém kraji

Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Karel Rafael**
Osobní číslo: **D16138**
Studijní program: **B3607 Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Dopravní stavitelství**
Téma práce: **Identifikace poruch vozovek PK a jejich příčin na vybraných úsecích silniční sítě v Pardubickém kraji**
Zadávající katedra: **Katedra dopravního stavitelství**

Zásady pro vypracování

Provedte sběr a klasifikaci poruch na vybraných úsecích komunikace a proveďte vyhodnocení v souvislosti s intenzitami dopravy. Popište metody a postupy sběru poruch používané správci komunikací v ČR a využití takto získaných dat pro plánování údržby, oprav a rekonstrukce vozovek. Zhodnoťte současné metody, jejich nedostatky a omezení, a formulujte vlastní doporučení a závěry. Práci vypracujte v českém jazyce v rozsahu a podrobnostech stanoveném vedoucím práce. Předpokládaný rozsah práce 35-45 stran.

Předpokládané části práce:

Úvod
Rozdělení poruch a jejich klasifikace
Popis metod sběru a lokalizace poruch
Vlastní sběr dat
Vyhodnocení získaných dat, tvorba výstupů
Doporučení a Závěr

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

TP 82 – Katalog poruch netuhých vozovek
TP 87 - Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek
TP 115 - Opravy trhlin na vozovkách s asfaltovým krytem
TP 170 - Navrhování vozovek pozemních komunikací
TP 184 – Systém hospodaření s pozemními komunikacemi
Další literatura dle doporučení vedoucího práce

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladislav Borecký, Ph.D.**
Katedra dopravního stavitelství

Datum zadání bakalářské práce: **23. října 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2020**

L.S.

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

Ing. Aleš Šmejda, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlašuji:

Práci s názvem Identifikace poruch vozovek PK a jejich příčin na vybraných úsecích silniční sítě v Pardubickém kraji jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

Karel Rafael

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Vladislavu Boreckému, Ph.D. za užitečné a cenné rady a zároveň za strávený čas nad dozorem. Rovněž bych velice rád poděkoval panu Ing. Pavlu Lopouroví, Ph.D. též za cenné rady a informace. Další poděkování věnuji panu Ing. Františku Haburajovi, Ph.D. za poskytnuté materiály a ochotné jednání. Na závěr děkuji své rodině za podporu po dobu celého studia.

ANOTACE

Práce se zabývá sběrem a identifikací poruch vozovek a stanovením intenzity dopravy. Pro zjištění intenzity dopravy se použil radarový detektor pro analýzu silničního provozu. Byla provedena kalibrace a stanovila se přesnost měření podle tří různých lokalit, kde se přístroj aplikoval a porovnal s ručním sčítáním dopravy. Po stanovení přesnosti byla zrealizována analýza dopravy na vybraných úsecích silniční sítě v Pardubickém kraji, byla provedena prohlídka a sběr poruch. A na závěr bylo provedeno vyhodnocení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Doprava, silnice, intenzita, prohlídka, konstrukce, poruchy, vozovka.

TITLE

Identification of the failures of the roads and their causes on selected sections of the roads network in the Pardubice Region

ABSTRACT

The thesis deals with the collection and identification of road defects based and determination of traffic intensity. A radar detector for road traffic analysis was used to determine traffic intensity. Calibration was performed to determine the accuracy of the measurements from the three different locations where the instrument was applied and compared to a manual traffic count. After the determined accuracy, an analysis of traffic was carried out on selected sections of the road network in the Pardubice Region, and an inspection and collection of defects was performed. In conclusion an evaluation was performed.

KEYWORDS

Transport, road, intensity, inspection, construction, defects, pavement.

OBSAH

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK.....	10
SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK	12
0. ÚVOD	15
1. CÍLE PRÁCE.....	16
2. STANOVENÍ DOPRAVNÍHO ZATÍŽENÍ.....	16
2.1. Periodická celostátní sčítání silniční dopravy.....	19
2.2. Speciální sčítání dopravy cílená na konkrétní akci.....	20
2.3. Údaje o přepravě hmot.....	21
3. PORUCHY VOZOVEK A JEJICH SBĚR.....	21
3.1. Vozovky PK.....	22
3.2. Rozdělení poruch.....	23
3.2.1. Ztráta hmoty.....	24
3.2.2. Trhliny.....	25
3.2.3. Deformace vozovky.....	27
3.2.4. Jiné poruchy.....	28
3.3. Metody sběru poruch.....	28
3.3.1. Vizuální prohlídka se záznamem do formuláře.....	29
3.3.2. Vizuální prohlídka se záznamem do počítače.....	29
3.3.3. Video/foto záznam a lokalizace záběru.....	29
3.3.4. Sběr poruch pomocí laserového zobrazovacího systému.....	30
3.4. Plánování údržby, oprav a rekonstrukce.....	30
3.4.1. Síťová úroveň.....	31
3.4.2. Projektová úroveň.....	32
4. POUŽITÉ METODY A VYBAVENÍ.....	32
4.1. Kalibrace radarového detektoru SR4.....	32
4.1.1. První kalibrace – Úhel natočení.....	34
4.1.2. Druhá kalibrace – Skladba provozu.....	41
4.1.3. Třetí kalibrace – Rychlost vozidel.....	49
4.1.4. Vyhodnocení.....	52
4.2. Sběr poruch.....	52
4.3. Konstrukce vozovky.....	55

4.4. Stanovení dopravního zatížení z radarového detektoru SR4	59
5. SČÍTÁNÍ DOPRAVY	61
5.1. Úsek 1	61
5.1.1. Měření	61
5.2. Úsek 2	65
5.2.1. Měření	66
6. SBĚR PORUCH A JEJICH KLASIFIKACE	69
6.1. Úsek 1	69
6.1.1. Sběr poruch	70
6.2. Úsek 2	74
6.2.1. Sběr poruch	75
7. VYHODNOCOVÁNÍ SČÍTÁNÍ DOPRAVY A SBĚRU PORUCH	78
7.1. Úsek 1 - Dopravní zatížení	79
7.1.1. Pomocí vlastního měření a naměřených dat z CSD	79
7.1.2. Pomocí jednotného součinitele vývoje	82
7.2. Úsek 1 - Poruchy	87
7.3. Úsek 1 - Shrnutí	93
7.4. Úsek 2 - Dopravní zatížení	94
7.5. Úsek 2 - Poruchy	98
7.6. Úsek 2 - Shrnutí	105
8. ZÁVĚR	105
POUŽITÁ LITERATURA	107
PŘÍLOHY	110
Příloha 1 – Fotodokumentace úseku 1	110
Příloha 2 – Fotodokumentace úseku 2	117

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1	Zatřídění poruch a jejich vývoj [12].....	21
Obrázek 2	Půdorys plošného šíření poruch [12].....	22
Obrázek 3	Příčný řez konstrukcí vozovky PK [14]	23
Obrázek 4	Znázornění vývoje mrazových trhlin [12].....	25
Obrázek 5	Znázornění vývoje reflexních trhlin [12]	26
Obrázek 6	Schéma postupu při plánování a návrhu údržby, oprav [5].....	31
Obrázek 7	Komponenty radarového detektoru pro analýzu silničního provozu	33
Obrázek 8	Lokalizace měřeného profilu komunikace [21].....	34
Obrázek 9	Fotografie nainstalovaného radaru na svislém dopravním značení.....	35
Obrázek 10	Schéma půdorysu při natočení 23°	35
Obrázek 11	Schéma půdorysu při natočení 30°	36
Obrázek 12	Grafické porovnání počtu vozidel pro natočení 23°	37
Obrázek 13	Grafické porovnání počtu vozidel pro natočení 30°	38
Obrázek 14	Lokalizace měřeného profilu komunikace [21].....	42
Obrázek 15	Fotografie nainstalovaného radaru na svislém dopravním značení.....	42
Obrázek 16	Lokalizace měřeného profilu komunikace [21].....	43
Obrázek 17	Fotografie z instalace detektoru.....	43
Obrázek 18	Grafické porovnání počtu vozidel pro první úsek	45
Obrázek 19	Grafické porovnání počtu vozidel pro druhý úsek	45
Obrázek 20	Lokalizace měřeného profilu komunikace (mezi Blešnem a Třebechovicemi pod Orebem) [21].....	49
Obrázek 21	Grafické porovnání počtu vozidel pro úsek s vyšší rychlostí.....	50
Obrázek 22	Měřicí kolečko DMW 100.....	53
Obrázek 23	Formulář pro sběr poruch.....	54
Obrázek 24	Konstrukce vozovky na úseku 1 - Lázně Bohdaneč (1/2).....	56
Obrázek 25	Konstrukce vozovky na úseku 1 - Lázně Bohdaneč (2/2).....	57
Obrázek 26	Konstrukce vozovky na úseku 2 – Kočí.....	58
Obrázek 27	Koeficienty vývoje intenzit dopravy [4].....	60
Obrázek 28	Lokalizace zkoumaného úseku 1 [21]	61
Obrázek 29	Grafické rozdělení skladby provozu na úseku 1 – Lázně Bohdaneč.....	63
Obrázek 30	Fotografie radaru na úseku 1	65
Obrázek 31	Lokalizace zkoumaného úseku 2 [21]	65
Obrázek 32	Grafické rozdělení skladby provozu na úseku 2 – Kočí.....	67
Obrázek 33	Fotografie radaru na úseku 2	68
Obrázek 34	Mapový podklad – Lázně Bohdaneč [21]	69
Obrázek 35	Formulář pro grafický záznam poruch – levý jízdní pruh úseku 1 (1/2).....	70
Obrázek 36	Formulář pro grafický záznam poruch – levý jízdní pruh úseku 1 (2/2).....	71
Obrázek 37	Formulář pro grafický záznam poruch – pravý jízdní pruh úseku 1 (1/2).....	72
Obrázek 38	Formulář pro grafický záznam poruch – pravý jízdní pruh úseku 1 (2/2).....	73
Obrázek 39	Mapový podklad – Kočí [21]	74
Obrázek 40	Formulář pro grafický záznam poruch – levý jízdní pruh úseku 2 (1/2).....	75
Obrázek 41	Formulář pro grafický záznam poruch – levý jízdní pruh úseku 2 (2/2).....	76
Obrázek 42	Formulář pro grafický záznam poruch – pravý jízdní pruh úseku 2 (1/2).....	77

Obrázek 43 Formulář pro grafický záznam poruch – pravý jízdní pruh úseku 2 (2/2).....	78
Obrázek 44 Sčítání dopravy 2010 - úsek 1 [11].....	79
Obrázek 45 Sčítání dopravy 2016 - úsek 1 [11].....	79
Obrázek 46 Grafické znázornění růstu TNV – úsek 1	80
Obrázek 47 Grafické znázornění vývoje počtu všech vozidel – úsek 1.....	81
Obrázek 48 Graf. znázornění vývoje počtu vozidel, mimo kat. O – úsek 1	82
Obrázek 49 Kvadratická regresní funkce pro kat. A – úsek 1	83
Obrázek 50 Kvadratická regresní funkce pro kat. B – úsek 1.....	83
Obrázek 51 Kvadratická regresní funkce pro kat. C – úsek 1.....	84
Obrázek 52 Grafické znázornění růstu TNV pomocí koeficientů – úsek 1	85
Obrázek 53 Grafické znázornění vývoje počtu všech vozidel – úsek 1.....	86
Obrázek 54 Grafické znázornění procentuálního výskytu poruch – levý jízdní pruh, úsek 1 ..	89
Obrázek 55 Grafické znázornění procentuálního výskytu poruch – pravý jízdní pruh, úsek 1	92
Obrázek 56 Grafické znázornění procentuálního výskytu poruch – úsek 1	92
Obrázek 57 Sčítání dopravy 2010 - úsek 2 [11].....	94
Obrázek 58 Sčítání dopravy 2016 - úsek 2 [11].....	95
Obrázek 59 Grafické znázornění růstu TNV – úsek 2	95
Obrázek 60 Grafické znázornění vývoje počtu všech vozidel – úsek 2.....	97
Obrázek 61 Graf. znázornění vývoje počtu vozidel, mimo kat. O – úsek 2	97
Obrázek 62 Grafické znázornění procentuálního výskytu poruch – levý jízdní pruh, úsek 2	100
Obrázek 63 Grafické znázornění procentuálního výskytu poruch – pravý jízdní pruh, úsek 2	103
.....	103
Obrázek 64 Grafické znázornění procentuálního výskytu poruch – úsek 2	104
Tabulka 1 Druhy vozidel [6].....	17
Tabulka 2 Třídy dopravního zatížení [2]	18
Tabulka 3 Přehled typů poruch netuhých vozovek [12]	24
Tabulka 4 Naměřená data při natočení 23°.....	36
Tabulka 5 Naměřená data při natočení 30°	37
Tabulka 6 Intenzity dopravy při natočení 23°.....	39
Tabulka 7 Intenzity dopravy při natočení 30°	39
Tabulka 8 Naměřená data pro první úsek	44
Tabulka 9 Naměřená data pro druhý úsek	44
Tabulka 10 Intenzity dopravy pro první úsek.....	46
Tabulka 11 Intenzity dopravy pro druhý úsek	46
Tabulka 12 Naměřená data pro úsek s vyšší rychlostí vozidel	50
Tabulka 13 Intenzity dopravy pro úsek s vyšší rychlostí vozidel.....	51
Tabulka 14 Návrhová úroveň porušení vozovky [5]	55
Tabulka 15 Klasifikační zatřídění rozsahu skupin poruch vozovek [5].....	55
Tabulka 16 Převod kategorie z radaru na druhy vozidel dle CSD.....	59
Tabulka 17 Hodnoty z ručního sčítání – Lázně Bohdaneč	62
Tabulka 18 Sčítání radarem za 24 hodin – Lázně Bohdaneč.....	63
Tabulka 19 Převod kategorií vozidel– Lázně Bohdaneč	64
Tabulka 20 Hodnoty z ručního sčítání – Kočí	66
Tabulka 21 Sčítání radarem za 24 hodin – Kočí.....	67
Tabulka 22 Převod kategorií vozidel – Kočí	68

Tabulka 23 Počet vozidel za období 2009-2021 - úsek 1	80
Tabulka 24 Celkový počet vozidel z vlastního sčítání dopravy a CSD – úsek 1.....	81
Tabulka 25 Tři skupiny vozidel [4].....	82
Tabulka 26 Změny koef. v jednotlivých letech v kat. A – úsek 1	83
Tabulka 27 Změny koef. v jednotlivých letech v kat. B – úsek 1.....	84
Tabulka 28 Změny koef. v jednotlivých letech v kat. C – úsek 1.....	84
Tabulka 29 Celkový počet vozidel z vlastního sčítání dopravy a koeficientů – úsek 1	85
Tabulka 30 Počet vozidel za období 2009-2021 - úsek 1	86
Tabulka 31 Sběr poruch – levý jízdní pruh, úsek 1	87
Tabulka 32 Sběr poruch – pravý jízdní pruh, úsek 1	89
Tabulka 33 Celkový počet vozidel z vlastního sčítání dopravy a CSD – úsek 2.....	96
Tabulka 34 Počet vozidel za období 2009-2021 - úsek 2.....	96
Tabulka 35 Sběr poruch – levý jízdní pruh, úsek 2	98
Tabulka 36 Sběr poruch – pravý jízdní pruh, úsek 2	101

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

A	Autobusy
a	Poloměr zatěžovacích ploch [m]
ACL	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
ACO	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
AK	Autobusy kloubové
C	Cyklisté
CSD	Celostátní sčítání dopravy
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DL	Dlažba
GPS	Globální polohový systém
I_R	Intenzita dopravy z celkového ručního sčítání [voz/hod]
I_S	Intenzita dopravy z celkového radarového sčítání [voz/hod]
I_{1R}	Intenzita dopravy pro 1. kategorii z ručního sčítání [voz/hod]
I_{2R}	Intenzita dopravy pro 2. kategorii z ručního sčítání [voz/hod]
I_{3R}	Intenzita dopravy pro 3. kategorii z ručního sčítání [voz/hod]
I_{4R}	Intenzita dopravy pro 4. kategorii z ručního sčítání [voz/hod]
I_{1S}	Intenzita dopravy pro 1. kategorii z radarového sčítání [voz/hod]

I_{2s}	Intenzita dopravy pro 1. kategorii z radarového sčítání [voz/hod]
I_{3s}	Intenzita dopravy pro 1. kategorii z radarového sčítání [voz/hod]
I_{4s}	Intenzita dopravy pro 1. kategorii z radarového sčítání [voz/hod]
K	Nákladní souprava
LN	Lehká nákladní vozidla bez přívěsu i s přívěsem (hmotnost do 3,5 tun)
M	Jednostopá motorová vozidla
MK	Místní komunikace
N1	Lehká nákladní vozidla (užitečná hmotnost do 3 t)
N2	Střední nákladní vozidla (užitečná hmotnost 3-10 t)
N3	Těžká nákladní vozidla (užitečná hmotnost nad 10 t)
Ncd	Celkový počet přejezdů návrhových náprav za návrhové období
NS	Návěsové soupravy
NSN	Návěsové soupravy nákladních vozidel
O	Osobní a dodávková vozidla bez přívěsu i s přívěsem
PA	Přívěsy autobusů
PK	Pozemní komunikace
PM	Penetrace makadam
PN2	Přívěsy středních nákladních vozidel
PN3	Přívěsy těžkých nákladních vozidel
Q	Zatížení nápravy [kN]
q	Průměrný dotykový tlak [MPa]
RPDI	Roční průměr denních intenzit
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
S	Směs stmelená hydraulickými pojivy (částečně rozpadlá)
SC	Směs stmelená hydraulickými pojivy
SHV	Systému hospodaření s vozovkou
SN	Střední nákladní vozidla bez přívěsu (hmotnost 3,5 – 10 tun)
SNP	Střední nákladní vozidla s přívěsy (hmotnost 3,5 – 10 tun)
Š	Štěrka
ŠP	Štěrkopísek

ŠT	Štět
TDZ	Třída dopravního zatížení [voz/den]
TN	Těžká nákladní vozidla bez přívěsu (hmotnost nad 10 tun)
TNP	Těžká nákladní vozidla s přívěsy (hmotnost nad 10 tun)
TNV	Těžká nákladní vozidla [voz/den]
TNV _k	Charakteristická hodnota denní intenzity provozu těžkých nákladních vozidel [voz/den]
TP	Technické podmínky
TR	Traktory bez přívěsu
TRP	Traktory s přívěsem
ÚaO	Údržba a oprava
ULS	Uzlový lokalizační systém
vz	Vzdálenost středu dotykových ploch [m]
Ø	Značení průměru [mm]

0. ÚVOD

Na počátku dvacátého století bylo na naší planetě kolem jedné a půl miliardy obyvatel. Za zhruba pouhých sto let přibylo dalších šest miliard nových obyvatel. V současné době je nás přes sedm miliard a tyto čísla se stále zvyšují. Neutichající nárůsty nových obyvatel přinášejí myšlenku, jak budou vypadat naše města třeba za dalších 30 let.

Přelidnění vede především i k zvýšení výrobních kapacit nových vozidel na tuzemském i zahraničním trhu. Česká republika (ČR) v roce 2019 vyrobila zhruba 1,47 milionů silničních vozidel, což odpovídá mírnému každoročnímu nárůstu [1].

Tyto faktory ovlivňují provoz na pozemních komunikacích, kde dochází k stále se zvyšující intenzitě dopravy. Poté může docházet ke snížení spolehlivosti vozovky, která se podílí na hospodárném, plynulém, a především bezpečném provozu na pozemních komunikacích [2].

Primárními vlastnostmi spolehlivosti vozovky je únosnost, která přenáší opakované zatížení silničních vozidel do konstrukce vozovky a podloží, druhá primární vlastnost spolehlivosti vozovky je provozní způsobilost [2].

Na vozovky pozemních komunikací působí vnější vlivy, které ovlivňují vlastnosti povrchu vozovky. Například se jedná o klimatické podmínky, při kterých vysoké teploty způsobují roztahování materiálu a během nízkých teplot způsobují smršťování materiálu, což bývá příčinou nových vad a defektů na vozovce. Dalším vlivem je voda. S výskytem vody se vznik vad a poruch urychluje a následkem může být zhoršení stavebního stavu dálnice, silnice, nebo místní komunikace (MK) [2].

A proto se musí dbát na konstrukci vozovky, která svojí skladbou ovlivňuje vznik poruch a vad na vozovce pozemních komunikací.

Při zhoršení stavebního stavu dochází k riziku poškození motorových i nemotorových vozidel. Dochází i ke snížení spolehlivosti vozovky. Nejenže toto má negativní vliv na životní prostředí, ale zároveň to ovlivňuje ekonomiku přepravy.

Pro regulaci vzniku nových vad a poruch na vozovce, je nutno provádět monitorování silniční sítě po celé České republice podle proměnných parametrů, poté vyhodnotit a realizovat odstranění závad.

1. CÍLE PRÁCE

Téma mé bakalářské práce bylo zvoleno za účelem poukázat, jak dopravní zatížení ovlivňuje vznik vad a defektů na vozovce a tím tedy i bezpečnost provozu a komfortu na pozemních komunikacích.

Touto prací bych rád identifikoval nejběžnější poruchy vozovek pozemních komunikací a jejich příčiny na vybraných úsecích silniční sítě v Pardubickém kraji.

Práci jsem rozdělil do dvou hlavních částí, kdy první je spíše teoretická a bude se zabývat stanovením dopravního zatížení, rozdělením poruch a metodami jejich sběru. Budou zde rozepsány jednotlivé poruchy vozovek a metody sběru poruch. Bude provedena kalibrace radarového detektoru na třech různých lokalitách pro určení přesnosti a použitelnosti statistického detektoru.

Druhá část se zabývá praktickou činností. Kde pro praktickou část byly vybrány dva úseky silnic I. třídy, které se nacházejí v obcích Lázně Bohdaneč a Kočí. U obou úseků se provede analýza silničního provozu pomocí radarového detektoru a ručního sčítání. Také se provede sběr poruch vizuální prohlídkou a záznamem do formuláře. Fundament pro klasifikaci a sběr poruch jsou technické podmínky (TP) 82 „Katalog poruch a netuhých vozovek“.

Provede se součet všech vozidel, které daným profilem komunikace projely od doby poslední rekonstrukce vozovky. Pro vyhodnocení se provede porovnání výsledků dopravního zatížení a použitelnosti statistického radaru. Poté se zhodnotí každý úsek z hlediska klasifikačních stupňů (sběr poruch) a vlivu konstrukce vozovky. Na základě vzájemných souvislostí u obou úseků budou diagnostikovány nejběžnější poruchy vozovky a jejich příčiny.

2. STANOVENÍ DOPRAVNÍHO ZATÍŽENÍ

Vzhledem k migraci obyvatel do velkých měst narůstá počet lidí, kteří cestují ze svých domovů do své práce a tím se zvyšuje hustota provozu silničních sítí a snižuje úroveň kvality dopravy [3].

Rozvoje intenzity zpracovávají prognózy automobilové dopravy. Prognózy se rozdělují podle způsobu zpracování na metody: [4]

- Prognostický dopravní model
- Metoda jednotného součinitele vývoje

U metody jednotného součinitele vývoje se výhledová intenzita dopravy odvozuje z výchozí intenzity dopravy a z koeficientů prognózy dopravy [4]. Podklady pro prognostický dopravní model je dopravní model výchozího stavu a data o prvcích matice přepravních vztahů [4].






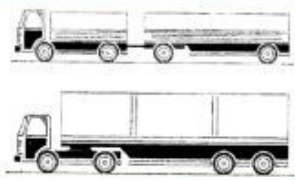

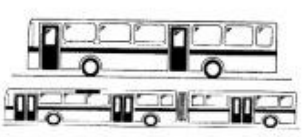
Dopravní zatížení je definováno jako počet opakovaných zatížení určité velikosti na konstrukci pozemních komunikací [5]. Je podkladem pro návrh údržby a opravy vozovky a slouží jako jeden ze vstupních údajů pro návrh vozovky [2].

Důležitým faktorem pro dopravní zatížení je skladba dopravního proudu, podle které lze na základě skladby projíždějících vozidel stanovit i hlukové emise [6]. Dopravní zatížení závisí především i na počtu přejezdů vozidel, jejich režimu pohybu a parametrů náprav [5].

Například přejezd jedné nápravy o hmotnosti 10 tun se rovná 125 přejezdům jedné nápravy o hmotnosti 3 tuny [7]. To je razantní rozdíl při stanovení návrhu vozovky. Proto se dopravní zatížení primárně soustředí na těžkou nákladní dopravu.

V tabulce 1 je zobrazeno rozdělení vozidel [6].

Tabulka 1 Druhy vozidel [6]

Značka Druh vozidla	Popis	Označení Vyhlášky 341/2014 Sb.	Označení při CSD	Ilustrační obrázek	Hlukové výpočty	Emisní výpočty	Dopady na životní prostředí
M Motocykly	Jednostopá motorová vozidla, i s postranním vozíkem, čtyřkolky	L	M		osobní (OA)	osobní (OA)	vozidla celkem (SV)
O Osobní automobily	Osobní automobily bez přívěsů i s přívěsy	M1, M1+O	O				
D Dodávkové automobily	Nákladní automobily do 3,5 t celkové hmotnosti	N1, N1+O	LN*		nákladní (NA)	lehká nákladní (LNA)	
N Nákladní automobily	Nákladní automobily nad 3,5 t a do 12 t celkové hmotnosti.	N2	LN*, SN**			těžká nákladní (TNA)	
	Nákladní automobily nad 12 t celkové hmotnosti, speciální nákladní automobily	N3	TN				
K Nákladní soupravy	Přívěsové a návěsové nákladní soupravy	N2+O, N3+O	SNP**, TNP, NSN,		nákladní soupravy (NS)	těžká nákladní (TNA)	
	Traktory a zvláštní vozidla s přívěsem	T+O, C+O, R+O, S+O, Z+O	TRP				
A Autobusy	Vozidla určená pro přepravu osob a jejich zavazadel, která mají víc než 9 míst (včetně kloubových autobusů a autobusů s přívěsy)	M2, M3, M2+O, M3+O	A, AK		nákladní (A = NA, AK = NS)	Autobusy (BUS)	

AK = autobusy kloubové

LN = lehká nákladní vozidla bez přívěsu i s přívěsem (hmotnost do 3,5 tun)

NSN = návěsové soupravy nákladních vozidel

SN = střední nákladní vozidla bez přívěsu (hmotnost 3,5 – 10 tun)

SNP = střední nákladní vozidla s přívěsy (hmotnost 3,5 – 10 tun)

TN = těžká nákladní vozidla bez přívěsu (hmotnost nad 10 tun)

TNP = těžká nákladní vozidla s přívěsy (hmotnost nad 10 tun)

TR = traktory bez přívěsu

TRP = traktory s přívěsem

Jak již bylo zmíněno, dopravní zatížení je definováno jako počet opakovaných zatížení určité velikosti. Toto zatížení způsobují projíždějící vozidla, která se rozlišují dle hmotnosti, počtu a rozmístění náprav. Pro jednoduchost můžeme zatížení způsobené od vozidel převést na tzv. návrhovou nápravu [7].

Pro výpočet dopravního zatížení podle TP 170 „Navrhování vozovek pozemních komunikací“ má návrhová náprava tyto parametry: [2]

- Zatížení nápravy, $Q = 100 \text{ kN}$ (pro ČR)
Jedná se o nejvyšší povolenou hmotnost nápravy, která se podle státu liší (například ve Francii je $Q = 130 \text{ kN}$) [7].
- Počet, tvar a geometrie uspořádání zatěžovacích ploch, tj. poloměr zatěžovacích ploch (a), vzdálenost středu dotykových ploch (vz) [2].
 $a = 0,1203 \text{ m}$, $vz = 0,344 \text{ m}$
- Průměrný dotykový tlak na povrch vozovky (q), $q = 0,550 \text{ MPa}$

Podle dopravního zatížení se stanovují tzv. třídy dopravního zatížení (TDZ), které jsou rozepsány a rozděleny v tabulce 2 [2].

Tabulka 2 Třídy dopravního zatížení [2]

Třída dopravního zatížení	TNV_k
S	> 7 500
I	3 501 - 7 500
II	1 501 - 3 500
III	501 - 1 500
IV	101 - 500
V	15 - 100
VI	< 15

TNV_k = Charakteristická hodnota denní intenzity provozu těžkých nákladních vozidel (TNV) [voz/den]

Dopravní zatížení vychází ze TDZ nebo se stanovuje podle požadované přesnosti ze sčítání dopravy nebo z předpokládaného objemu přepravovaných hmot [5].

Sčítání dopravy slouží především ke zjištění intenzity dopravního proudu na pozemních komunikacích. Takový dopravní průzkum lze provádět několika způsoby, které se určují podle výsledné přesnosti měření. Způsoby stanovení dopravního průzkumu jsou: [8]

- Ruční – Tento způsob měření provádí školená osoba do předem připraveného formuláře. Přesnost je ovlivněna osobou vykonávající průzkum, který je krátkodobí (maximálně několik hodin) [8].
- Průzkum pomocí technických zařízení – Jedná se o průzkum pro dlouhodobé měření, kde přesnost je určena správnou instalací technického zařízení. Tato zařízení jsou: [8]
 - Detektory zabudované nebo připevněné k vozovce (indukční smyčky, hadice),
 - Radarové a infračervené detektory (Sierzega SR4, infračervené čidlo);
 - Videodetekce;
 - Kombinace

2.1. Periodická celostátní sčítání silniční dopravy

Dopravní ztížení se podle TP 170 stanovuje jako počet přejezdů návrhových náprav, které daným profilem komunikace projedou a dle jejich parametrů ($Q = 100$ kN, délka návrhové období, tj. 25 let) [2]. Tzn, že se provede vlastní dopravní průzkum, kde se vozidla rozdělí do kategorií podle TP 170 a poté se provede výpočet podle vztahu číslo 2) [2].

Stanovení dopravního průzkumu lze provést i využitím výsledků ze celostátního sčítání dopravy (CSD) [2].

Z výsledků CSD lze rovnou vyčíst například hodnotu těžkých nákladních vozidel (TNV) na určitých komunikacích nebo roční průměr denních intenzit (RPDI) [8].

V České republice se od roku 1980 provádí každých 5 let celostátní sčítání dopravy (CSD), jejichž výsledky se evidují v digitální podobě na webové stránky. CSD elementárně slouží pro rozvoj silniční sítě a její evidence [9].

Tento průzkum se provádí na všech dálnicích, silnicích I. třídy, vybraných silnicích II., III. třídy a místních komunikacích a zajišťuje ho vlastník [8]. Vlastníkem dálnic a silnic I. tříd je stát (Česká republika), který provádí CSD pomocí státního podniku Ředitelství silnic a dálnic (ŘSD). Vlastníkem silnic II. a III. třídy je kraj, který spravuje komunikace pomocí Správy a údržby silnic pro každý kraj zvlášť. A vlastníkem místních komunikací je obec, na jehož katastrálním území se komunikace nachází [10].

Celostátní sčítání dopravy by podle pravidelného cyklu mělo probíhat v roce 2020, avšak z důvodu pandemie COVID – 19 se má provádět až v roce 2021 [9].

Průměrnou denní intenzitu TNV daným profilem komunikace lze stanovit podle vzorce, který je uveden na webových stránkách ŘSD ČR [11].

$$1) TNV = 0,10*LN + 0,90*SN + 1,90*SNP + TN + 2,00*TNP + 2,30*NSN + A + AK$$

[voz/den]

Jedná se o součet určitých kategorií vozidel a ty se násobí koeficientem.

2.2. Speciální sčítání dopravy cílená na konkrétní akci

Jak bylo zmíněno v kapitole 2.2., ŘSD provádí CSD v pravidelných cyklech na dálničních a určitých silničních sítí. Na méně významných kategoriích a třídách pozemních komunikací se skutečná intenzita dopravy mění, proto je možné realizovat konkrétní sčítání dopravy na profilu komunikace, kde není provedeno CSD [8].

Z důvodu nedostatku naměřených intenzit se provádí vlastní průzkum na konkrétní místa. Tedy se jedná o ruční průzkum a průzkum pomocí technických prostředků [8].

Ruční stanovení intenzity dopravy se provádí do předem připravených tabulek, kde se rozdělují jednotlivé druhy vozidel. Z hlediska určení druhu vozidla může být ruční způsob přesnější, pokud nedojde k lidskému pochybení.

Druhý způsob vlastního průzkumu je realizován pomocí automatických technických prostředků. Může se jednat například o radarové detektory, infračervené detektory, detektory zabudované nebo připevněné k vozovce (indukční smyčky, hadice) a videodetekce [8].

Lze provádět i kombinace, které lze nazvat jako třetí způsob.

Průměrnou denní intenzitu projíždějících těžkých nákladních vozidel daným profilem komunikace lze stanovit podle vzorce, který je uveden v TP 170 [2].

$$2) TNV0 = 0,10*N1 + 0,90*N2 + PN2 + N3 + PN3 + 1,3*NS + A + PA \text{ [voz/den]}$$

N1 = Lehká nákladní vozidla (užitečná hmotnost do 3 t)

N2 = Střední nákladní vozidla (užitečná hmotnost 3-10 t)

PN2 = Přívěsy středních nákladních vozidel

N3 = Těžká nákladní vozidla (užitečná hmotnost nad 10 t)

PN3 = Přívěsy těžkých nákladních vozidel

NS = Návěsové soupravy

A = Autobusy

PA = Přívěsy autobusů

Jedná se o součet určitých kategorií vozidel, které se násobí koeficientem. Jednotlivé kategorie vozidel se liší od kategorie z CSD.

2.3. Údaje o přepravě hmot

Pojmem přepravené hmoty se rozumí například přepravované zboží či suroviny. Podkladem pro stanovení dopravního zatížení z celkového objemu hmot je stanovení způsobu přepravy, kategorie vozidel a jejich vytížení. Objem přepravovaných hmot převede na hodnotu těžkých nákladních vozidel (TNV) [5].

A výsledkem pro stanovení dopravního zatížení je celkový počet přejezdů návrhových náprav [5].

Po převodu objemu přepravovaných hmot na TNV se postup výpočtu realizuje jako při stanovení dopravního zatížení ze sčítání dopravy. Pro přibližnou hodnotu výsledku lze celkový počet přejezdů návrhových náprav za návrhové období (N_{cd}) stanovit podle tohoto vzorce: [5]

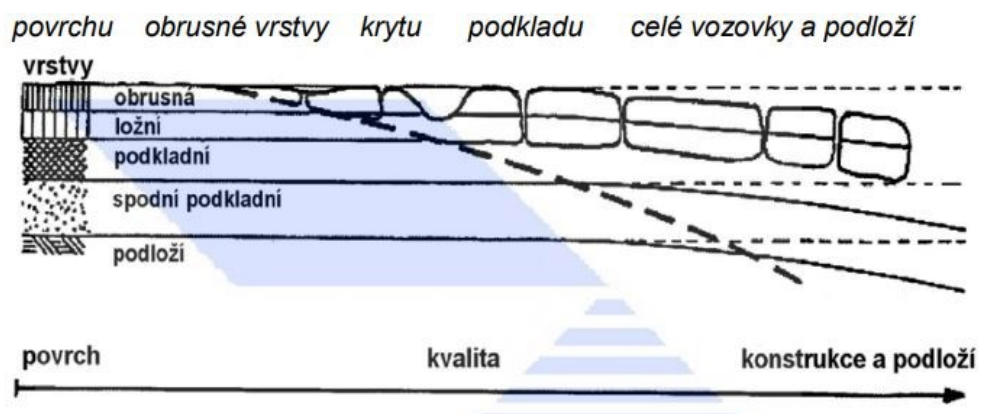
$$3) N_{cd} = 0,09 * \text{celková hmotnost přepravených hmot v jednom směru}$$

3. PORUCHY VOZOVEK A JEJICH SBĚR

Každá konstrukce má svoji dobu životnosti. Není to jinak ani u vozovek PK. Během dané životnosti dochází k působení vnějších vlivů na vozovku a po dosažení určitých mezí dochází k poruše. Pro zamezení výskytu a šíření poruch vozovek PK se provádí se diagnostika pozemních komunikací, která slouží jako podklad pro údržby a opravy (ÚaO) vozovek [5].

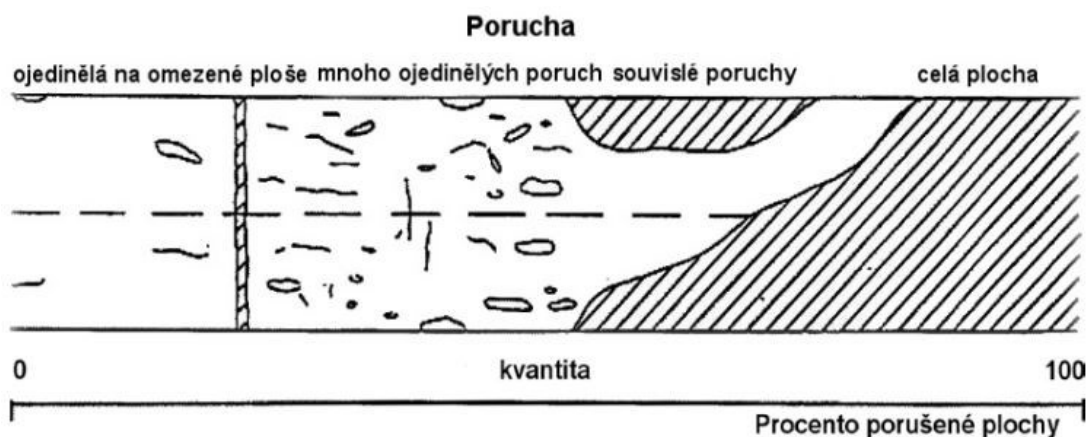
Jedná se o soubor činností, podle kterých se vyhodnotí stav vozovky, stanoví příčiny poruch a návrh oprav. Tuto diagnostiku můžeme rozdělit na Síťovou úroveň a Projektovou úroveň.

Velice důležité je, v jaké konstrukční vrstvě se daná porucha vyskytuje. Ta může být na povrchu vozovky, kde ji lze identifikovat vizuální prohlídkou. Pokud se neprovede oprava a údržba, tak z velké většiny dochází k tomu, že se porucha rozšíří do dalších konstrukčních vrstev. Odstranění takové poruchy bývá finančně a technologicky náročnější [12].



Obrázek 1 Zatřídění poruch a jejich vývoj [12]

Poruchy se nerozšiřují pouze do hloubky, ale i do šířky. Obrázek 2 demonstruje zanedbání údržby a opravy poruch vozovek a poukazuje na plošné rozšíření.



Obrázek 2 Půdorys plošného šíření poruch [12]

3.1. Vozovky PK

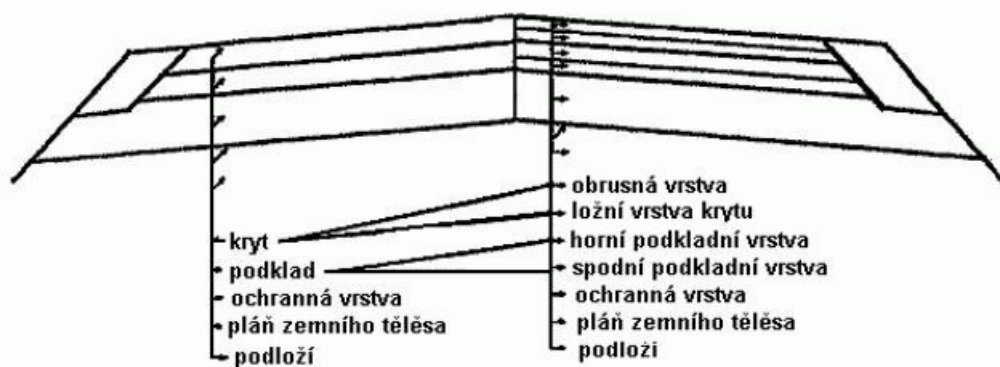
Dálnice slouží především k mezistátní a dálkové přepravě motorových vozidel, a proto její vozovka musí umožňovat plynulý provoz a kvalitní zpracování povrchu vozovky. V případě dálnic se provádějí tuhé vozovky, které za dodržení technologických předpisů mají delší životnost, lepší protismykové vlastnosti a nevytvářejí se „vyjeté“ koleje [13]. Hlavní nosná konstrukce je cementobetonová deska. Zbylé kategorie PK se z pravidla staví z netuhých nebo z polotuhých vozovek.

Vozovky dělíme dle krytů na: [2]

- Kryty ze silničních panelů (tuhé vozovky)
- Dlážděné kryty (netuhé vozovky)
- Stabilizované a z nestmelených materiálů (netuhé vozovky)
- Cementobetonové kryty (tuhé vozovky)
- Asfaltové kryty (netuhé vozovky)

Kryty z dlažeb se používají pro komunikace s rychlostí do 50 km/h, z důvodu vznikajícího dopravního hluku mezi vozovkou a pneumatikou vozidla [2]. Stabilizované a nestmelené kryty se používají z velké většiny pro dočasné komunikace. Může se jednat o účelové místní komunikace nebo staveništní cesty [2].

Vozovky PK se skládají z více vrstev. Viz obrázek 3, který je převzat z české technické normy (ČSN) 73 6114 „Vozovky pozemních komunikací. Základní ustanovení pro navrhování“ [14].



Obrázek 3 Příčný řez konstrukcí vozovky PK [14]

3.2. Rozdělení poruch

Poruchy vozovek vznikají na nedefinovatelných místech, které nelze předpovědět. Proto je zásadní provádět běžnou údržbu. Pokud se neprovádí pravidelné prohlídky a běžná údržba, tak dochází ke vzniku poruch, které se v závislosti na čase vyvíjejí [12].

Vznik poruch lze z části ovlivnit složením konstrukce vozovky. Zásadní je, jaký stavební materiál se použil a jak byl dodržen technologický postup.

Na celou konstrukci vozovky, respektive její konstrukční vrstvy působí vnější mechanické, chemické a fyzikální vlivy, které způsobují poškozování a vznik poruch na vozovce PK [2]. Je patrné, že nejvíce bývá namáhána obrusná vrstva, u které dochází ke styku s pneumatikou projíždějícího vozidla [12].

Nejběžněji se používají netuhé vozovky z asfaltových krytů. Asfalt má specifické vlastnosti závislé na teplotě. Při nízkých teplotách (-10 °C až 5 °C) je asfaltová směs křehká a mohou vznikat například trhliny. Zatímco při vysokých teplotách (40 °C až 65 °C) připomíná konzistenci asfaltové směsi hustou kapalinu [12]. Vlastnosti asfaltu závisí i na intenzitě dopravy, neboť při zvýšené frekvenci vozidel dochází ke ztrátě hmoty v místě největšího napětí [12].

Podle TP 82 „Katalog poruch netuhých vozovek“ dělíme poruchy netuhých vozovek do 4 skupin: [12]

- Ztráta hmoty
- Trhliny
- Deformace vozovky
- Jiné poruchy

Tabulka 3 Přehled typů poruch netuhých vozovek [12]

Skupina poruch	Číslo poruchy kat.list	Název poruchy	ISSDS ŘSD ČR	
			Evidováno	Číslo poruchy dle číselníku ¹⁾
Ztráta protismykových vlastností	01	Ztráta mikrotextury	NE	
	02	Ztráta makrotextury	ANO	11
Ztráta hmoty	03	Kaverny	ANO	01
	04	Opotřebení EKZ, EMK	ANO	12
	05	Ztráta kameniva z nátěru	ANO	11
	06	Ztráta asfaltového tmelu	ANO	01
	07	Hlubková koroze	ANO	02
	08	Výtluky v obrusné vrstvě a krytu	ANO	03
	09	Vysprávký	ANO	10
Trhliny	10	Mozaikové trhliny	ANO	14
	11	Trhlina úzká podélná	ANO	09
	12	Trhlina úzká příčná	ANO	13
	13	Trhlina široká podélná	ANO	07
	14	Trhlina široká příčná	ANO	06
	15	Trhlina rozvětvená podélná	ANO	08
	16	Trhlina rozvětvená příčná	ANO	08
17	Síťové trhliny	ANO	08	
Deformace	18	Olamování okrajů vozovky	NE	
	19	Puchýře v MA	NE	
	20	Nepravidelné hrboly	NE	
	21	Vyjeté koleje	NE	
	22	Místní hrbol	ANO	04
	23	Podélný hrbol	ANO	04
	24	Místní pokles	ANO	15
	25	Podélný pokles	ANO	15
	26	Plošná deformace vozovky	ANO	05
27	Prolomení vozovky	NE		
Jiné poruchy	28	Zanesení příkopů	NE	
	29	Zvýšená nezpevněná krajnice	NE	

3.2.1. Ztráta hmoty

Při ztrátě hmoty dochází ke snížení trvanlivosti obrusné vrstvy, tj. například odolnost proti ohlazování [7]. Tedy při této poruše dochází ke ztrátě protismykových vlastností povrchu vozovky z důvodu snížení součinitele tření mezi pneumatikou vozidla a povrchem vozovky. Tento typ ztráty hmoty je velmi nebezpečný v místech náhlého směru jízdy. Jedná se například o křižovatky nebo směrové a výškové oblouky PK [12].

Ztráta protismykových vlastností může vzniknout z dvou příčin:

a) Ztráta makrotextury

Vzniká buď z důvodu přebytečného množství asfaltu v asfaltovém krytu vozovky a dochází k zatlačení hrubého kameniva do směsi nebo dochází k vystoupení směsi pojiva a

drobného kameniva. Povrch vozovky je hladký a uzavřený. Při ztrátě makrotextury dochází i ke ztrátě mikrotextury [15].

b) Ztráta mikrotextury

Vzniká z důvodu nevhodného použití kamene v obrušné vrstvě vozovky. Jedná se například o břidlici, dolomit, vápenec a čedič [12]. Tyto kameny jsou snadno ohladitelné. Povrch je hladký a lesklý [15].

Druhým typem je ztráta hmoty z krytu. Po určitém časovém působení dopravy a klimatických podmínek (především vody) na povrch vozovky dochází k narušení spojitosti kameniva a ke ztrátě asphaltového tmele. Jedná se o proces, který lze rozdělit na stádia: [12].

a) Ztráta tmelu

Vzniká z důvodu špatného složení asphaltové směsi, mezerovitosti nebo ze špatné přilnavosti směsi ke kamenivu. Důsledkem mezerovitosti směsi je abnormální urychlení ztráty hmoty působením vody. Povrch je hrubý (povrchová koroze) [15].

b) Vylamování hrubého kameniva

Jedná se o pokračování degradace asphaltové směsi a kameniva. Porucha se dostává do větší hloubky (hloubková koroze) [15].

c) Výtluky

Jedná se o poslední stádium ztráty hmoty z krytu, kdy vznikají spíše lokální poruchy, které mohou poškodit projíždějící motorové i nemotorové vozidlo.

3.2.2. Trhliny

Tato skupina poruch se dělí na:

a) Mrazové trhliny

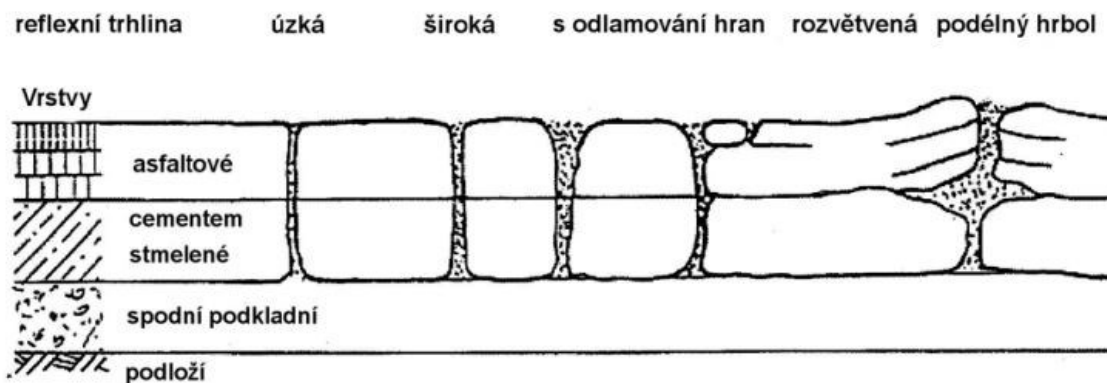
Porucha vzniká cyklickým působením změn teplot, kdy vznikne smršťovací trhlinka, která se dále šíří. Průběh šíření probíhá po povrchu asphaltové obrušné vrstvy i do hloubky konstrukce vozovky.



Obrázek 4 Znárodnění vývoje mrazových trhlin [12]

b) Reflexní trhliny

Vyskytují se u vozovek s podkladními vrstvami stmelených z hydraulických pojiv, které způsobují během tvrdnutí tahová napětí. Čímž dochází ke vzniku smršťovacích příčných trhlin. Vzdálenost mezi trhlínami je běžně 3-30 m, podle toho, jak stmelená vrstva vyvolá tahová napětí na základě své pevnosti. Působením změn teplot se smršťovací trhliny zvětšují a dostávají se do nich nečistoty. Což má za následek šíření trhlin podle stádií [12]. Viz obrázek 5 z TP 82 „Katalog poruch netuhých vozovek“ [12].



Obrázek 5 Znárodnění vývoje reflexních trhlin [12]

c) Nepravidelné a mozaikové trhliny

Z počátku vznikají úzké nepravidelné trhliny, které se vyskytují pouze v obrusné vrstvě, kvůli nedokonalému propojení mezi ložnou a obrusnou vrstvou. Mezi asfaltovými vrstvami mohla být vlhkost, nečistota nebo nebyl použit spojovací postřík. Během dlouhodobého zatížení vozovky, střídání klimatických podmínek a vyšší mezerovitosti obrusné vrstvy, dochází k vývoji nepravidelných trhlin. Vytváří se nové a větší trhliny, které se pod zatížením vozidel proměňují na mozaikovou síť trhlin. Kvůli špatnému spojení vrstev dochází mezi trhlínami k zatékání vody a nečistot a pod obrusnou vrstvou se nakonec mohou vytvořit lokální výtluky [12].

d) Síťové trhliny

Na konci životnosti (25 let) jsou síťové trhliny běžným stavem [15]. Pokud má vozovka pozemní komunikace předčasné síťové trhliny, tak chybou mohl být špatný návrh/provedení konstrukce vozovky [15]. Nebo se jedná o pokračování mozaikových trhlin [12].

Rozdíl mezi mozaikovými a síťovými trhlínami je takový, že síťové trhliny zasahují i do celé konstrukce vozovky, a tudíž se jedná o složitější problematiku.

e) Porušení pracovních spár

Primární příčinou této poruchy je nedokonalost technologie pokládky asfaltového krytu, respektive obrusné asfaltové vrstvy. Vzniká mezi postupně spojovanými obrusnými

vrstvami [12]. Důsledkem je vznik trhlin a ztráta hmoty, která vede až k tvorbě hloubkové koroze nebo výtluku povrchu vozovky.

f) Jiné trhliny

Jde o méně běžné poruchy. Jedná například o trhliny, které vznikly působením rozjezdových a brzdících sil vozidla u vozovky s nespojenými konstrukčními vrstvami [12].

3.2.3. Deformace vozovky

Jedná o závažný typ poruchy, neboť příčina může vznikat v podloží konstrukce vozovky, kde viníkem z velké části je podzemní voda. Lze podotknout, že zemní plán by měla být tvořena kvalitním a dobře zpracovaným materiálem.

Příčinou deformace vozovky nebývá pouze voda a špatně zpracovaný materiál v podloží, ale především i to, že dochází ke kumulaci nepružného přetvoření v asfaltových vrstvách, v nestmelených vrstvách vozovky a v podloží [12].

Podle TP 82 „Katalog poruch netuhých vozovek“ deformace vozovek dále definujeme na: [12]

a) Trvalé deformace krytu

Jak již bylo zmíněno, nejčastěji se u PK používají netuhé vozovky z asfaltových krytů, kdy asfalt má specifické vlastnosti závislé na teplotě. Po dlouhotrvající nebo intenzivní dopravě a teplotě vozovky okolo 60 °C, dochází k trvalé deformaci asfaltového krytu [12].

Dochází k prohlubním v místě dlouhotrvajícího stání vozidla, k vyjetým kolejím ve stopě projíždějících vozidel a k náhodným nerovnostem [12].

b) Deformace snížením povrchu vozovky

Vnikají při nedokonalém zhutnění konstrukčních vrstev, obzvláště se jedná o zemní těleso [14].

Dobrym příkladem by mohla být představa o tom, že po úzké pozemní komunikaci se pohybuje velká intenzita vozidel a dochází k přílišnému namáhání špatně realizované krajnice vozovky. Tím dochází k deformaci snížením povrchu vozovky.

c) Hrboly

Hrboly jsou deformace, při kterých dochází ke zvyšování povrchu vozovky. Mohou vzniknout na povrchu vozovky, v obrusné vrstvě nebo v konstrukci vozovky [16].

Často vznikají po opravě trhlin, kdy na vozovce vzniká výstupek po opakovaných nátěrech, po vyplněných úzkých i širokých trhlín nestlačitelným materiálem [12].

Relevantní příčinou jsou i objemové změny, například bobtnání jílu pod vozovkou nebo působící voda mezi vrstvami [12].

3.2.4. Jiné poruchy

Jedná se o poruchy, které nelze snadno kvalifikovat do jednoznačných skupin poruch. Z velké části příčinou vzniku těchto poruch je špatný odvodňovací systém (ucpané odvodňovací příkopy) [12]. Dalším vhodným příkladem je zvýšená nezpevněná krajnice, která dokáže akumulovat vodu na vozovce [15].

3.3. Metody sběru poruch

Dle vyhlášky č. 104/1997 Sb., Ministerstva dopravy a spojů, kterou provádí zákon o pozemních komunikacích se provádí pravidelné prohlídky PK [17].

Tuto činnost je povinen provádět nebo zajistit vlastník dané komunikace [17]. Například majitelem silnic I. tříd je stát a tyto silnice spravuje pomocí ŘSD.

Dělení prohlídek:

- Hlavní
- Mimořádné
- Bezpečnostní inspekce
- Běžné

Hlavní a mimořádné prohlídky se realizují z pravidla jednou za 5 let nebo při náhlém poškození komunikace nebo uvedením nové/rekonstruované vozovky [17].

Bezpečnostní inspekce se provádí u komunikací, které jsou evidovány do transevropské silniční sítě, a to jednou za 5 let [17].

Důvodem běžných prohlídek je zajištění sjízdnosti a bezpečnosti komunikace a identifikace poruch. Provádí se podle třídy silnice: [17]

- Pro dálnice se provádí každý pracovní den
- Pro silnice I. třídy se provádí dvakrát týdně
- Pro silnice II. třídy se provádí dvakrát měsíčně
- Pro silnice III. třídy se provádí jednou za měsíc

Pro sběr poruch musejí být vhodné klimatické podmínky. Nevhodnými podmínkami jsou především déšť, mráz, sníh. Velmi důležitým faktorem pro kvalitní sběr poruch je zkušenost zaměstnanců, kteří vyhodnocují a třídí poruchy [12].

U netuhých vozovek se stanovuje jednoznačný lokalizační systém (např. provozní staničení), podle kterého se určuje směr sběru a provádí staničení poruch [12].

Metody sběru poruch rozdělujeme podle TP 82 na: [12]

- Vizuální prohlídka se záznamem do formuláře graficky nebo do tabulky
- Vizuální prohlídka se záznamem do počítače
- Video/foto záznam a lokalizace záběru
- Sběr poruch pomocí laserového zobrazovacího systému

3.3.1. Vizuální prohlídka se záznamem do formuláře

Vizuální prohlídka se záznamem do formulářů se může provádět pomocí Tabulky 3 „Přehled typů poruch netuhých vozovek“. Provádí se pěší pochůzkou pro krátké úseky a denní maximum by mělo být zhruba 5–8 km [12]. Realizuje se za účelem plánování běžné údržby.

Formulář má podobu tabulky nebo podobu grafickou, při které se jednotlivé poruchy v měřítku vykreslují.

Pokud se jedná o úsek PK, který není celý homogenní z hlediska krytu vozovky a rozsahu poruch, tak se posuzuje separovaně [18].

3.3.2 Vizuální prohlídka se záznamem do počítače

U vizuální prohlídky se záznamem do počítače se denní maximum zvyšuje na 40–80 km [12]. Provádí se pomocí pomalu jedoucího vozidla, které provádí tzv. poloautomatizovaný sběr poruch [12]. Vozidlo je technicky vybaveno zařízením pro sběr dat a snímači pro zjišťování ujeté vzdálenosti. Toto veškeré vybavení vozidla je propojeno a pomocí počítače (přenosný notebook) se provádí vyhodnocení dat [12].

3.3.3. Video/foto záznam a lokalizace záběru

Sběr poruch pomocí videozáznamu nebo fotozáznamu se provádí na komunikacích s vysokou intenzitou dopravy, jedná se především o dálnice, silnice I. třídy. Denně lze provést až 500 km prohlídky [12].

Tato metoda sběru poruch se realizuje z jedoucího vozidla, které je vybaveno jednou nebo až sedmi kamerami s vysokým rozlišením. Jejich počet je závislý na šířce komunikace [12].

Veškeré kamerové systémy jsou propojeny s přesným měřičem vzdálenosti a s globálním polohovým systémem (GPS), díky kterému lze stanovit přesné určení polohy daných poruch s přesností na 10 centimetrů [12].

Výhodou této metody je, že ji lze provádět i za snížených pozorovacích podmínek. Tím se rozumí sběr v noci nebo například sběr poruch, při kterém dochází za působení slunečního světla k vytvoření stínů na povrchu vozovky [12]. Tato výhoda je zapříčiněna tím, že vozidlo je vybaveno laserovými diodami, nebo stroboskopickými výbojkami pro regulaci osvětlení snímaného povrchu [12].

Zpracování se provádí podle speciálních programů, které poloautomaticky nebo automaticky vyhodnocují poruchy (zatřídění poruch) [12].

3.3.4. Sběr poruch pomocí laserového zobrazovacího systému

Laserový zobrazovací systém je moderní způsob, který vytváří 3D model naskenovaného příčného profilu vozovky o šířce až 4 metrů [12]. Provádí se pomocí speciálního vozidla, které má mnoho senzorů (vysokorychlostní liniové skenovací kamery a projektory, snímací kamery) a dle kvality naskenované 3D mapy dokáže jet rychlostí 80 km/h až 120 km/h [12]. Používá se u dálnic, silnic I. třídy s vysokou intenzitou dopravy nebo pro speciální měření [12]. Tento způsob sběru poruch pozemních komunikací lze provádět za snížených pozorovacích podmínek a v noci [12].

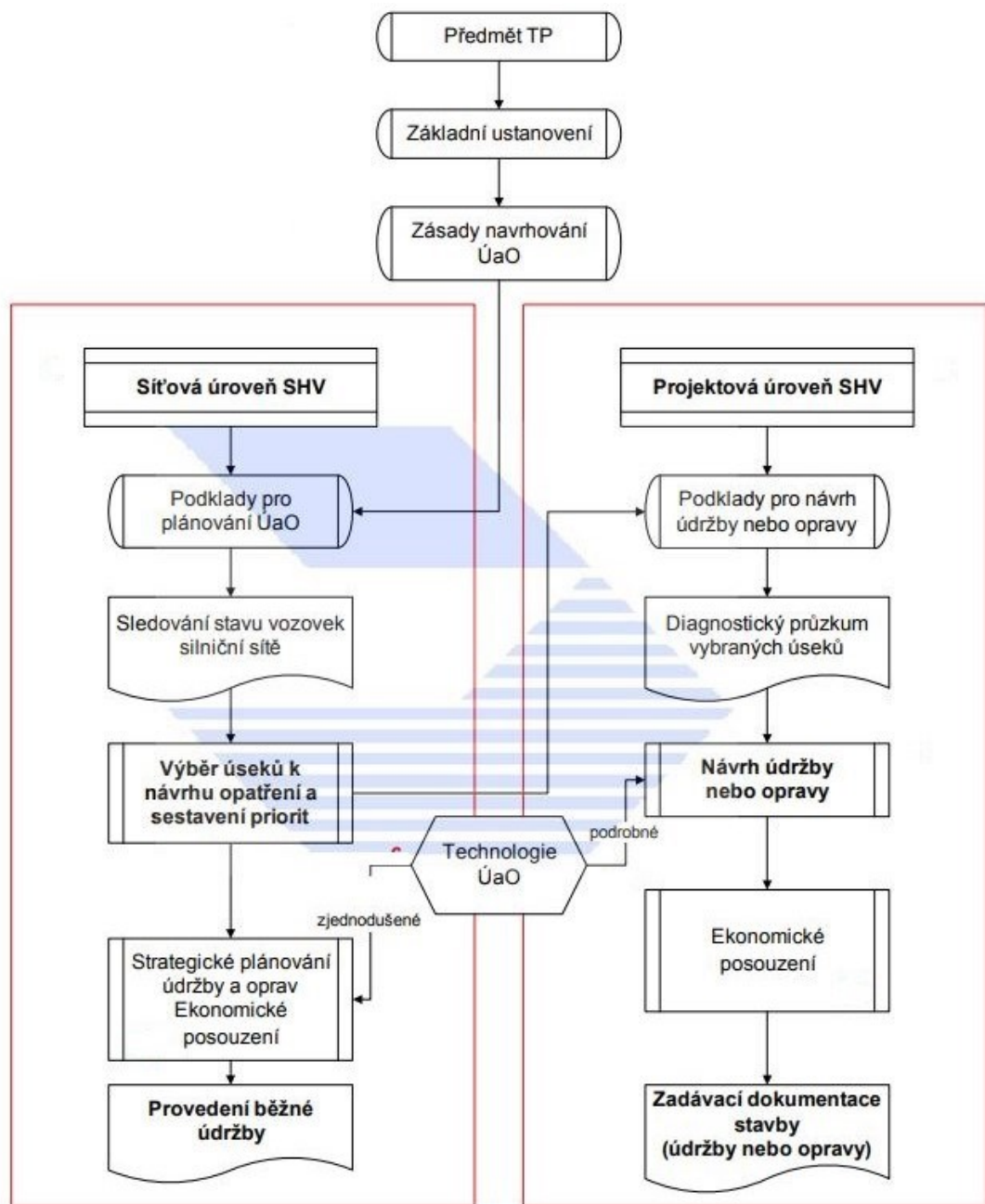
3.4. Plánování údržby, oprav a rekonstrukce

Pro navrhování údržby a oprav vozovek je velmi důležitá technologie provádění, tím se myslí i finanční náročnost a pokud je to nezbytné, tak i odklon silniční dopravy [5].

Pro optimální využívání finančních prostředků se vychází ze Systému hospodaření s vozovkou (SHV) [5].

SHV se podle TP 87 „Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek“ rozděluje na dvě úrovně a cílem je zachovat plynulý, bezpečný a komfortní provoz motorových i nemotorových vozidel na silniční síti pozemních komunikací [5].

První úroveň se nazývá Síťová a její činností je dlouhodobé sledování stavu vozovek PK a případný návrh ÚaO. Druhá úroveň se nazývá Projektová, která svou činností navazuje na Síťovou úroveň a určuje návrh ÚaO na zvolených úsecích PK. Obě úrovně na sebe tedy navazují [5].



Obrázek 6 Schéma postupu při plánování a návrhu údržby, oprav [5]

3.4.1. Síťová úroveň

Jde o cyklicky se opakující posuzování silniční sítě z hlediska proměnných parametrů vozovky, kterou provádí/zajišťuje její vlastník nebo pověřený správce. Tyto podklady se poté musí evidovat [5].

U pozemních komunikací, respektive jejich posuzovaných úseků, které nevyhovují požadované způsobilosti provozu nebo mají četný výskyt poruch, tak se provádí plánování běžné údržby, údržby, opravy, zesílení nebo rekonstrukce [5].

Plánování údržby a opravy má tyto kroky a realizuje se dle obrázku 6 – „Schéma postupu při plánování a návrhu údržby, oprav“: [5]

- Získání základních údajů PK (délkové a šířkové uspořádání, směrové a výškové vedení, konstrukce vozovky atd.)
- Zatřídění PK
- Stanovení dopravního zatížení PK
- Zjištění provozní způsobilosti (například sběr poruchy)
- Vyhodnocení provozní způsobilosti (například rozsah poruch) - Tyto podklady slouží pro realizaci běžné údržby, údržby nebo opravy.
- Odhad finanční náročnosti ÚaO
- Sestavení časového harmonogramu ÚaO

3.4.2. Projektová úroveň

Projektová úroveň navazuje na síťovou dle obrázku 6 – „Schéma postupu při plánování a návrhu údržby, oprav“. A podkladem jsou všechny získané materiály ze síťové úrovně [5].

Provádí se nejvhodnější návrh ÚaO úseků PK pro realizaci dokumentace (dokumentace skutečného provedení) a diagnostického průzkumu [5].

Diagnostický průzkum se například realizuje pomocí vrtaných a kopaných sond, které slouží ke stanovení konstrukce vozovky, podle které lze navrhnout optimální technologii provedení [5].

4. POUŽITÉ METODY A VYBAVENÍ

Pro profilové měření dopravních charakteristik (například počet vozidel a jejich délka, odstup mezi vozidly) se používají technické prostředky nebo vyškolené osoby, které zaznamenávají projíždějící vozidla v daném profilu komunikace za určitý čas [19].

Technickými prostředky se rozumí dopravní detektory. Příkladem dostupného dopravního detektoru je Sierzega SR4 [19].

4.1. Kalibrace radarového detektoru SR4

Pro analýzu silničního provozu byl použit radarový detektor Sierzega SR4. Jedná se o statistický radar, který měří rychlost pohybujícího se vozidla a jeho délku, směr pohybu, odstup mezi vozidly a podle těchto parametrů stanovuje 4 základní kategorie [20].

Radar řadí silniční vozidla podle délky v decimetrech do 4 kategorií: [20]

- Jednostopá vozidla (motocykly)
- Osobní automobily

- Nákladní automobily
- Velké nákladní automobily s přívěsem nebo návěsem

Postup měření je popsán v kapitole 4.4.1.

Během měření je radar propojen pomocí Bluetooth s mobilním telefonem, tabletem nebo s jiným chytrým zařízením. Avšak radarový detektor je kompatibilní pouze se systémem OS Android. Zaznamenané vlastnosti pohybu vozidel se ukládají do paměti přístroje a je možné si je přeposlat například na emailovou adresu [20].

Naměřené hodnoty se poté vyhodnocují v software Sierzega SRA – statistika provozu [20].

Přístroj by podle ideálních podmínek měl být přesný až na 99 %. Ideálními podmínkami se míní rovný úsek bez předjíždění, žádné kolony [20].

Části přístroje Sierzega SR4 [20] jsou popsány v obrázku – 7 „Komponenty radarového detektoru pro analýzu silničního provozu“.



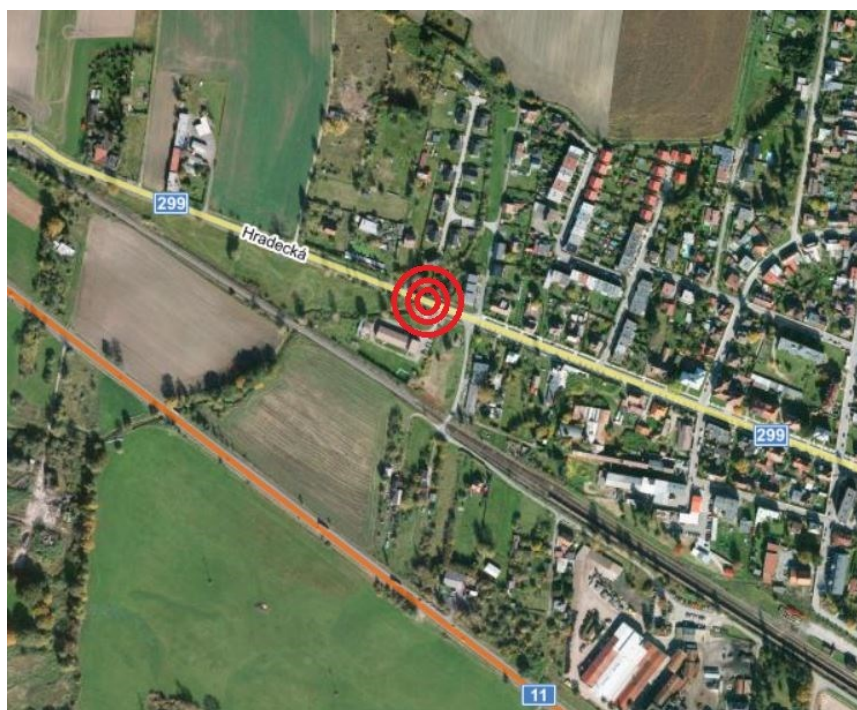
Obrázek 7 Komponenty radarového detektoru pro analýzu silničního provozu

- 1) Ochranný kryt
- 2) Jednotka SR4 s napájecím kabelem
- 3) Baterie 6 V 12Ah s plastovými krytkami
- 4) Oddělovací plech
- 5) Připevňovací zařízení
- 6) Nabíjecí kabel baterie

4.1.1. První kalibrace – Úhel natočení

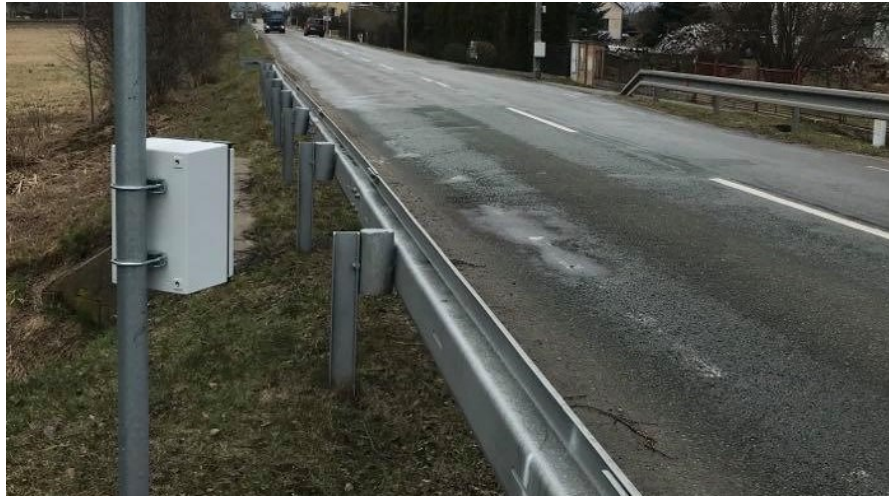
První kalibrace byla provedena pro získání určitého uhlu, při kterém radarový detektor, který je natočen vůči ose komunikace měří nejpřesněji délky projíždějících vozidel. Ty jsou zásadní pro určení správné kategorie.

Měření bylo realizováno dne 17. 03. 2021 na silnici III. třídy na území obce Třebechovice pod Orebem.



Obrázek 8 Lokalizace měřeného profilu komunikace [21]

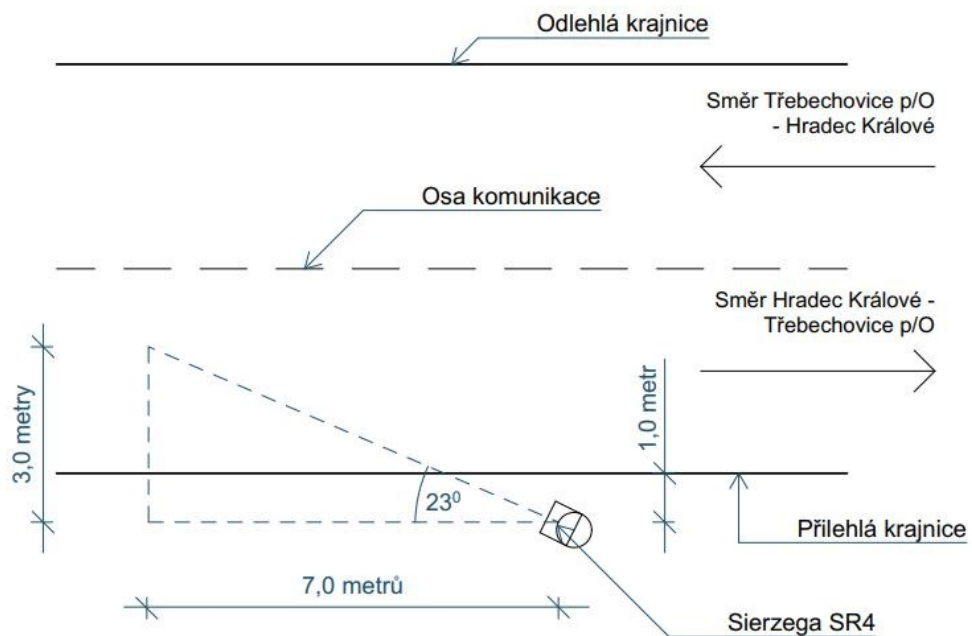
Radar se připevnil na kruhovou tyč \varnothing 60 mm stávajícího svislého dopravního značení ve výšce 1 metru nad vozovkou, pro vhodné snímání ploch vozidel a 1,0 metr od přilehlého jízdního pruhu. Dle návodu optimální vzdálenost umístění přístroje od jízdního pruhu je 0,5 až 2,0 metru [20].



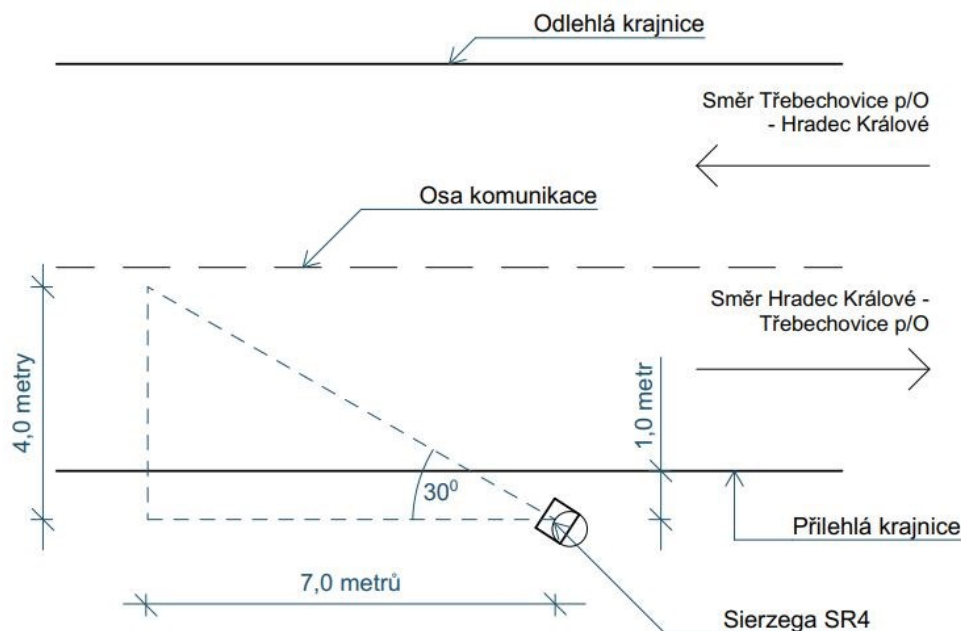
Obrázek 9 Fotografie nainstalovaného radaru na svislém dopravním značení

Za účelem této kalibrace probíhalo měření dvakrát po půl hodině, při kterém byl radar natočen vždy pod jiným úhlem, a to v časech 15:35 až 16:05 a v 16:10 až 16:40. Během měření, které proběhlo v čase 15:35 až 16:05 překročilo 56 % řidičů maximální povolenou rychlost, která činí 50 km/h a během měření v čase 16:10 až 16:40 překročilo maximální povolenou rychlost 90 % řidičů.

Pro ověření byl zvolen úhel 23° a 30° a úsek silnice, který má nejméně 50 metrů rovnou trasu pro získání ideálních podmínek.



Obrázek 10 Schéma půdorysu při natočení 23°



Obrázek 11 Schéma půdorysu při natočení 30°

Radar je schopen měřit jednosměrný i obousměrný provoz [20]. Pro mé účely při této i ostatních kalibracích byla použita jednosměrná analýza silničního provozu.

Po technickém připevnění proběhlo spárování radaru (pomocí Bluetooth) s mobilním telefonem značky Huawei P9 lite 2017 s operačním systémem Android 8.0.0 – Tento mobilní telefon byl použit pro všechna měření.

Okamžitě po připojení se na obrazovce mobilního zařízení zobrazovaly aktuální měřené hodnoty projíždějících vozidel. Ze zobrazených hodnot lze vyčíst rychlost vozidla v kilometrech za hodinu, délku vozidla a odstup mezi vozidly [20]. Současně bylo prováděno i ruční sčítání dopravy pro určení intenzity a pro porovnání s radarem.

Data

Tabulka 4 Naměřená data při natočení 23°

Sčítání radarem			Ruční sčítání		
Kategorie	Počet	Směr Hradec Králové – Třebechovice pod Orebem	Kategorie	Počet	Směr Hradec Králové – Třebechovice pod Orebem
1	2		1	1	
2	75		2	74	
3	6		3	4	
4	0		4	1	
Celkem 83 vozidel		Celkem 80 vozidel			

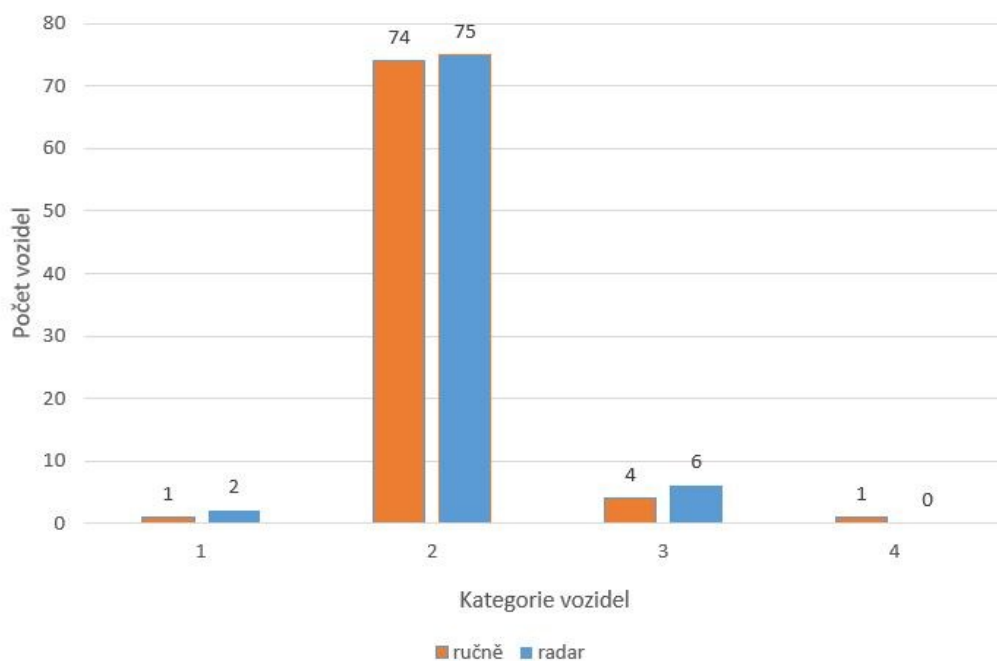
Tabulka 5 Naměřená data při natočení 30°

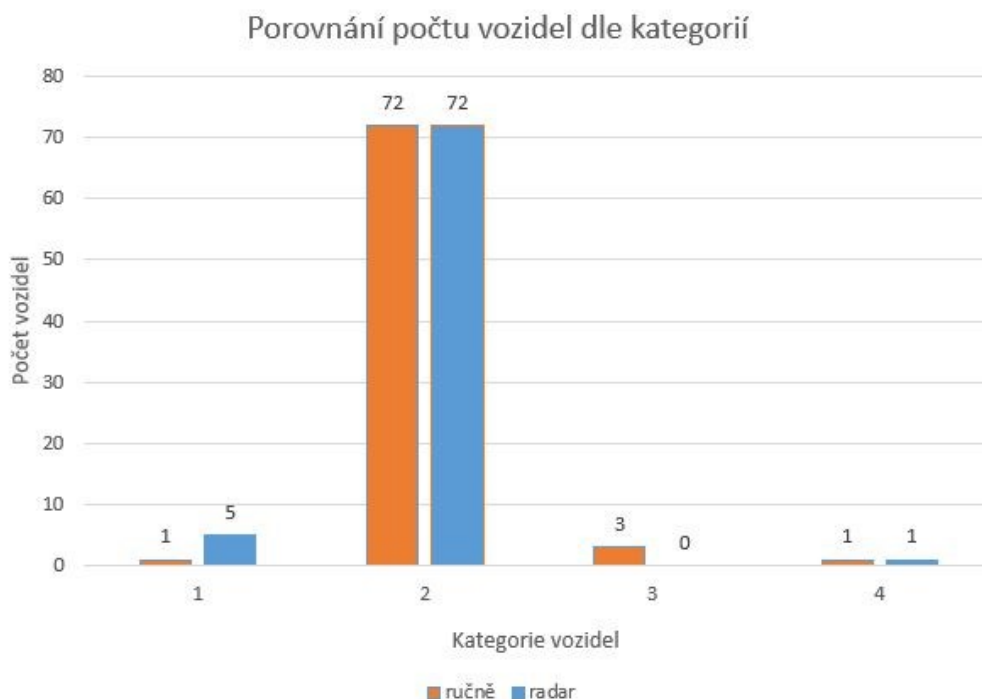
Sčítání radarem			Ruční sčítání		
Kategorie	Počet	Směr Hradec Králové – Třebechovice pod Orebem	Kategorie	Počet	Směr Hradec Králové – Třebechovice pod Orebem
1	5		1	1	
2	72		2	72	
3	0		3	3	
4	1		4	1	
Celkem 78 vozidel		Celkem 77 vozidel			

Bohužel výsledky z ručního i radarového měření jsou ovlivněny epidemiologickou situací, která probíhá na celém území České republiky. Jde o nařízenou karanténu, kdy lidé mohou cestovat pouze v nutných případech, například do práce nebo do obchodu. Proto předpokládám, že hodnoty počtu vozidel projetých daným profilem komunikace za sledovaný čas by byly vyšší.

Přesnost ručního měření je závislá na pozorovateli, tím je myšlena jeho soustředěnost a pečlivost, která postupem času opadá. Měření probíhalo pouze půl hodiny. Tudíž hodnoty z ručního měření lze považovat jako 100 % správné a přesné.

Porovnání počtu vozidel dle kategorií

**Obrázek 12** Grafické porovnání počtu vozidel pro natočení 23°



Obrázek 13 Grafické porovnání počtu vozidel pro natočení 30°

I_{1R} = Intenzita dopravy pro 1. kategorii z ručního sčítání [voz/hod]

I_{2R} = Intenzita dopravy pro 2. kategorii z ručního sčítání [voz/hod]

I_{3R} = Intenzita dopravy pro 3. kategorii z ručního sčítání [voz/hod]

I_{4R} = Intenzita dopravy pro 4. kategorii z ručního sčítání [voz/hod]

I_{1S} = Intenzita dopravy pro 1. kategorii z radarového sčítání [voz/hod]

I_{2S} = Intenzita dopravy pro 1. kategorii z radarového sčítání [voz/hod]

I_{3S} = Intenzita dopravy pro 1. kategorii z radarového sčítání [voz/hod]

I_{4S} = Intenzita dopravy pro 1. kategorii z radarového sčítání [voz/hod]

I_R = Intenzita dopravy z celkového ručního sčítání [voz/hod]

I_S = Intenzita dopravy z celkového radarového sčítání [voz/hod]

Jednoduchým a pro tento účel dostačujícím způsobem byl proveden výpočet intenzit dopravy. Intenzita celková i jednotlivých kategorií se stanovuje jako poměr počtu vozidel, který projel daným profilem komunikace za určité časové období, tj. pro tuto kalibraci jedna hodina.

Tabulka 6 Intenzity dopravy při natočení 23°

Intenzita dopravy z radarového sčítání			Intenzita dopravy z ručního sčítání		
I_{1S}	4	[voz/hod]	I_{1R}	2	[voz/hod]
I_{2S}	150		I_{2R}	148	
I_{3S}	12		I_{3R}	8	
I_{4S}	0		I_{4R}	2	
I_S	166		I_R	160	

Tabulka 7 Intenzity dopravy při natočení 30°

Intenzita dopravy z radarového sčítání			Intenzita dopravy z ručního sčítání		
I_{1S}	10	[voz/hod]	I_{1R}	2	[voz/hod]
I_{2S}	144		I_{2R}	144	
I_{3S}	0		I_{3R}	6	
I_{4S}	2		I_{4R}	2	
I_S	156		I_R	154	

Z naměřených dat je zřejmé, že natočení detektoru vůči ose komunikace má vliv na měření délky projíždějících vozidel. Při malém uhlu natočení radarového detektoru ($<30^\circ$) dochází ke zkreslenému měření, tím, že vozidla zaznamenává delší, než jsou ve skutečnosti. Zatímco při velkém uhlu natočení (přes 30°) dochází ke zkreslení tím způsobem, že délky vozidel zmenšuje.

Vyhodnocení kategorie 2 při natočení 23°

Na základě nízké intenzity provozu volím pro radarový detektor normu 95 % úspěšnosti. Tím chci stanovit, že přesnost měření detektoru je minimálně 95 % [22].

- Ruční sčítání: 148 vozidel za hodinu
- Radarové sčítání: 150 vozidel za hodinu
- Rozdíl: 2 (absolutní odchylka)
- Odchylka: **1,35 %** (relativní odchylka)

(odchylka = poměr rozdílu a ručního sčítání, násobeno 100)

- Testovaná odchylka (naše norma): 5,00 %
- Průměr: 0,0135

(průměr = poměr rozdílu a ručního sčítání)

- Rozptyl: 0,0133

(rozptyl = průměr násobený rozdílem hodnoty jedna a též průměru)

- Testovací statistika: -3,844

Po použití tabulek kritických hodnot normovaného normálního rozdělení (-1,96; 1,96) [22] je zjištěno, že hodnota testovací statistiky není v přípustné oblasti. Proto nulovou hypotézu zamítáme. Úspěšnost radarového měření se statisticky liší od hodnoty 0,95 (chybovost 0,05), neboť je vyšší. Radar splňuje normu, tj. 95 % přesnost.

Vyhodnocení kategorie 2 při natočení 30°

Na základě nízké intenzity provozu volím pro radarový detektor normu 95 % úspěšnosti. Tím chci stanovit, že přesnost měření detektoru je minimálně 95 % [22].

- Ruční sčítání: 154 vozidel za hodinu
- Radarové sčítání: 156 vozidel za hodinu
- Rozdíl: 2 (absolutní odchylka)
- Odchylka: **1,30 %** (relativní odchylka)

(odchylka = poměr rozdílu a ručního sčítání, násobeno 100)

- Testovaná odchylka (naše norma): 5,00 %
- Průměr: 0,0130

(průměr = poměr rozdílu a ručního sčítání)

- Rozptyl: 0,0128

(rozptyl = průměr násobený rozdílem hodnoty jedna a též průměru)

- Testovací statistika: -4,057

Po použití tabulek kritických hodnot normovaného normálního rozdělení (-1,96; 1,96) [22] je zjištěno, že hodnota testovací statistiky není v přípustné oblasti. Proto nulovou hypotézu zamítáme. Úspěšnost radarového měření se statisticky liší od hodnoty 0,95 (chybovost 0,05), neboť je vyšší. Radar splňuje normu, tj. 95 % přesnost.

Vyhodnocení celkové intenzity při natočení 23°

Na základě nízké intenzity provozu volím pro radarový detektor normu 95 % úspěšnosti. Tím chci stanovit, že přesnost měření detektoru je minimálně 95 % [22].

- Ruční sčítání: 160 vozidel za hodinu
- Radarové sčítání: 166 vozidel za hodinu

- Rozdíl: 6 (absolutní odchylka)
- Odchylka: **3,75 %** (relativní odchylka)
(*odchylka = poměr rozdílu a ručního sčítání, násobeno 100*)
- o Testovaná odchylka (naše norma): 5,00 %
- o Průměr: 0,0375
(*průměr = poměr rozdílu a ručního sčítání*)
- o Rozptyl: 0,0361
(*rozptyl = průměr násobený rozdílem hodnoty jedna a též průměru*)
- o Testovací statistika: -0,832

Po použití tabulek kritických hodnot normovaného normálního rozdělení (-1,96; 1,96) [22] je zjištěno, že hodnota testovací statistiky je v přípustné oblasti. Proto nulovou hypotézu nezamítáme. Úspěšnost radarového měření se statisticky neliší od hodnoty 0,95 (chybovost 0,05). Radar splňuje normu, tj. 95 % přesnost.

Vyhodnocení celkové intenzity při natočení 30°

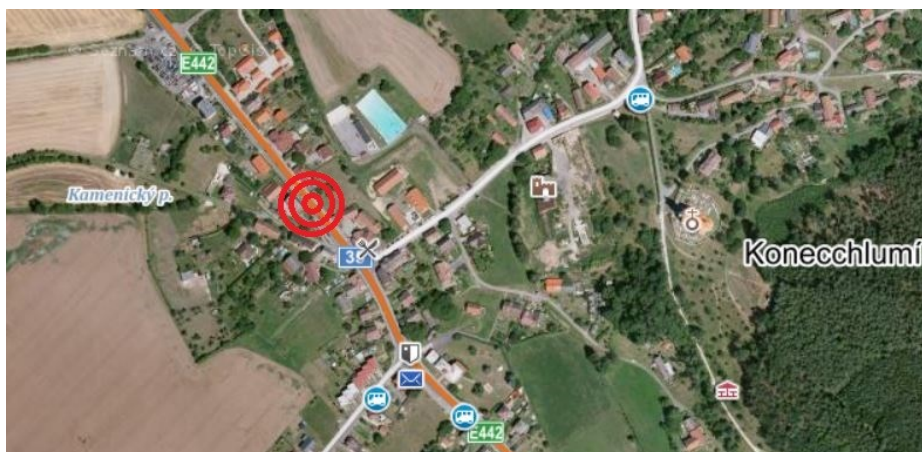
V tomto případě má radar nulovou odchylku a nelze provádět testování hypotéz. Ze statistického hlediska je úspěšnost radaru téměř 100 %.

Všechny způsoby vyhodnocení ukazují úspěšnost minimálně 95 %. Ale z celkového porovnání všech údajů je zřejmé, že pro relevantnější výsledky je vhodné radar umístit podle obrázku 11, tj. při uhlu 30°. Proto se pro další kalibraci a měření bude radarový detektor umísťovat pod tímto uhlem.

4.1.2. Druhá kalibrace – Skladba provozu

Důvodem realizace druhé kalibrace je zjištění, jak na přesnost měření pomocí detektoru působí skladba provozu. Měření proběhlo ve čtvrtek dne 18. 03. 2021 na dvou úsecích silniční sítě.

První měření pro kalibraci detektoru SR4 bylo provedeno v čase 9:15 až 9:45 na silnici I/35 v obci Konecchlumí. Tato silnice I. třídy je celostátním tranzitním spojem převážně pro nákladní automobily kategorie 4 a značí se E442 [21].



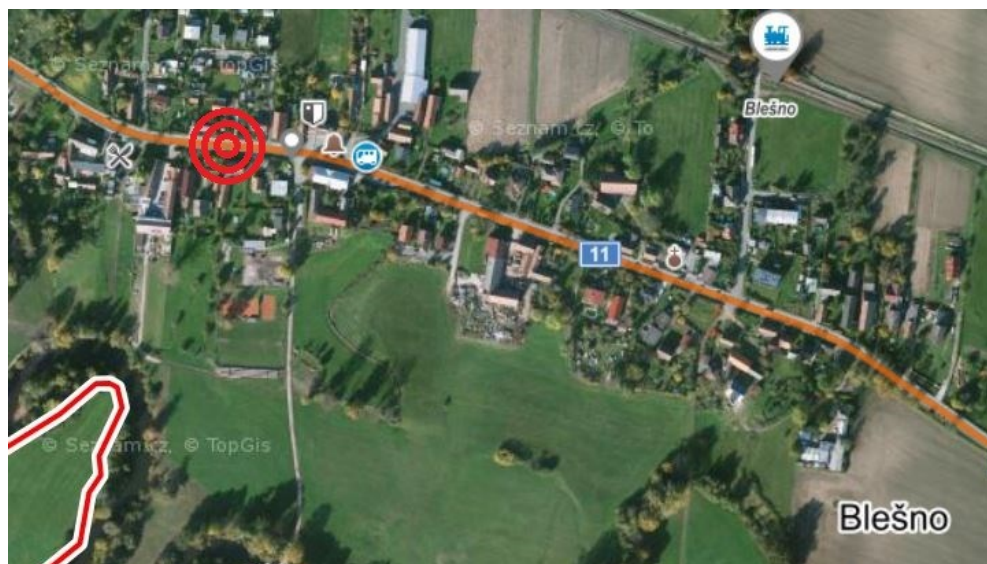
Obrázek 14 Lokalizace měřeného profilu komunikace [21]

Radar se připevnil na kruhovou tyč \varnothing 60 mm stávajícího svislého dopravního značení ve výšce 1 metru nad vozovkou, pro vhodné snímání ploch vozidel a 1,2 metru od přílehlého jízdního pruhu pod úhlem 30° vůči ose komunikace.



Obrázek 15 Fotografie nainstalovaného radaru na svislém dopravním značení

Druhé měření pro kalibraci detektoru SR4 bylo provedeno v čase 11:00 až 11:30 na silnici I/11 v obci Blešno, kde projíždí z větší části vozidla kategorie 2, tj. osobní automobily. Jedná se nejdelší silnici I. třídy v České republice, která má délku 308 km a je spojnicí měst Hradec Králové a Ostrava, dále pokračuje až na Slovensko [21].



Obrázek 16 Lokalizace měřeného profilu komunikace [21]

Instalace radarového detektoru byla provedena stejným způsobem jako u prvního úseku pro kalibraci z hlediska skladby provozu.



Obrázek 17 Fotografie z instalace detektoru

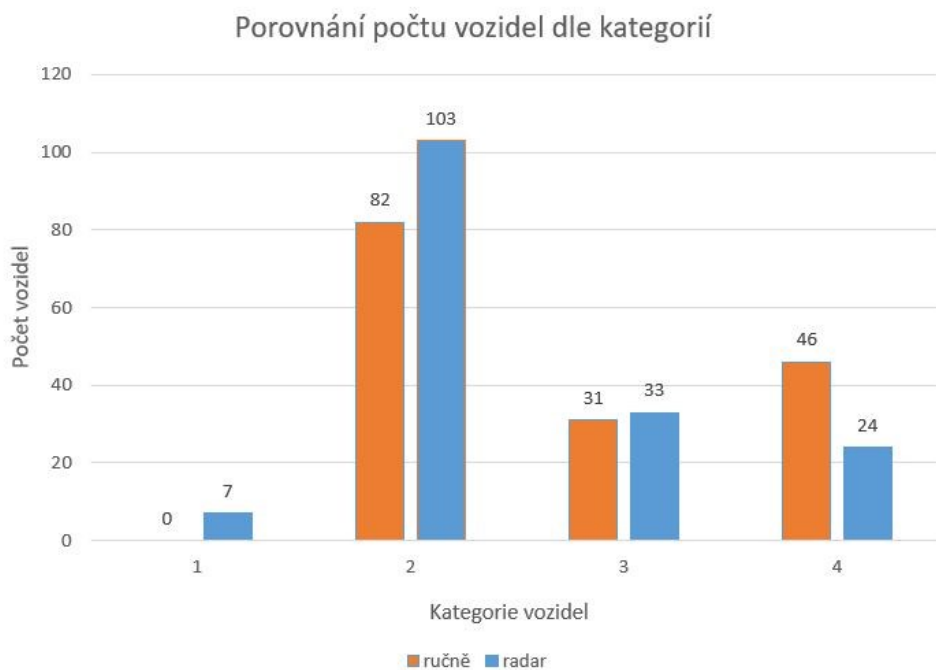
Data

Tabulka 8 Naměřená data pro první úsek

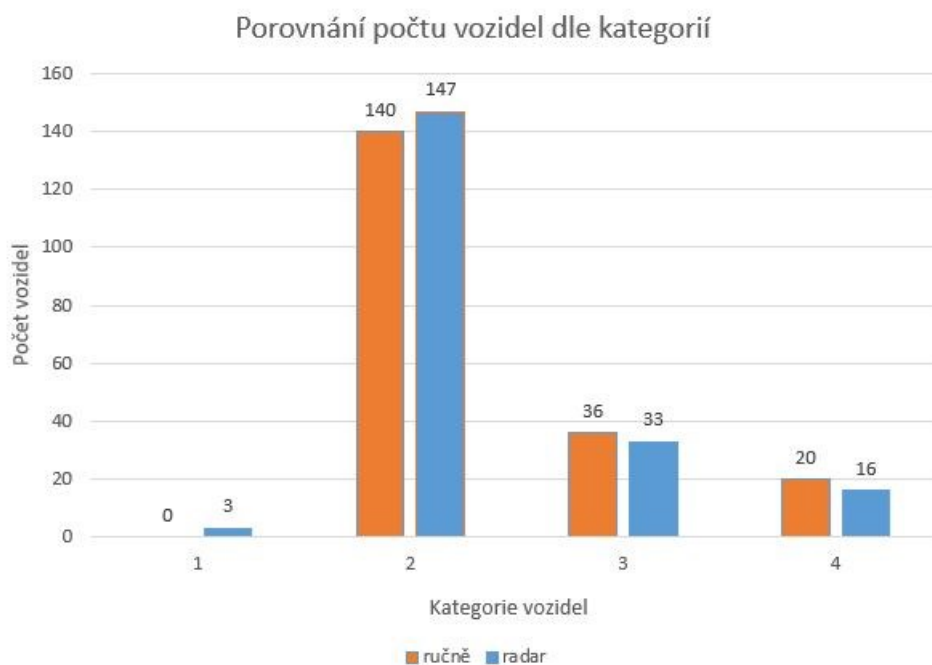
Sčítání radarem			Ruční sčítání		
Kategorie	Počet	Směr Konecchlumí – Ostroměř	Kategorie	Počet	Směr Konecchlumí – Ostroměř
1	7		1	0	
2	103		2	82	
3	33		3	31	
4	24		4	46	
Celkem 167 vozidel			Celkem 159 vozidel		

Tabulka 9 Naměřená data pro druhý úsek

Sčítání radarem			Ruční sčítání		
Kategorie	Počet	Směr Blešno – Týniště nad Orlicí	Kategorie	Počet	Směr Blešno – Týniště nad Orlicí
1	3		1	0	
2	147		2	140	
3	33		3	36	
4	16		4	20	
Celkem 199 vozidel			Celkem 196 vozidel		



Obrázek 18 Grafické porovnání počtu vozidel pro první úsek



Obrázek 19 Grafické porovnání počtu vozidel pro druhý úsek

Z hodnot je viditelné, že radarový detektor měl problém detekovat kategorií 4. Neboť nákladní automobily z části měřil jako dvě rozdílná vozidla o různé kategorii, kdy nejprve změřil kabinu nákladního vozidla a tu vyhodnotil jako jednostopé vozidlo (kategorie 1) a poté

změřil návěs. Tím došlo k tom, že radar ve výsledku naměřil mnohem více vozidel za dané časové období (půl hodina).

Jednoduchým a pro tento účel dostačujícím způsobem byl proveden výpočet intenzit dopravy. Intenzita celková i jednotlivých kategorií se stanovuje jako poměr počtu vozidel, který projel daným profilem komunikace za určité časové období, tj. pro tuto kalibraci jedna hodina.

Tabulka 10 Intenzity dopravy pro první úsek

Intenzita dopravy z radarového sčítání			Intenzita dopravy z ručního sčítání		
I_{1S}	14	[voz/hod]	I_{1R}	0	[voz/hod]
I_{2S}	206		I_{2R}	164	
I_{3S}	66		I_{3R}	62	
I_{4S}	48		I_{4R}	92	
I_S	334		I_R	318	

Tabulka 11 Intenzity dopravy pro druhý úsek

Intenzita dopravy z radarového sčítání			Intenzita dopravy z ručního sčítání		
I_{1S}	6	[voz/hod]	I_{1R}	0	[voz/hod]
I_{2S}	294		I_{2R}	280	
I_{3S}	66		I_{3R}	72	
I_{4S}	32		I_{4R}	40	
I_S	398		I_R	392	

Vyhodnocování je prováděno z celkové intenzity dopravy obou úseků a z intenzity dopravy kategorie 4 u prvního úseku a kategorie 2 u druhého úseku. Protože skladba provozu na prvním úseku v obci Konecchlumí se zakládá spíše na nákladní dopravě, zatímco úsek v obci Blešno se zakládá na kategorii 2.

Vyhodnocení kategorie 4 (první úsek)

Na základě nízké intenzity provozu volím pro radarový detektor normu 95 % úspěšnosti. Tím chci stanovit, že přesnost měření detektoru je minimálně 95 % [22].

- Ruční sčítání: 92 vozidel za hodinu

- Radarové sčítání: 48 vozidel za hodinu
- Rozdíl: 44 (absolutní odchylka)
- Odchylka: **47,83 %** (relativní odchylka)
 - (odchylka = poměr rozdílu a ručního sčítání, násobeno 100)*
- o Testovaná odchylka (naše norma): 5,00 %
- o Průměr: 0,4783
 - (průměr = poměr rozdílu a ručního sčítání)*
- o Rozptyl: 0,2495
 - (rozptyl = průměr násobený rozdílem hodnoty jedna a též průměru)*
- o Testovací statistika: 8,223

Po použití tabulek kritických hodnot studentova T-rozdělení (-1,986; 1,986) [22] je zjištěno, že hodnota testovací statistiky není v přípustné oblasti. Proto nulovou hypotézu zamítáme. Úspěšnost radarového měření se statisticky liší od hodnoty 0,95 (chybovost 0,05). Radar prokazatelně nesplňuje normu.

Vyhodnocení kategorie 2 (druhý úsek)

Na základě nízké intenzity provozu volím pro radarový detektor normu 95 % úspěšnosti. Tím chci stanovit, že přesnost měření detektoru je minimálně 95 % [22].

- Ruční sčítání: 280 vozidel za hodinu
- Radarové sčítání: 294 vozidel za hodinu
- Rozdíl: 14 (absolutní odchylka)
- Odchylka: **5,00 %** (relativní odchylka)
 - (odchylka = poměr rozdílu a ručního sčítání, násobeno 100)*
- o Testovaná odchylka (naše norma): 5,00 %
- o Průměr: 0,050
 - (průměr = poměr rozdílu a ručního sčítání)*
- o Rozptyl: 0,0475
 - (rozptyl = průměr násobený rozdílem hodnoty jedna a též průměru)*
- o Testovací statistika: 0

Po použití tabulek kritických hodnot normovaného normálního rozdělení (-1,96; 1,96) [22] je zjištěno, že hodnota testovací statistiky je v přípustné oblasti. Proto nulovou hypotézu nezamítáme. Úspěšnost radarového měření se statisticky neliší od hodnoty 0,95 (chybovost 0,05). Radar splňuje normu, tj. 95 % přesnost.

Vyhodnocení celkové intenzity dopravy pro první úsek

Na základě nízké intenzity provozu volím pro radarový detektor normu 95 % úspěšnosti. Tím chci stanovit, že přesnost měření detektoru je minimálně 95 % [22].

- Ruční sčítání: 318 vozidel za hodinu
- Radarové sčítání: 334 vozidel za hodinu
- Rozdíl: 16 (absolutní odchylka)
- Odchylka: **5,03 %** (relativní odchylka)
(odchylka = poměr rozdílu a ručního sčítání, násobeno 100)
- o Testovaná odchylka (naše norma): 5,00 %
- o Průměr: 0,0503
(průměr = poměr rozdílu a ručního sčítání)
- o Rozptyl: 0,0478
(rozptyl = průměr násobený rozdílem hodnoty jedna a též průměru)
- o Testovací statistika: 0,0257

Po použití tabulek kritických hodnot normovaného normálního rozdělení (-1,96; 1,96) [22] je zjištěno, že hodnota testovací statistiky je v přípustné oblasti. Proto nulovou hypotézu nezamítáme. Úspěšnost radarového měření se statisticky neliší od hodnoty 0,95 (chybovost 0,05). Radar splňuje normu, tj. 95 % přesnost.

Vyhodnocení celkové intenzity dopravy pro druhý úsek

Na základě nízké intenzity provozu volím pro radarový detektor normu 95 % úspěšnosti. Tím chci stanovit, že přesnost měření detektoru je minimálně 95 % [22].

- Ruční sčítání: 392 vozidel za hodinu
- Radarové sčítání: 398 vozidel za hodinu
- Rozdíl: 6 (absolutní odchylka)
- Odchylka: **1,53 %** (relativní odchylka)
(odchylka = poměr rozdílu a ručního sčítání, násobeno 100)
- o Testovaná odchylka (naše norma): 5,00 %
- o Průměr: 0,0153
(průměr = poměr rozdílu a ručního sčítání)
- o Rozptyl: 0,0151

(rozptyl = průměr násobený rozdílem hodnoty jedna a též průměru)

- Testovací statistika: -5,595

Po použití tabulek kritických hodnot normovaného normálního rozdělení (-1,96; 1,96) [22] je zjištěno, že hodnota testovací statistiky není v přípustné oblasti. Proto nulovou hypotézu zamítáme. Úspěšnost radarového měření se statisticky liší od hodnoty 0,95 (chybovost 0,05), úspěšnost je vyšší. Radar splňuje normu, tj. 95 % přesnost.

Už jen při porovnání odchylek je zřejmé, že u prvního úseku jsou větší nepřesnosti měření. Statistické vyhodnocení obou měřených úseků poukazuje na to, že radarový detektor SR4 má relevantnější výsledky pro měření kratších vozidel, například jako je kategorie 2.

4.1.3. Třetí kalibrace – Rychlost vozidel

Třetí kalibrace byla provedena za účelem zjištění, jak rychlost vozidel ovlivňuje přesnost měření radaru. Proto tato kalibrace byla realizována na dvou úsecích s rozdílnou maximální povolenou rychlostí.

První měřený úsek je stejný jako v kapitole 4.1.2., jedná se o silnici I/35 v obci Blešno s maximální povolenou rychlostí 50 km/h. Tuto rychlost překročilo 53 % projíždějících vozidel.

Druhé měření proběhlo též na silnici I/35 a to v čase 12:00 až 12:30, avšak mimo obec Blešno s maximální povolenou rychlostí 90 km/h. A tuto rychlost překročilo pouze 36 % vozidel.



Obrázek 20 Lokalizace měřeného profilu komunikace (mezi Blešnem a Třebechovici pod Orebem) [21]

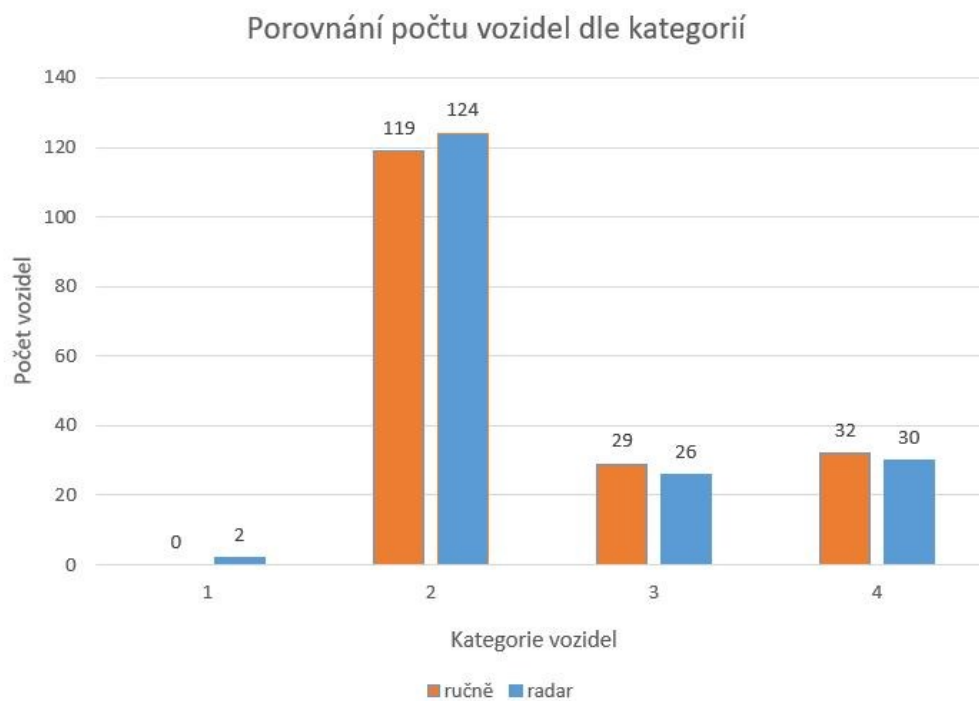
Radar se jako v předchozích případech připevnil na kruhovou tyč Ø 60 mm stávajícího svislého dopravního značení ve výšce 1 metru nad vozovkou, pro vhodné snímání ploch

vozidel. A ve vzdálenosti 1,0 metru od přilehlého jízdního pruhu pod úhlem 30° vůči ose komunikace. Z důvodu bezpečnosti nebyly pořízeny fotografie.

Data

Tabulka 12 Naměřená data pro úsek s vyšší rychlostí vozidel

Sčítání radarem			Ruční sčítání		
Kategorie	Počet	Směr Blešno – Třebechovice pod Orebem	Kategorie	Počet	Směr Blešno – Třebechovice pod Orebem
1	2		1	0	
2	124		2	119	
3	26		3	29	
4	30		4	32	
Celkem 182 vozidel		Celkem 180 vozidel			



Obrázek 21 Grafické porovnání počtu vozidel pro úsek s vyšší rychlostí

Tabulka 13 Intenzity dopravy pro úsek s vyšší rychlostí vozidel

Intenzita dopravy z radarového sčítání			Intenzita dopravy z ručního sčítání		
I_{1S}	4	[voz/hod]	I_{1R}	0	[voz/hod]
I_{2S}	248		I_{2R}	238	
I_{3S}	52		I_{3R}	58	
I_{4S}	60		I_{4R}	64	
I_S	364		I_R	360	

Vyhodnocení kategorie 2

Na základě nízké intenzity provozu volím pro radarový detektor normu 95 % úspěšnosti. Tím chci stanovit, že přesnost měření detektoru je minimálně 95 % [22].

- Ruční sčítání: 238 vozidel za hodinu
- Radarové sčítání: 248 vozidel za hodinu
- Rozdíl: 10 (absolutní odchylka)
- Odchylka: **4,20 %** (relativní odchylka)
(*odchylka = poměr rozdílu a ručního sčítání, násobeno 100*)
- o Testovaná odchylka (naše norma): 5,00 %
- o Průměr: 0,042
(*průměr = poměr rozdílu a ručního sčítání*)
- o Rozptyl: 0,0403
(*rozptyl = průměr násobený rozdílem hodnoty jedna a též průměru*)
- o Testovací statistika: -0,614

Po použití tabulek kritických hodnot normovaného normálního rozdělení (-1,96; 1,96) [22] je zjištěno, že hodnota testovací statistiky je v přípustné oblasti. Proto nulovou hypotézu nezamítáme. Úspěšnost radarového měření se statisticky neliší od hodnoty 0,95 (chybovost 0,05). Radar splňuje normu, tj. 95 % přesnost.

Vyhodnocení celkové intenzity úseku s vyšší rychlostí vozidel

Na základě nízké intenzity provozu volím pro radarový detektor normu 95 % úspěšnosti. Tím chci stanovit, že přesnost měření detektoru je minimálně 95 % [22].

- Ruční sčítání: 360 vozidel za hodinu
- Radarové sčítání: 364 vozidel za hodinu

- Rozdíl: 4 (absolutní odchylka)
- Odchylka: **1,11 %** (relativní odchylka)
(*odchylka = poměr rozdílu a ručního sčítání, násobeno 100*)
- o Testovaná odchylka (naše norma): 5,00 %
- o Průměr: 0,011
(*průměr = poměr rozdílu a ručního sčítání*)
- o Rozptyl: 0,011
(*rozptyl = průměr násobený rozdílem hodnoty jedna a též průměru*)
- o Testovací statistika: -7,039

Po použití tabulek kritických hodnot normovaného normálního rozdělení (-1,96; 1,96) [22] je zjištěno, že hodnota testovací statistiky není v přípustné oblasti. Proto nulovou hypotézu zamítáme. Úspěšnost radarového měření se statisticky liší od hodnoty 0,95 (chybovost 0,05), úspěšnost je vyšší. Radar splňuje normu, tj. 95 % přesnost.

4.1.4. Vyhodnocení

Po naměřených hodnotách z jednotlivých kalibrací a statistickém vyhodnocení je jasné, že radarový detektor SR4 pro analýzu silničního provozu má nejlepší přesnost při ideálních podmínkách, které lze ovlivnit instalací radaru.

Pro vhodné stanovení kategorií vozidel musí radar správně změřit délku projíždějícího vozidla a tu stanovuje na základě vhodného natočení přístroje vůči ose komunikace. Po kalibraci je zjištěno, že úhel, který splňuje ideální podmínky je 30 stupňů. Jiný úhel relativně zkresluje délku vozidel.

Skladba provozu na PK má také vliv na správnost měření. Podle statistických dat je poukázáno na to, že nejpřesněji stanovuje kategorii 2 a s kategorií 4 má potíže. Například ve dvou nebo třech případech byly skříňové nákladní automobily naměřeny jako dvě různá vozidla první a druhé kategorie.

Poslední kalibrace se zabývala rychlostí provozu. Podle relativní odchylky z celkové intenzity u jednotlivých úseků lze stanovit, že úsek s vyšší rychlostí má lepší statistické vyhodnocení. Rozdíly odchylek mezi úseky s vyšší a nižší rychlostí jsou pro celkovou intenzitu 0,42 % a pro druhou kategorii 0,80 %. Přičemž relativní odchylka pro úsek s vyšší rychlostí pro celkovou intenzitu činí 4,20 % a pro druhou kategorii činí 1,11 %. To znamená, že nejlépe měří osobní vozidla s vyšší rychlostí.

4.2. Sběr poruch

Identifikace poruch se realizuje sběrem, který lze rozdělit podle kapitoly 3.3. na různé metody.

V této bakalářské práci byla za účelem sběru poruch a jejich klasifikace provedena pěší vizuální prohlídka s grafickým záznamem do formuláře. Prohlídka byla zvolena, protože se jedná o detailní způsob záznamu a je z technologických možností dostupná. Vizuální prohlídka byla provedena pro každý jízdní pruh.

Formulář obsahuje identifikační údaje o zkoumané komunikaci a graficky znázorněné poruchy vozovky, které jsou v měřítku a rozděleny podle staničení. Na obrázku 23 je nevyplněný formulář, který byl použit pro oba úseky.

Poruchy vozovek byly foceny mobilním telefonem značky iPhone 7 s fotoaparátem 12 Mpx – Tento mobilní telefon byl použit pro všechna focení.

Všechny graficky zaznamenané poruchy musejí mít stanovený směr sběru [12]. Jelikož se jedná o silnice I. třídy, byl použit uzlový lokalizační systém (ULS), který byl převzat z digitální mapy ŘSD ČR [23].

Staničení poruch bylo měřeno digitálním měřícím kolečkem značky Professional DMW 100.



Obrázek 22 Měřící kolečko DMW 100

FORMULÁŘ PRO GRAFICKÝ ZÁZNAM PORUCH PŘI PĚŠÍ POCHŮZCE						
Číslo silnice:	Název lokality/okres:	Datum:	Strana:			
		Celkem listů:				
Číslo úseku uzlového lokalizačního systému:			Název firmy (osoby) provádějící sběr:			
Staničení zač. měření [km]:	Stan. konce měření [km]:	Délka měření [km]:	Směr měření:			
		Měřený pruh:				
Šířka zpevněné části vozovky [m]:	Šířka chodníku [m]:	Levý	Pravý	Šířka zpevněné krajnice [m]:	Levá	Pravá
Druh povrchu vozovky: nezo. Krajnice: nezo. chodníku:						

Obrázek 23 Formulář pro sběr poruch

Jednotlivé poruchy vozovek se vyhodnocovaly podle katalogových listů z TP 82 [12].

Pro vyhodnocení stavu vozovky z hlediska procentuálního zastoupení poruch vůči ploše jednotlivých dílčích úseků (po 30 metrech) je velmi důležité stanovit návrhovou úroveň porušení (D0, D1, D2) tj. Tabulka 14 a díky které lze z Tabulky 15 „Klasifikační zatřídění skupin poruch vozovek“ určit klasifikační stupně. A na základě určených klasifikačních stupňů se plánuje údržba a oprava, nebo lokální běžná údržba [5].

Tabulka 14 Návrhová úroveň porušení vozovky [5]

Návrhová úroveň porušení vozovky	Zatřídění PK ČSN 73 6101, ČSN 73 6110	Očekávaná třída dopravního zatížení ČSN 73 6114, Z1
D0	Dálnice, rychlostní silnice, rychlostní místní komunikace, silnice I. třídy	S, I, II, III
D1	Silnice II. a III. třídy, sběrné místní komunikace, obslužné místní komunikace, odstavňé a parkovací plochy	III, IV, V a VI
D2	Obslužné místní komunikace, nemotoristické komunikace, odstavňé a parkovací plochy	V, VI
	Dočasné komunikace a účelové komunikace	IV až VI

Tabulka 15 Klasifikační zatřídění rozsahu skupin poruch vozovek [5]

Skupina poruch podle TP 82	Pozn.	Připustné % porušené plochy v závislosti na návrhové úrovni porušení D pro														
		přejímku			běžnou údržbu						údržbu a opravu					
		1 ^a			2 ^{a, b}			3 ^a			4 ^a			5 ^a		
		D0	D1	D2	D0	D1	D2	D0	D1	D2	D0	D1	D2	D0	D1	D2
Ztráta asfaltového tmelu a kaverny v obrusné vrstvě	1	0	0	0	1	3	5	5	10	20	10	25	50	>10	>25	>50
Ztráta makrotextury (pocení, vystoupení tmelu)		0	0	0	1	3	5	5	10	20	10	25	50	>10	>25	>50
Koroze kalové vrstvy, ztráta kameniva z nátěru	2	0	0	0	1	3	5	5	10	20	10	25	50	>10	>25	>50
Hloubková koroze obrusné vrstvy		0	0	0	1	1	3	2	5	10	5	10	20	>5	>10	>20
Výtluky	3	0	0	0	0	0,1	0,5	0	0,3	1	0	0,5	1	>0	>0,5	>1
Vysprávký		0	0	0	0,1	3	5	1	10	15	5	20	30	>5	>20	>30
Trhliny úzké, nepravidelné a mozaikové		0	0	0	1	3	5	2	5	15	5	15	30	>5	>15	>30
Trhliny široké příčné (četnost na 100 m délky)		0	0	0	1	2	5	2	5	10	5	10	20	>5	>10	>20
Trhliny rozvětvené (četnost na 100 m délky)	4	0	0	0	0	1	2	1	2	5	3	5	10	>3	>5	>10
Trhliny síťové		0	0	0	0	1	3	0,5	3	10	2	10	20	>2	>10	>20
Poklesy, místní, příčné a podélné hrboły, plošné deformace vozovky	5	0	0	0	0	1	3	1	3	10	3	10	20	>3	>10	>20
Prolomení vozovky		0	0	0	0	0	0	0	0,1	1	0,1	1	5	>0,1	>1	>5
Poznámky																
1	Chyba při výrobě a pokládce směsi (viz TP 82) – porucha neovlivňuje provozní způsobilost, o údržbě a opravě rozhoduje kvalitativní vývoj, vývoj k hloubkové korozi, výtlukům a vysprávkám.															
2	O údržbě nebo opravě povrchu zkorodovaného EKZ, EMK nebo uvolněného kameniva z nátěru rozhoduje snížení protismykových vlastností nebo hloubková koroze povrchu.															
3	Výtluky jsou na komunikacích v návrhové úrovni D0 nepřipustné, potřeba údržby nebo opravy je dána plochou vysprávek.															
4	Rozvětvené trhliny lze započítat do rozsahu síťových trhlin v ploše dané šířkou vozovky a šířkou rozvětvené trhliny (obvykle 1 m).															
5	Poruchy konstrukce, jejich výskyt vede k opravám zesílením, recyklací a rekonstrukcí, je nutný diagnostický průzkum.															
^a	Klasifikační stupeň.															
^b	Maximální přípustné hodnoty v záruční době – odstraňuje zhotovitel.															

4.3. Konstrukce vozovky

Například vhodným podkladem pro zjištění příčin poruch a stanovení návrhu ÚaO vozovek PK jsou odběry vzorků vrstev vozovky, které lze získat z vrтанých a kopaných sond [5].

Vrтанé sondy se provádí za účelem zjištění a stanovení skladby konstrukce a podloží vozovky [24].

Pro tuto bakalářskou práci byly získány právě podklady s dvěma úseky silnic I. třídy, ve kterých jsou provedeny tyto průzkumy na celou tloušťku konstrukce vozovky. Jedná se o silnice v obci Lázně Bohdaneč [25] a v obci Kočí [26]. Průzkum obou komunikací poskytla a prováděla společnost DSP a.s. [24].

V následujících obrázcích (obr. 24, 25, 26) jsou popsány a schematicky znázorněny jednotlivé konstrukční vrstvy vycházející z jádrových vrtů. Každý jádrový vrt je definován podle staničení na určité PK v dané obci.

Vzorek 1

STANIČENÍ km 0,117 00

Kce vozovky:

40 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
50 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
50 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
separace vrstev	
180 mm S	Směs stmelená hydraulickými pojivy
200 mm ŠP	Štěrkopísek (frakce 0/4)
celkem = 520mm	



Vzorek 2

STANIČENÍ km 0,332 00

Kce vozovky:

40 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
35 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
45 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
60 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
separace vrstev	
60 mm S	Směs stmelená hydraulickými pojivy
320 mm Š	Štěrk (frakce 16/32)
celkem = 560 mm	

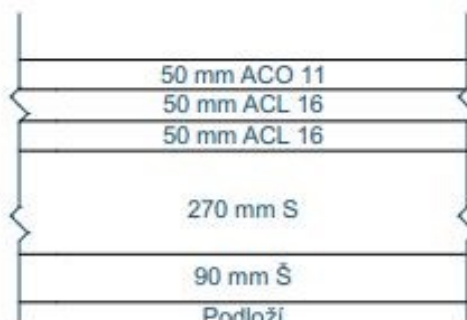


Vzorek 3

STANIČENÍ km 0,593 00

Kce vozovky:

50 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
50 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
50 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
separace vrstev	
270 mm S	Směs stmelená hydraulickými pojivy
90 mm Š	Štěrk (frakce 8/16)
celkem = 510 mm	



Vzorek 4

STANIČENÍ km 0,804 00

Kce vozovky:

50 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
60 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
80 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
separace vrstev	
170 mm S	Směs stmelená hydraulickými pojivy
separace vrstev	
80 mm S	Směs stmelená hydraulickými pojivy
90 mm Š	Štěrk (frakce 8/16)
celkem = 530 mm	



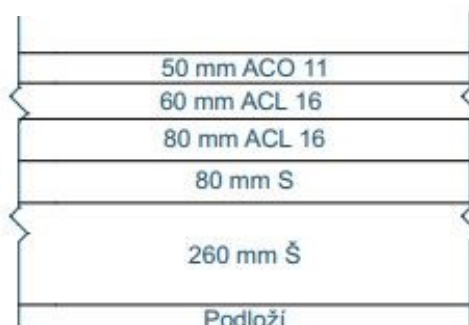
Obrázek 24 Konstrukce vozovky na úseku 1 - Lázně Bohdaneč (1/2)

Vzorek 5

STANIČENÍ km 1,106 00

Kce vozovky:

50 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
60 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
80 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
80 mm S	Směs stmelená hydraulickými pojivy
260 mm Š	Štěrk (frakce 8/16)
celkem = 530mm	

**Vzorek 6**

STANIČENÍ km 1,314 00

Kce vozovky:

40 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
40 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
25 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
30 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
35 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
separace vrstev	
50 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
60 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
240 mm Š	Štěrk (frakce 16/32)
celkem = 520 mm	

**Vzorek 7**

STANIČENÍ km 1,587 00

Kce vozovky:

40 mm ACO 8	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
50 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
40 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
separace vrstev	
40 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
100 mm PM	Penetrace makadam
300 mm Š	Štěrk (frakce 8/32)
celkem = 550 mm	

**Vzorek 8**

STANIČENÍ km 1,867 00

Kce vozovky:

50 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
60 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
separace vrstev	
60 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
30 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
50 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
110 mm DL	Dlažba (žulová kostka)
240 mm ŠP	Štěrkopísek (frakce 0/16)
celkem = 600 mm	



Obrázek 25 Konstrukce vozovky na úseku 1 - Lázně Bohdaneč (2/2)

Vzorek 1

STANIČENÍ km 0,124 00

Kce vozovky:

60 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
70 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
separace vrstev	
160 mm SC	Směs stmelená hydraulickými pojivy
100 mm Š	Štěrk (frakce 0/32, zahliněno)
celkem = 390 mm	

**Vzorek 2**

STANIČENÍ km 0,273 00

Kce vozovky:

45 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
65 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
110 mm SC	Směs stmelená hydraulickými pojivy
180 mm Š	Štěrk (frakce 0/32, zahliněno)
celkem = 400 mm	

**Vzorek 3**

STANIČENÍ km 0,360 00

Kce vozovky:

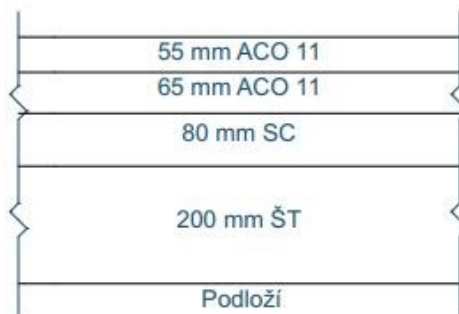
50 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
70 mm ACL 16	Asfaltový beton pro ložní vrstvy
190 mm SC	Směs stmelená hydraulickými pojivy
celkem = 310 mm	

**Vzorek 4**

STANIČENÍ km 0,488 00

Kce vozovky:

55 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
65 mm ACO 11	Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
80 mm SC	Směs stmelená hydraulickými pojivy
200 mm ŠT	Štět
celkem = 400 mm	

**Obrázek 26** Konstrukce vozovky na úseku 2 – Kočí

4.4. Stanovení dopravního zatížení z radarového detektoru SR4

Jelikož radarový detektor SR4 je schopen rozlišit pouze 4 základní druhy projíždějících vozidel, tak byl použit způsob, který dokáže převést naměřená data z detektoru na základní druhy silničních vozidel dle CSD a tím lze stanovit průměrné denní intenzity provozu všech nákladních vozidel (TNV).

A to způsobem, že se radarový detektor Sierzega SR4 umístil na dobu 24 hodin na zkoumaný úsek 1 (Lázně Bohdaneč) a úsek 2 (Kočí), kde sčítal projíždějící vozidla v obousměrném provozu. Během té doby, při dopravní špičce bylo provedeno ruční sčítání po dobu jedné hodiny.

Z hodinového ručního sčítání v dopravní špičce se provedlo procentuální rozdělení vozidel na určitou skladbu provozu.

Toto procentuální rozdělení se aplikovalo na zjištěný počet projetých vozidel za období 24 hodin (měřeno radarem).

Ve výsledku byla stanovena skladba provozu z měřicího radaru a podle vzorce [11] byla vypočtena hodnota TNV [voz/den].

Tabulka 16 Převod kategorie z radaru na druhy vozidel dle CSD

Kategorie z detektoru SR4	1		2	3		4							
Značení vozidel dle CSD	C	M	O	LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP

$$TNV = 0,10*LN + 0,90*SN + 1,90*SNP + TN + 2,00*TNP + 2,30*NSN + A + AK$$

- LN = lehká nákladní vozidla bez přívěsu i s přívěsy (do 3,5 tun)
- SN = střední nákladní vozidla bez přívěsu (3,5 až 10 tun)
- SNP = střední nákladní vozidla s přívěsy (3,5 až 10 tun)
- TN = těžká nákladní vozidla bez přívěsu (nad 10 tun)
- TNP = těžká nákladní vozidla s přívěsy (nad 10 tun)
- NSN = návěsové soupravy nákladních vozidel
- A = autobusy
- AK = kloubové autobusy

Primárním výsledkem je, kolik vozidel projelo zkoumanými úseky od doby poslední rekonstrukce. V Lázních Bohdaneč byla provedena poslední rekonstrukce vozovky v roce 2009 [19] a s největší pravděpodobností byla provedena ve stejném roce i v obci Kočí 2009 (dle starosty obce). Nepodařilo se dohledat záznamy o poslední rekonstrukci [26].

Celkový počet vozidel, který projel měřenými úseky za období od poslední rekonstrukce vozovky (2009) do současnosti (2021) stanovují dvěma způsoby:

- Pomocí vlastního měření a naměřených dat z CSD
- Pomocí jednotného součinitele vývoje [4]

Metoda jednotného součinitele vývoje vychází z koeficientů vývoje intenzit dopravy [4], které se stanovují na základě výchozí intenzity dopravy [8], typu komunikace – typ I a na poloze území – do 20 km od krajského města (viz. obrázek 27).

Koeficienty vývoje intenzit dopravy

Pardubický kraj

A - Osobní vozidla

kategorie silnice		dálnice		I. třída		II. Třída		III. Třída	
vzdál. od kr. města		do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km
časový horizont	2016	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	2020	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
	2025	1,12	1,12	1,13	1,12	1,12	1,12	1,12	1,11
	2030	1,17	1,17	1,18	1,17	1,17	1,16	1,17	1,16
	2035	1,20	1,20	1,21	1,20	1,20	1,19	1,20	1,18
	2040	1,22	1,22	1,23	1,21	1,22	1,19	1,22	1,19
	2045	1,23	1,23	1,24	1,21	1,22	1,19	1,23	1,18
	2050	1,23	1,23	1,24	1,21	1,23	1,19	1,23	1,18
	2055	1,23	1,23	1,24	1,19	1,22	1,17	1,22	1,16

B - Lehká nákladní vozidla

kategorie silnice		dálnice		I. třída		II. Třída		III. Třída	
vzdál. od kr. města		do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km
časový horizont	2016	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	2020	1,09	1,09	1,08	1,08	1,09	1,08	1,09	1,08
	2025	1,20	1,20	1,19	1,18	1,19	1,18	1,18	1,18
	2030	1,32	1,32	1,31	1,33	1,30	1,31	1,30	1,31
	2035	1,40	1,40	1,39	1,39	1,38	1,38	1,37	1,38
	2040	1,45	1,45	1,45	1,44	1,43	1,42	1,42	1,42
	2045	1,50	1,50	1,50	1,48	1,48	1,46	1,47	1,46
	2050	1,55	1,55	1,54	1,51	1,52	1,49	1,51	1,49
	2055	1,58	1,58	1,57	1,53	1,55	1,51	1,54	1,50

C - Těžká vozidla

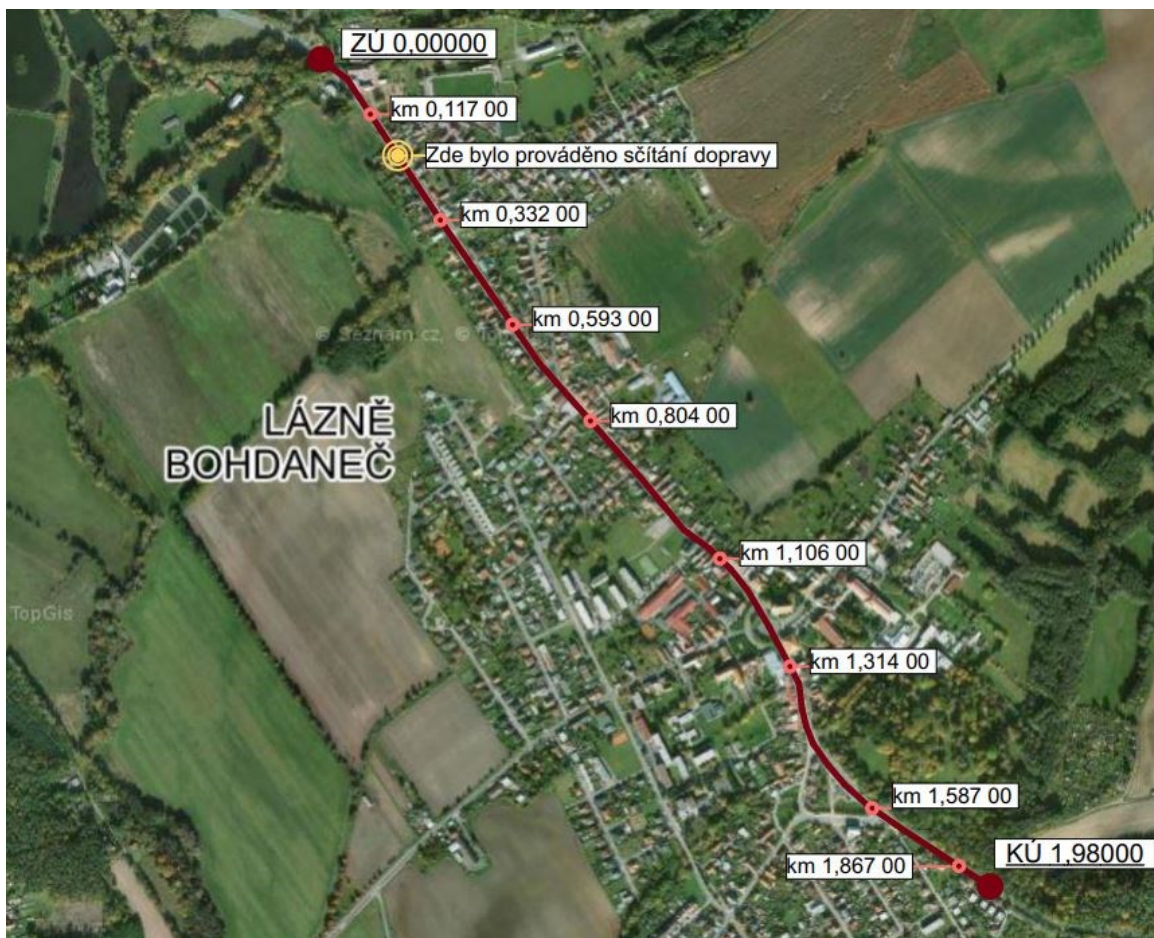
kategorie silnice		dálnice		I. třída		II. Třída		III. Třída	
vzdál. od kr. města		do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km	do 20 km	nad 20 km
časový horizont	2016	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	2020	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02
	2025	1,07	1,07	1,06	1,06	1,07	1,06	1,06	1,05
	2030	1,11	1,11	1,10	1,09	1,10	1,09	1,10	1,08
	2035	1,15	1,15	1,14	1,13	1,13	1,11	1,13	1,11
	2040	1,18	1,18	1,17	1,15	1,16	1,13	1,16	1,13
	2045	1,21	1,21	1,20	1,18	1,18	1,15	1,18	1,14
	2050	1,24	1,24	1,22	1,20	1,20	1,17	1,20	1,16
	2055	1,26	1,26	1,24	1,21	1,21	1,18	1,21	1,17

Obrázek 27 Koeficienty vývoje intenzit dopravy [4]

5. SČÍTÁNÍ DOPRAVY

5.1. Úsek 1

Úsek 1 je komunikace I/36 ve staničení km 15,152 – 17,132 v obci Lázně Bohdaneč, okres Pardubice, Pardubický kraj. Jeho délka je 1,980 km [25]. Tato silnice je významných tranzitním spojem mezi dálnicí D11, Pardubicemi a Holicemi, kde se napojuje na silnici I/35. Celková délka silnice I/36 činí 59,570 km [26]. Na tomto úseku bylo provedeno 8 jádrových vrtů o $\varnothing 150$ mm, které slouží k určení konstrukce vozovky v jednotlivých částech komunikace [25].



Obrázek 28 Lokalizace zkoumaného úseku 1 [21]

5.1.1. Měření

Sčítání dopravy na úseku 1 v obci Lázně Bohdaneč bylo realizováno dvěma vlastními průzkumy.

Jeden byl proveden jako ruční sčítání dopravy po dobu jedné hodiny během dopravní špičky a druhý byl proveden pomocí automatického technického prostředku, respektive radarového detektoru SR4, a to po dobu 24 hodin.

Bohužel výsledky z ručního i radarového měření jsou ovlivněny epidemiologickou situací, která probíhá na celém území České republiky. Podle provedené statistiky od Českého hydrometeorologického ústavu v Brně doprava v ČR klesla v průměru o 30-40 % [27].

Tabulka 17 Hodnoty z ručního sčítání – Lázně Bohdaneč

Ruční sčítání				
Značení vozidel dle CSD	Směr			Procentuální zastoupení
	Lázně B.- Bukovka	Bukovka- Lázně B	Součet	
LN	13	9	22	5 %
SN	12	12	24	6 %
SNP	2	1	3	1 %
TN	4	6	10	2 %
TNP	4	2	6	1 %
NSN	19	30	49	12 %
A	0	0	0	0 %
AK	0	0	0	0 %
TR	0	0	0	0 %
TRP	0	0	0	0 %
O	115	192	307	73 %
M	0	0	0	0 %
C	0	0	0	0 %
Součet	169	252	421	100 %

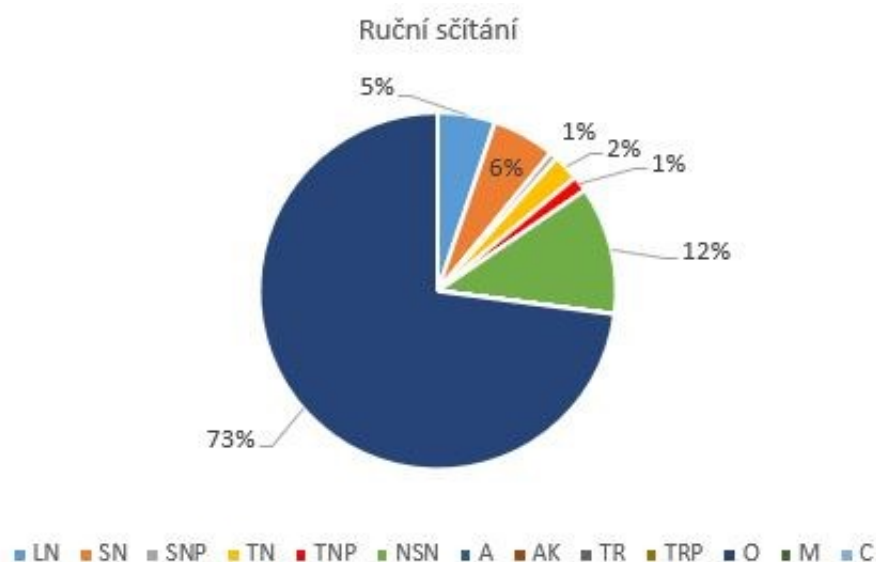
TR = traktory bez přívěsu

TRP = traktory s přívěsem

O = osobní a dodávková vozidla bez přívěsu i s přívěsem

M = jednostopá motorová vozidla

C = cyklisté



Obrázek 29 Grafické rozdělení skladby provozu na úseku 1 – Lázně Bohdaneč

Daným profilem komunikace projelo 421 vozidel všech kategorií. Měření probíhalo dne 14.04.2021 od 7:00 – 8:00, tj. ranní dopravní špička v běžný pracovní den.

Radarový detektor byl nainstalován dne 13.04.2021 v 18:00 a odinstalován dne 14.04.2021 v 18:00.

Detektor Sierzega SR4 přesně naměřil 6 914 vozidel, která projela daným profilem za dobu 24 hodin. Vozidla měla mezi sebou průměrný odstup 1,5 sekund a 49 % řidičů překročilo maximální povolenou rychlost, která činí 50 km/h.

Tabulka 18 Sčítání radarem za 24 hodin – Lázně Bohdaneč

Sčítání radarem		Obousměrný provoz
Kategorie	Počet	
1	228	
2	5050	
3	671	
4	965	
Celkem 6914 vozidel		

Tabulka 19 Převod kategorií vozidel– Lázně Bohdaneč

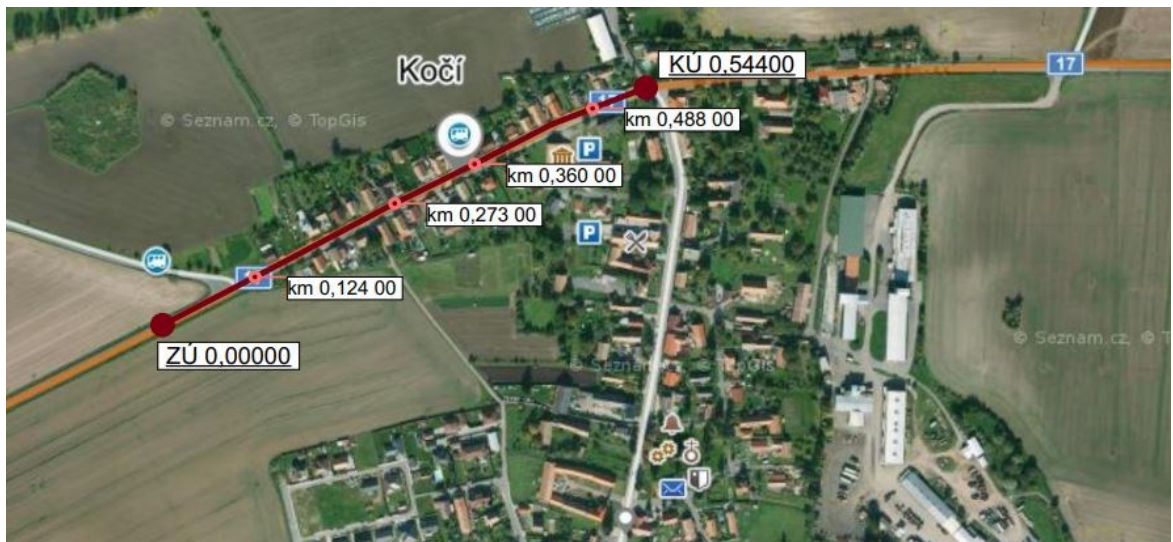
Převod kategorií vozidel			
Kategorie z detektoru SR4	Značení vozidel dle CSD	Procentuální zastoupení (ruční sčítání)	Počet vozidel se stejným % rozdělením (radar)
3	LN	5 %	346
	SN	6 %	415
4	SNP	1 %	69
	TN	2 %	138
	TNP	1 %	69
	NSN	12 %	830
	A	0 %	0
	AK	0 %	0
	TR	0 %	0
	TRP	0 %	0
2	O	73 %	5047
1	M	0 %	0
	C	0 %	0
Součet		100 %	6914



Obrázek 30 Fotografie radaru na úseku 1

5.2. Úsek 2

Úsek 2 je komunikace I/17 ve staničení km 36,632 – 37,176 v Obci Kočí, okres Chrudim, Pardubický kraj. Jeho délka je 0,554 km. Celková délka této silnice je srovnatelná s délkou I/36. Na tomto úseku též byly provedeny jádrové vrty, kterých je celkem 4 o $\varnothing 100$ mm [26].



Obrázek 31 Lokalizace zkoumaného úseku 2 [21]

5.2.1. Měření

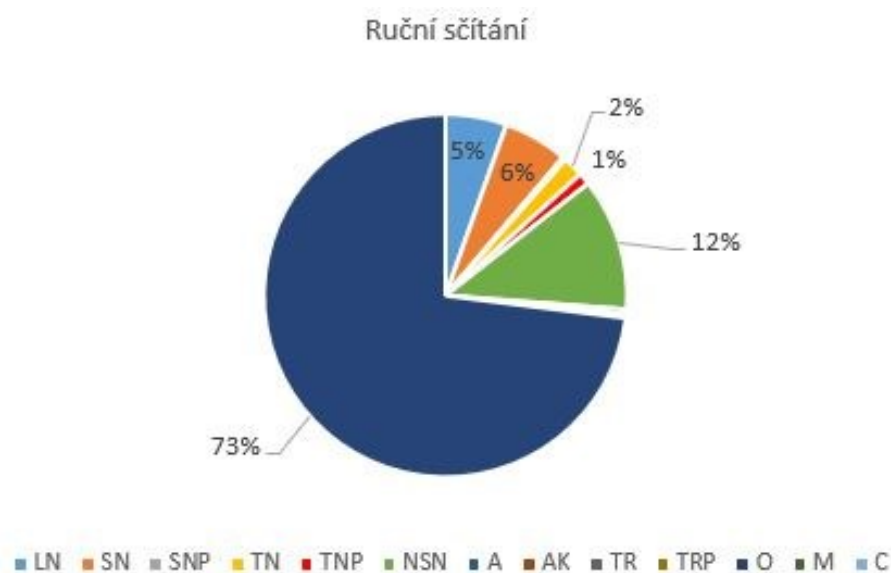
Sčítání dopravy na úseku 2 v obci Kočí bylo realizováno dvěma vlastními průzkumy.

Jeden byl proveden jako ruční sčítání dopravy po dobu jedné hodiny během dopravní špičky a druhý byl proveden pomocí automatického technického prostředku, respektive radarového detektoru SR4, a to po dobu 24 hodin.

Bohužel výsledky z ručního i radarového měření jsou ovlivněny epidemiologickou situací, která probíhá na celém území České republiky. Podle provedené statistiky od Českého hydrometeorologického ústavu v Brně doprava v ČR klesla v průměru o 30-40 % [27].

Tabulka 20 Hodnoty z ručního sčítání – Kočí

Ruční sčítání				
Značení vozidel dle CSD	Směr			Procentuální zastoupení
	Kočí- Chrudim	Chrudim- Kočí	Součet	
LN	15	21	36	5 %
SN	14	24	38	6 %
SNP	2	0	2	0 %
TN	5	7	12	2 %
TNP	5	2	7	1 %
NSN	32	46	78	12 %
A	3	0	3	1 %
AK	0	0	0	0 %
TR	0	0	0	0 %
TRP	0	2	2	0 %
O	270	212	482	73 %
M	0	0	0	0 %
C	0	0	0	0 %
Součet	346	314	660	100 %



Obrázek 32 Grafické rozdělení skladby provozu na úseku 2 – Kočí

Daným profilem komunikace projelo 660 vozidel všech kategorií. Měření probíhalo dne 15.04.2021 od 7:00 – 8:00, tj. ranní dopravní špička v běžný pracovní den.

Radarový detektor byl nainstalován dne 14.04.2021 v 19:00 a odinstalován dne 15.04.2021 v 19:00.

Detektor Sierzega SR4 přesně naměřil 9 664 vozidel, která projela daným profilem za dobu 24 hodin. Vozidla měla mezi sebou průměrný odstup 1,4 sekund a až 84 % řidičů překročilo maximální povolenou rychlost, která činí 50 km/h.

Tabulka 21 Sčítání radarem za 24 hodin – Kočí

Sčítání radarem		
Kategorie	Počet	Obousměrný provoz
1	548	
2	7215	
3	837	
4	1064	
Celkem 9 664 vozidel		

Tabulka 22 Převod kategorií vozidel – Kočí

Převod skladby provozu z ručního sčítání na hodnoty z radaru			
Kategorie z detektoru SR4	Značení vozidel dle CSD	Procentuální zastoupení (ruční sčítání)	Počet vozidel se stejným % rozdělením (radar)
3	LN	5 %	483
	SN	6 %	580
4	SNP	0 %	0
	TN	2 %	193
	TNP	1 %	97
	NSN	12 %	1160
	A	1 %	97
	AK	0 %	0
	TR	0 %	0
	TRP	0 %	0
2	O	73 %	7055
1	M	0 %	0
	C	0 %	0
Součet		100 %	9664



Obrázek 33 Fotografie radaru na úseku 2

6. SBĚR PORUCH A JEJICH KLASIFIKACE

Každá porucha má své pořadové číslo, podle kterého ji lze identifikovat. Tím se myslí, že podle pořadového čísla je možné z Tabulky 31, 32 pro úsek 1 (z Tabulky 35, 36 pro úsek 2) zjistit název poruchy, její staničení, klasifikační stupeň a podle přílohy i pořízenou fotografii.

6.1. Úsek 1

Dne 26. 4. 2021 byl proveden sběr poruch na silnici I/36 v obci Lázně Bohdaneč. Sběr probíhal v čase 16:00 – 18:00 za jasného počasí a teploty okolo 12°C. K činnosti bylo používáno digitální měřící kolečko.

Úsek 1 byl rozdělen na 16 dílčích úseků po 30 metrech, tj. celkem 480 metrů (pro jeden jízdní pruh). Z důvodu bezpečnosti nebyl posuzován celý úsek (1980 m). Poté byl proveden sběr, kde byly zjištěny poruchy, které se graficky zaznamenaly do formuláře a zatřídily podle TP 82.



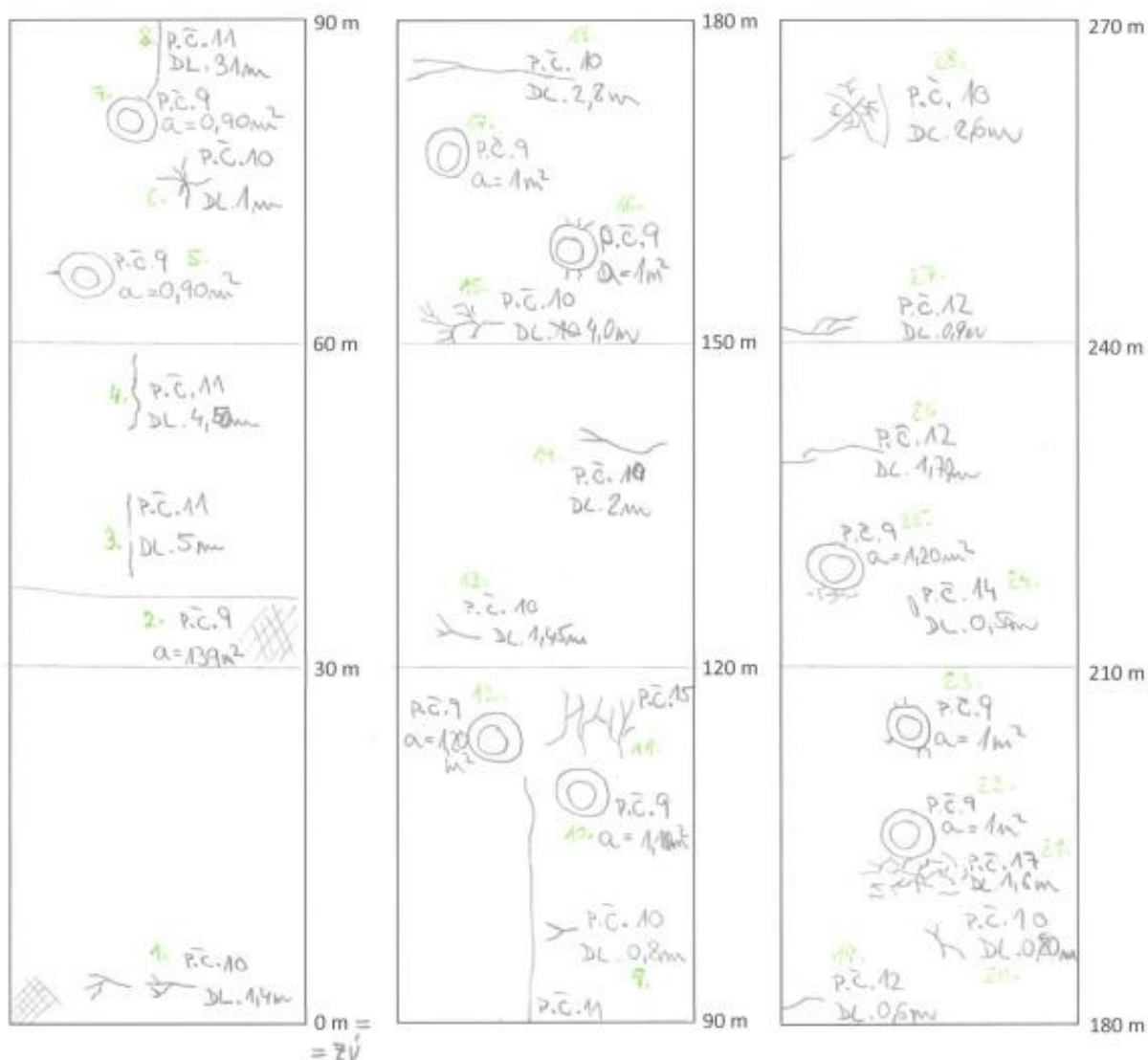
Obrázek 34 Mapový podklad – Lázně Bohdaneč [21]

Provozní staničení počátečního uzlového bodu je km 15,152 a koncového uzlového bodu je km 15,632 [23].

6.1.1. Sběr poruch

FORMULÁŘ PRO GRAFICKÝ ZÁZNAM PORUCH PŘI PĚŠÍ POCHÚZCE

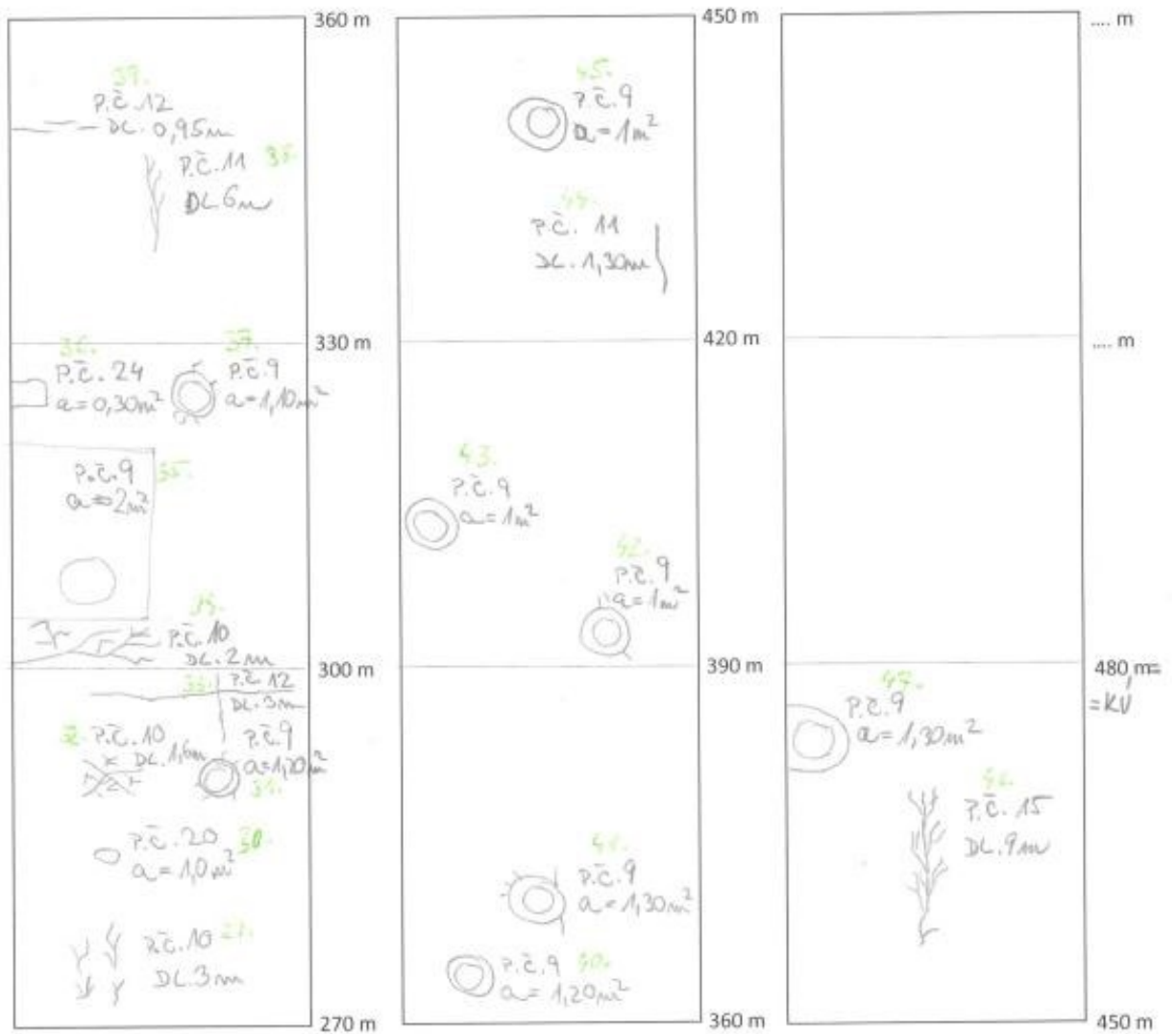
Číslo silnice: I/36	Název lokality/okres: LAŽNE BOHDANEČ, PARDUBICE	Datum: 20.4.2021	Strana: 1.
Číslo úseku uzlového lokalizačního systému: 1324A056 1324A0060A		Celkem listů: 2	
Název firmy (osoby) provádějící sběr: KAREL RAFAEL		Směr měření: BUKOVKA > L. BOHDANEČ	
Staničení zač. měření [km]: 15,15200 = 0,000 00	Stan. konce měření [km]: 0,48000	Délka měření [km]: 0,48000	Měřený pruh: LEVÝ
Šířka zpevněné části vozovky [m]: 11,5	Šířka chodníku [m]:	Levý: 2	Pravý: 2
Druh povrchu vozovky: ACO M		Šířka zpevněné krajnice [m]: Levá 0-1,5 Prává 0-1,5	
Druh povrchu chodníku: nezp. Krajnice: —		chodníku: DCAŽBA	



Obrázek 35 Formulář pro grafický záznam poruch – levý jízdní pruh úseku 1 (1/2)

FORMULÁŘ PRO GRAFICKÝ ZÁZNAM PORUCH PŘI PĚŠÍ POCHÚZCE

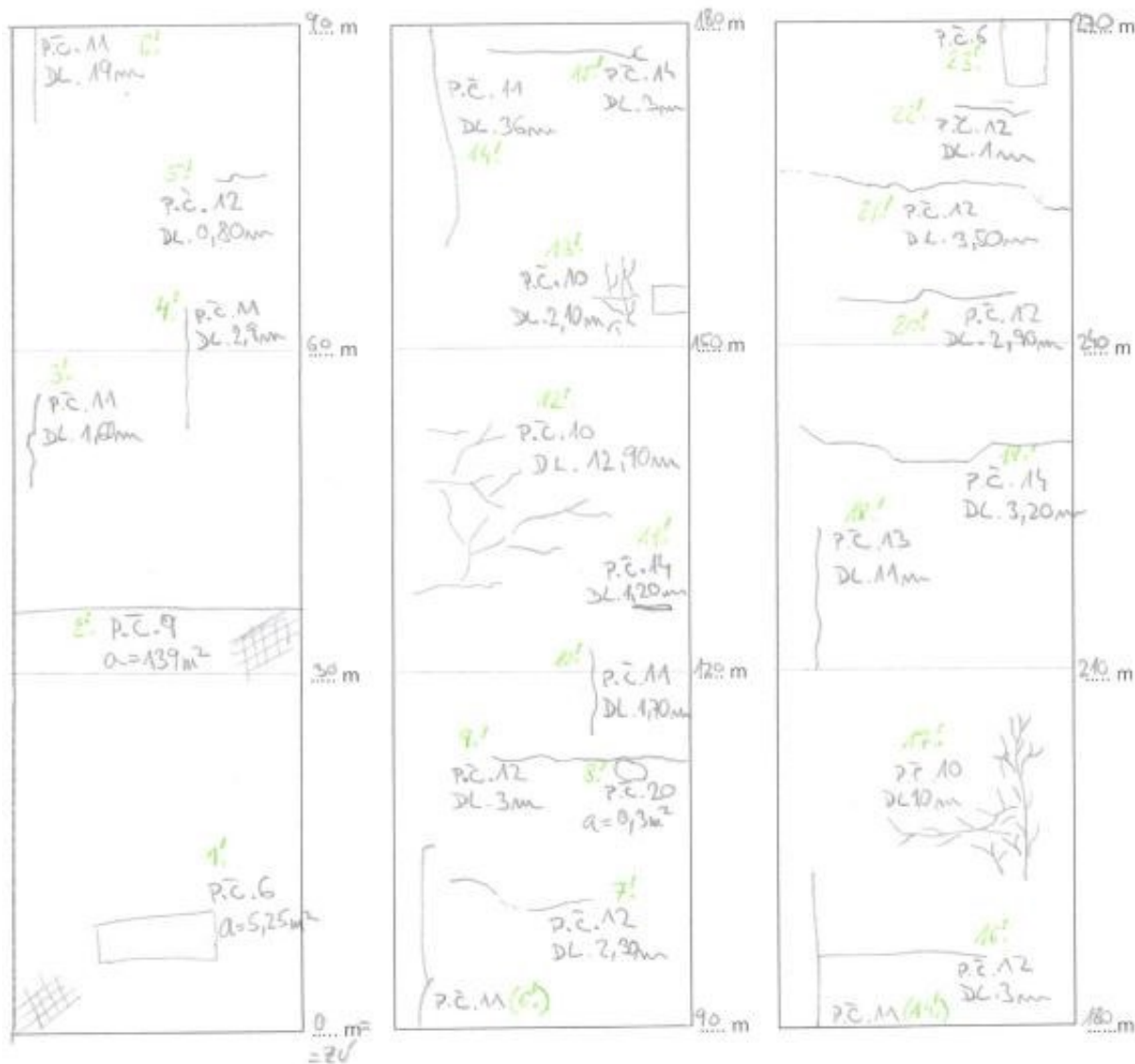
Číslo silnice: I/36	Název lokality/okres: LÁZNĚ BOHDANEČ, PARDUBICE	Datum: 26.4.2021	Strana: 2.
Číslo úseku uzlového lokalizačního systému: 1324A0056 1324A0060A		Celkem listů: 2	
Název firmy (osoby) provádějící sběr: KAZEL RAFAEL			
Staničení zač. měření [km]: 15,15200=0,0000	Stan. konce měření [km]: 0,48000	Délka měření [km]: 0,48000	Směr měření: BUKOVKA > L. BOHDANEČ
Šířka zpevněné části vozovky [m]: 1,15	Šířka chodníku [m]:	Levý 2	Pravý 2
Druh povrchu vozovky: ACO 11		nezp. Krajnice: —	chodníku: JLAŽBA
Měřený pruh: LEVÝ		Šířka zpevněné krajnice [m]:	Levá 0-1,5
			Pravá 0-1,5



Obrázek 36 Formulář pro grafický záznam poruch – levý jízdní pruh úseku 1 (2/2)

FORMULÁŘ PRO GRAFICKÝ ZÁZNAM PORUCH PŘI PĚŠÍ POCHŮZCE

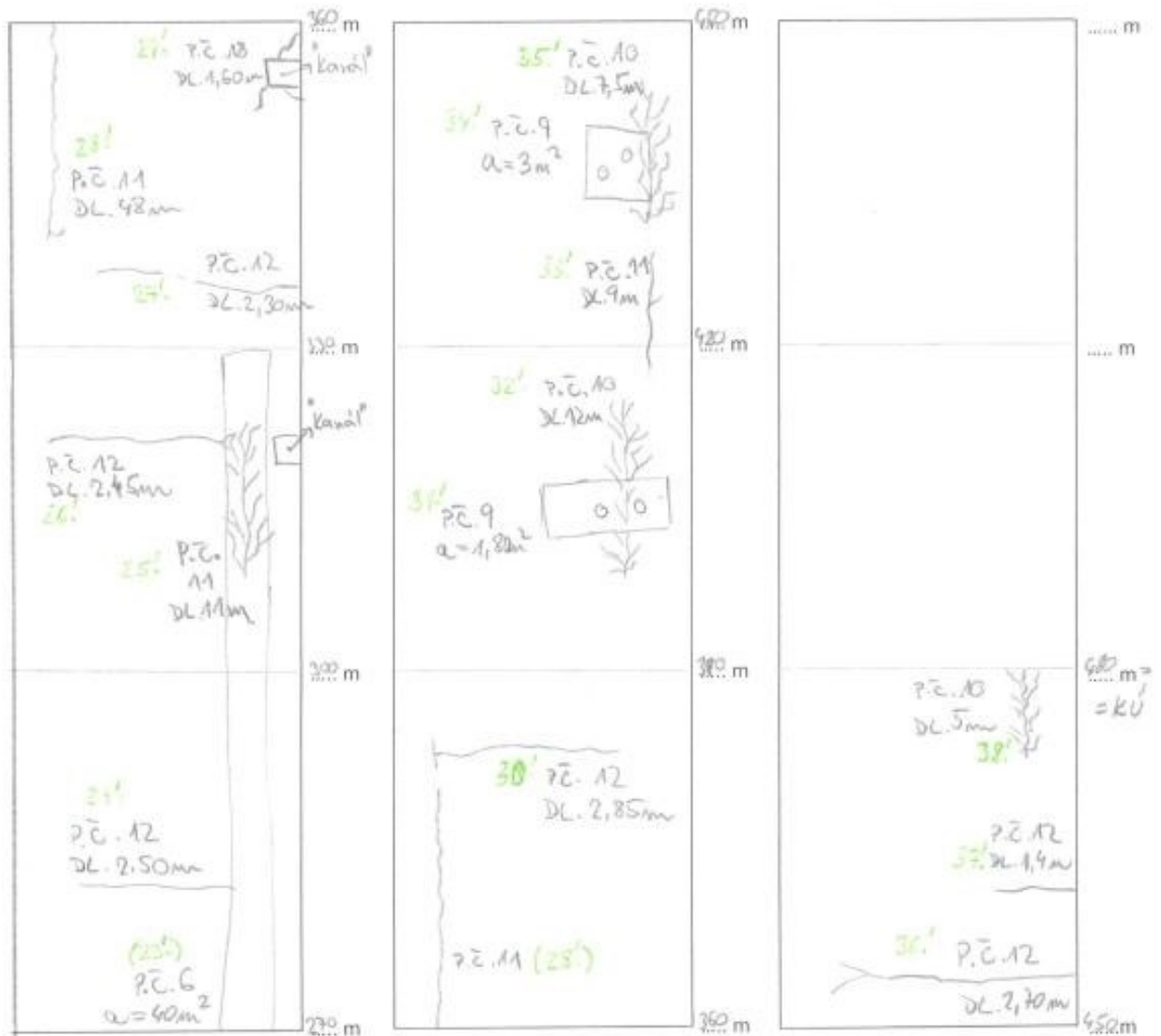
Číslo silnice: I/36		Název lokality/okres: LÁZNE BOHDANEČ, PARDUBICE		Datum: 26.9.2021		Strana: 1.	
Číslo úseku uzlového lokalizačního systému: 1324A056 1324A00601		Celkem listů: 2					
Staničení zač. měření [km]: 15,15200 = 0,000 00		Stan. konce měření [km]: 0,480 00		Délka měření [km]: 0,480 00		Název firmy (osoby) provádějící sběr: KAREL RAFAEL	
Šířka zpevněné části vozovky [m]: 11,50		Šířka chodníku [m]:		Směr měření: BUCOVÁ → L. BOH. NÁVEČ		Měřený pruh: PRAVÝ	
Druh povrchu vozovky: AC011		nezp. Krajnice: -		chodníku: DLAŽBA		Šířka zpevněné krajnice [m]: Levá: 0,150 Prává: 0,150	



Obrázek 37 Formulář pro grafický záznam poruch – pravý jízdní pruh úseku 1 (1/2)

FORMULÁŘ PRO GRAFICKÝ ZÁZNAM PORUCH PŘI PĚŠÍ POCHŮZCE

Číslo silnice: I/36	Název lokality/okres: LÁZNĚ BOHDALEC, PARDUBICE	Datum:	Strana: 2.
Číslo úseku uzlového lokalizačního systému: 1324A056 1324A0601		Celkem listů: 2	
Staničení zač. měření (km): 15,15200 = 0,000 00		Délka měření (km): 0,48000	Směr měření: BOKUBA → L BOHDALEC
Stan. konce měření (km): 0,48000		Měřený pruh: PRAVÝ	
Šířka zpevněné části vozovky (m): 1,5	Šířka chodníku (m):	Levý: 2	Pravý: 2
Druh povrchu vozovky: ACO M1		Šířka zpevněné krajnice (m):	
nezp. Krajnice: -		Levá: 0,15	Pravá: 0,15
		chodníku: DL123A	

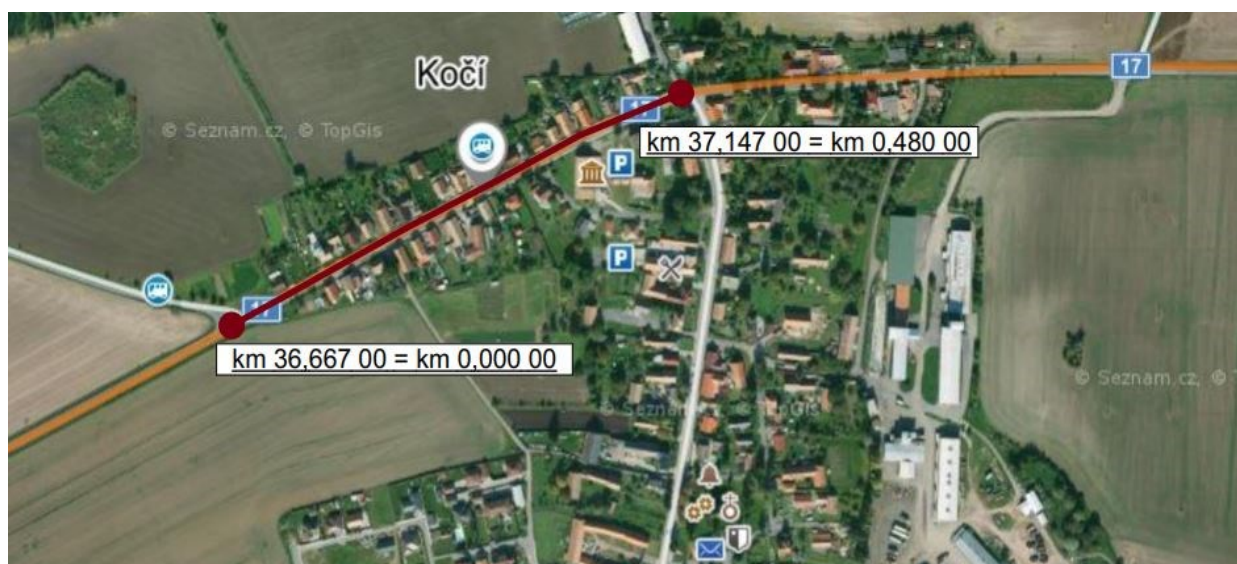


Obrázek 38 Formulář pro grafický záznam poruch – pravý jízdní pruh úseku 1 (2/2)

6.2. Úsek 2

Dne 29. 4. 2021 byl proveden sběr poruch na silnici I/17 v obci Kočí. Sběr probíhal v čase 12:00 – 14:30 za polojasného počasí a teploty okolo 9°C. K činnosti bylo používané digitální měřicí kolečko.

Úsek 2 byl rozdělen na 16 dílčích úseků po 30 metrech, tj. celkem 480 metrů (pro jeden jízdní pruh). Z důvodu bezpečnosti nebyl posuzován celý úsek (544 m). Poté byl proveden sběr, kde byly zjištěny poruchy, které se graficky zaznamenaly do formuláře a zatřídily podle TP 82 [12].



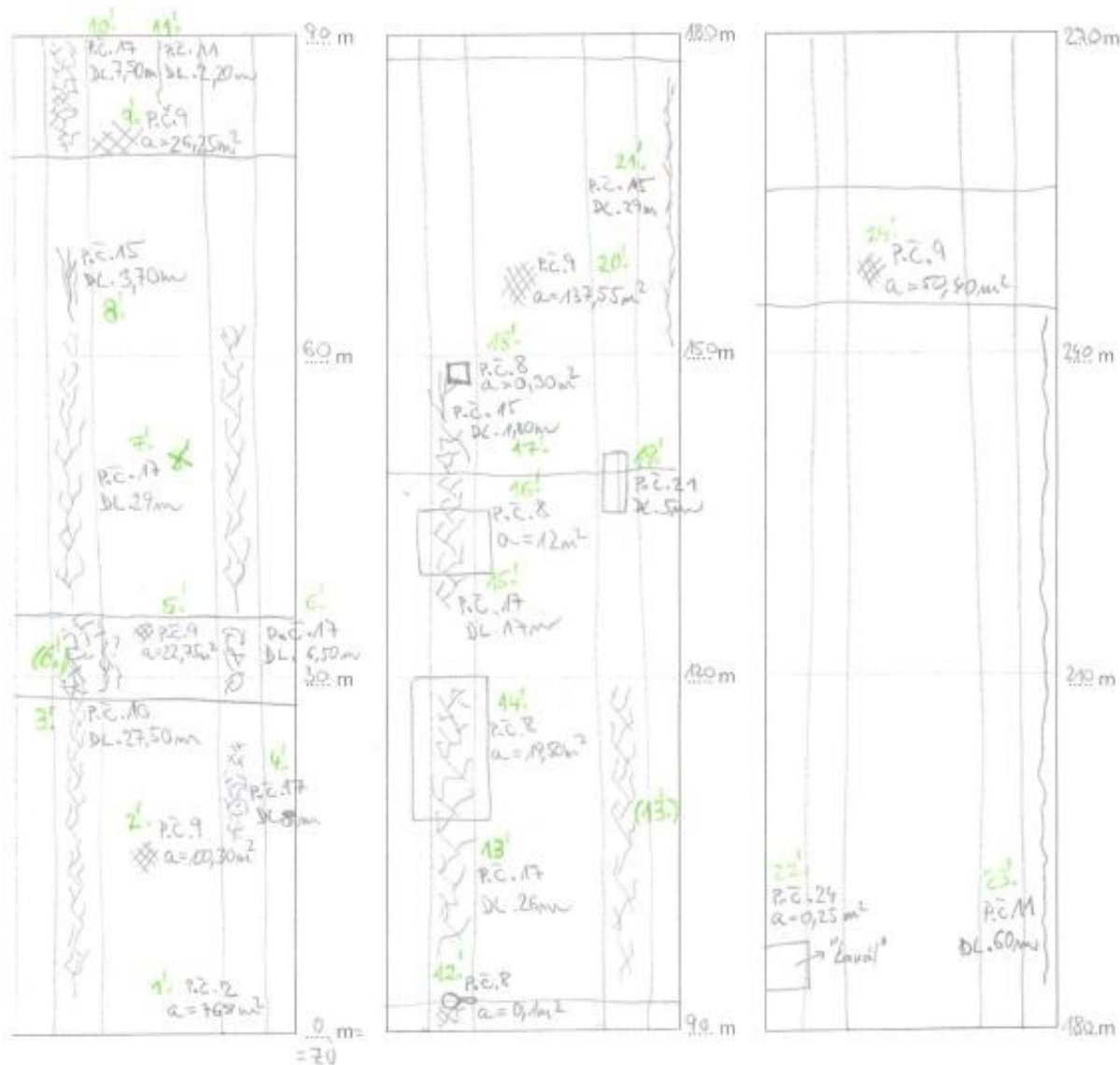
Obrázek 39 Mapový podklad – Kočí [21]

Provozní staničení počátečního uzlového bodu je km 36,667 a koncového uzlového bodu je km 37,147 [23].

6.2.1. Sběr poruch

FORMULÁŘ PRO GRAFICKÝ ZÁZNAM PORUCH PŘI PĚŠÍ POCHŮZCE

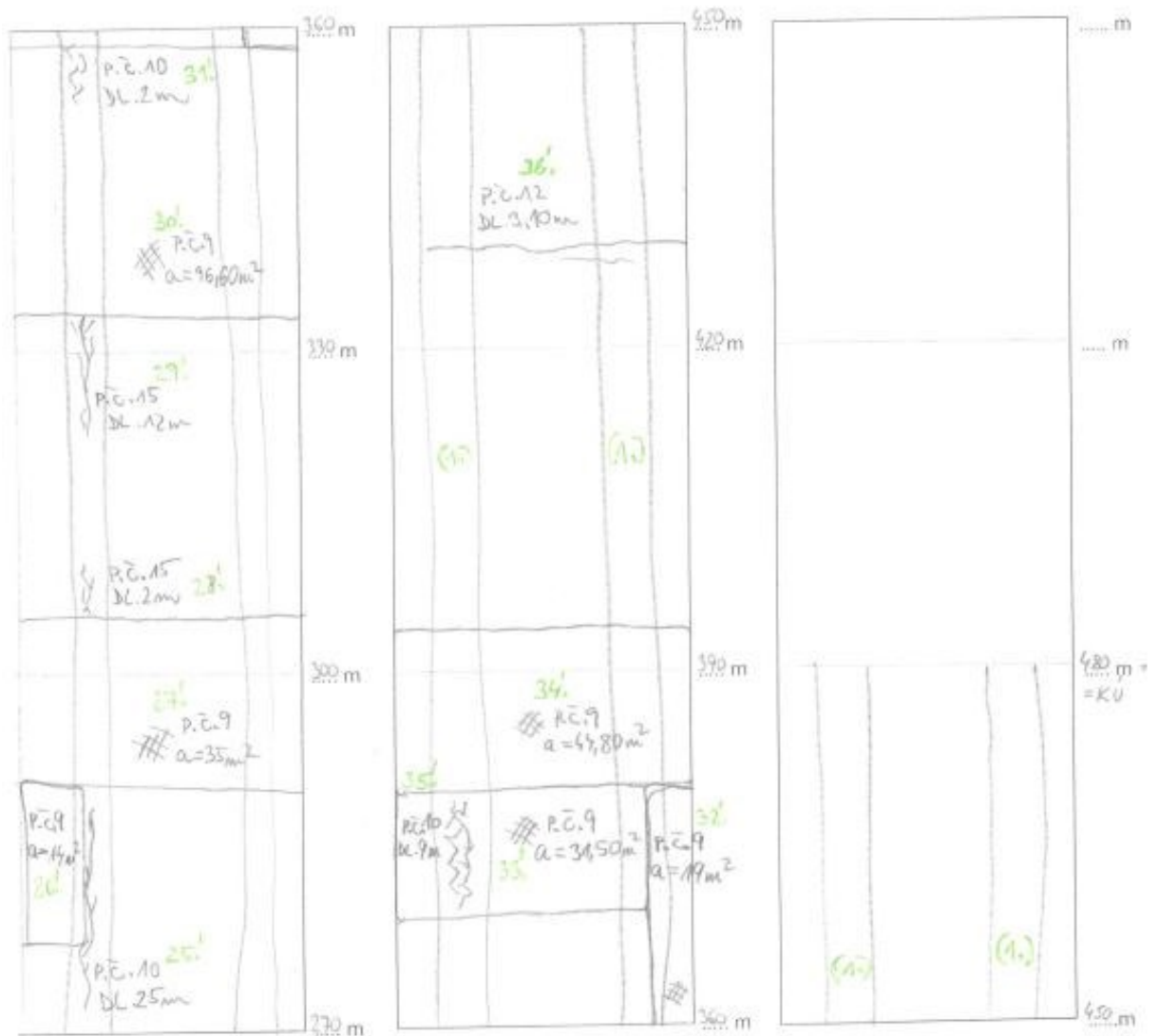
Číslo silnice: I/17	Název lokality/okres: KOČI, CHRUDIM	Datum: 29.4.2024	Strana: 1.
Číslo úseku uzlového lokalizačního systému: 1342A033 1342A034		Celkem listů: 2	
Název firmy (osoby) provádějící sběr: KAREL RAPAEL		Směr měření: CHRUDIM → KOČI	
Staničení zač. měření [km]: 36,66700 = 0+000,00	Stan. konce měření [km]: 0+480,00	Délka měření [km]: 0,48000	Měřený pruh: LEVÝ
Šířka zpevněné části vozovky [m]: 9,50	Šířka chodníku [m]:	Levý: 1,80	Pravý: 1,80
Druh povrchu vozovky: ACO 17		Šířka zpevněné krajnice [m]:	
nezp. Krajnice: -		Levá: -	
		Pravá: -	
		chodníku: DL A E B A	



Obrázek 40 Formulář pro grafický záznam poruch – levý jízdní pruh úseku 2 (1/2)

FORMULÁŘ PRO GRAFICKÝ ZÁZNAM PORUCH PŘI PĚŠÍ POCHŮZCE

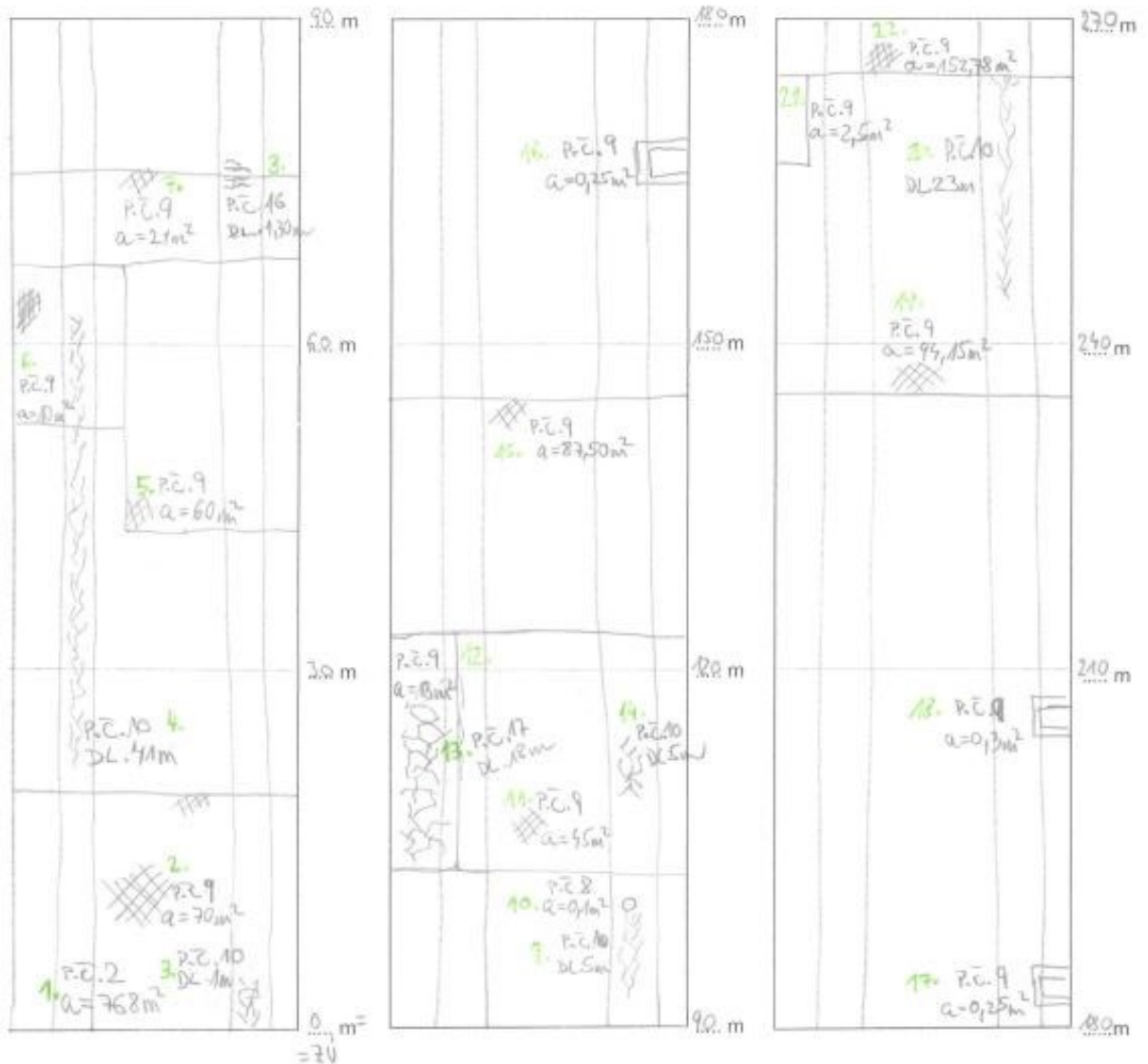
Číslo silnice: <i>I/17</i>	Název lokality/okres: <i>KOČI, CHRUDIM</i>	Datum: <i>29.4.2024</i>	Strana: <i>2.</i>
Číslo úseku uzlového lokalizačního systému: <i>1342A033 1342A034</i>		Celkem listů: <i>2</i>	
Název firmy (osoby) provádějící sběr: <i>KAREL RATAEL</i>			
Staničení zač. měření [km]: <i>36,66700 = 0,00000</i>	Stan. konce měření [km]: <i>0,48000</i>	Délka měření [km]: <i>0,48000</i>	Směr měření: <i>CHRUDIM → KOČI</i>
Šířka zpevněné části vozovky [m]: <i>9,50</i>	Šířka chodníku [m]:	Levý: <i>1,80</i>	Pravý: <i>1,80</i>
Druh povrchu vozovky: <i>ACO 11</i>		Krajnice: <i>nezp.</i>	
		chodníku: <i>DLAŽBA</i>	
Šířka zpevněné krajnice [m]:		Levá: <i>-</i>	Pravá: <i>-</i>



Obrázek 41 Formulář pro grafický záznam poruch – levý jízdní pruh úseku 2 (2/2)

FORMULÁŘ PRO GRAFICKÝ ZÁZNAM PORUCH PŘI PĚŠÍ POCHŮZCE

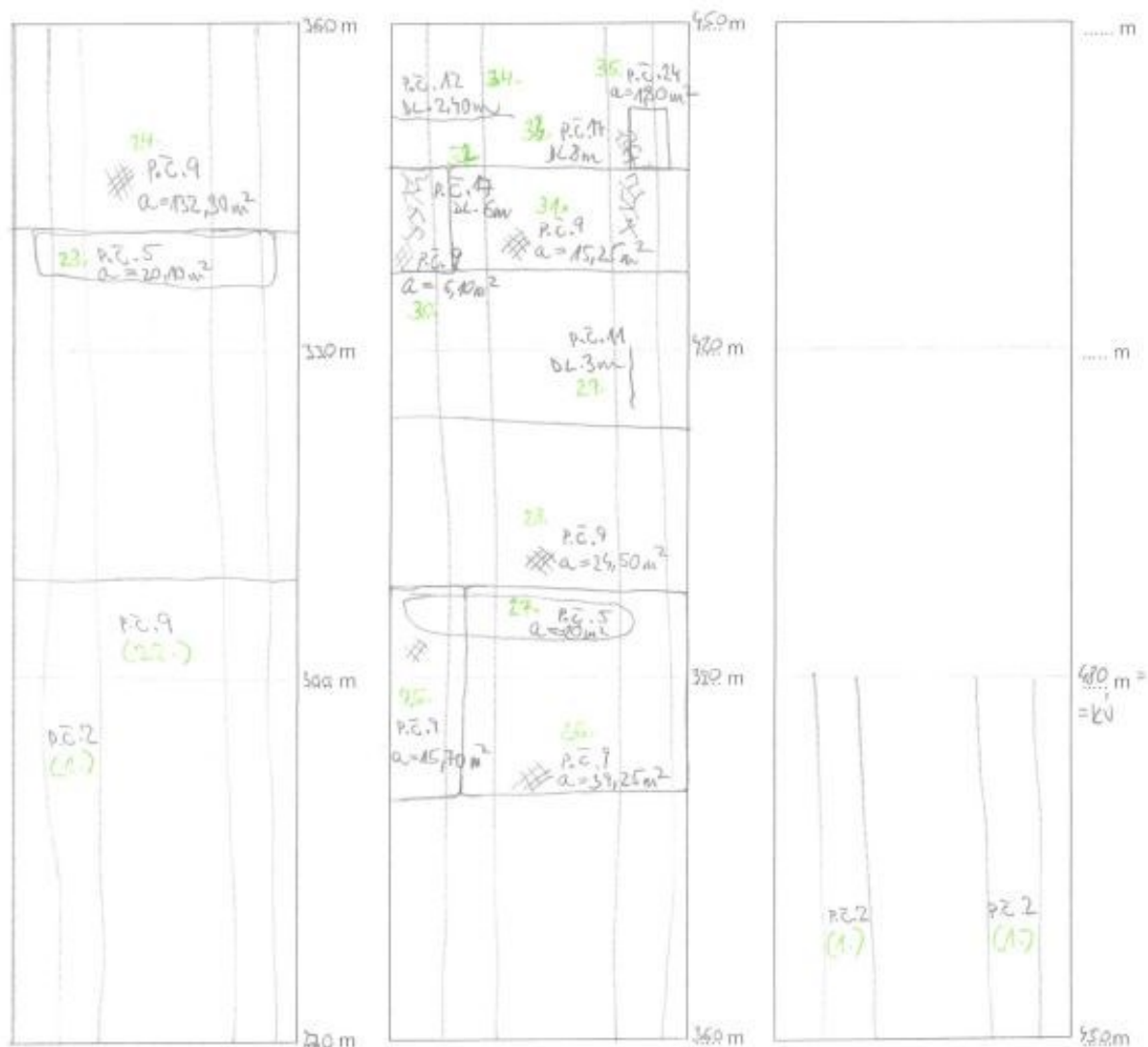
Číslo silnice: I/17	Název lokality/okres: KOCI, CHRUDIM	Datum: 29. 4 2021	Strana: 1
Číslo úseku uzlového lokalizačního systému: 1342A033 1342A034		Celkem listů: 2	
Staničení zač. měření [km]: 36,66700=0,000 00		Název firmy (osoby) provádějící sběr: KAREL RAFAEL	
Stan. konce měření [km]: 0,480 00	Délka měření [km]: 0,480 00	Směr měření: CHRUDIM → KOCI	
Šířka zpevněné části vozovky [m]: 4,50	Šířka chodníku [m]:	Levý: 1,80	Pravý: 1,80
Druh povrchu vozovky: ACO M		Měřený pruh: PRAVÝ	
nezp. Krajnice: -		Šířka zpevněné krajnice [m]:	
		Levá: -	Pravá: -
		chodníku: DL 23A	



Obrázek 42 Formulář pro grafický záznam poruch – pravý jízdní pruh úseku 2 (1/2)

FORMULÁŘ PRO GRAFICKÝ ZÁZNAM PORUCH PŘI PĚŠÍ POCHOŮZCE

Číslo silnice: I/37	Název lokality/okres: KOČI, CHRUDIM	Datum: 29. 4. 2021	Strana: 2.
Číslo úseku uzlového lokalizačního systému: 1342A033 1342A034		Celkem listů: 2	
Název firmy (osoby) provádějící sběr: KAREL RAFAEL			
Staničení zač. měření [km]: 35,66700 = 0,00000	Stan. konce měření [km]: 0,48000	Délka měření [km]: 0,48000	Směr měření: CHRUDIM → KOČI
Šířka zpevněné části vozovky [m]: 9,50	Šířka chodníku [m]:	Levý: 1,20	Pravý: 1,20
Druh povrchu vozovky: ACO 11		nezp. Krajnice: -	chodníku: ΔC A Ž B A
		Šířka zpevněné krajnice [m]:	Levá: - Pravá: -
		Měřený pruh: PRAVÝ	



Obrázek 43 Formulář pro grafický záznam poruch – pravý jízdní pruh úseku 2 (2/2)

7. VYHODNOCOVÁNÍ SČÍTÁNÍ DOPRAVY A SBĚRU PORUCH

V kapitolách 7.3. a 7.6. je provedeno vyhodnocení pro každý úsek zvlášť.

7.1. Úsek 1 - Dopravní zatížení

$$TNV = 0,10 \cdot LN + 0,90 \cdot SN + 1,90 \cdot SNP + TN + 2,00 \cdot TNP + 2,30 \cdot NSN + A + AK$$

$$TNV = 0,10 \cdot 346 + 0,90 \cdot 415 + 1,90 \cdot 69 + 138 + 2,00 \cdot 69 + 2,30 \cdot 830 + 0 + 0$$

$$TNV = 2\,725 \text{ voz/den}$$

Průměrná denní intenzita provozu těžkých nákladních vozidel v obci Lázně Bohdaneč na úseku 1 a pro rok 2021 je 2 725 vozidel za den.

7.1.1. Pomocí vlastního měření a naměřených dat z CSD

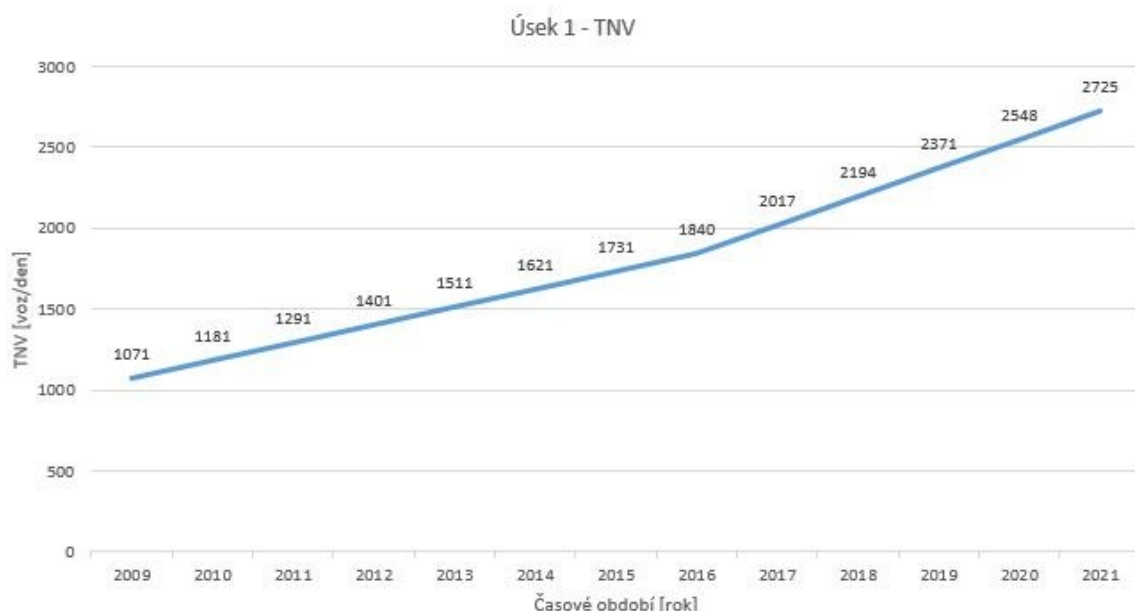
Zde se vychází z provedeného vlastního měření na úseku 1 a získaných dat z CSD, které bylo realizováno v letech 2010 a 2016. K dispozici jsou tedy data z roků 2010, 2016 a 2021.

Sčítání dopravy 2010 (sč.úsek: 5-0170)													... význam zkratk				
Roční průměr denních intenzit dopravy		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - všechny dny	voz/den	443	162	50	26	55	311	45	0	1	3	1 096	4 415	41	5 552		
		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - pracovní den (Po-Pá)	voz/den	550	201	64	32	70	398	53	0	1	4	1 373	4 659	36	6 068		
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	175	64	15	10	17	94	25	0	0	1	401	3 806	52	4 259		
Hodinová intenzita dopravy												TV	SV				
Padesátirázová intenzita dopravy	voz/h											111	561				
Špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											104	527				
Těžká nákladní vozidla - TNV																	
Hodnota TNV	voz/den														TNV	1 181	
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty												OA	NA	NS	Celkem		
Roční průměr intenzit, den (06-18)	voz/den											3 495	564	297	4 356		
Roční průměr intenzit, večer (18-22)	voz/den											651	46	55	752		
Roční průměr intenzit, noc (22-06)	voz/den											311	70	64	445		
Emise												OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem
Roční špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											722	72	31	67	7	899
Koeficienty nerovnoměrnosti dopravy												alfa	beta	gamma	PS		
Koeficient nerovnoměrnosti dopravy	-											0.00	1.11	0.00	-		
Intenzita cyklistické dopravy																	
Cyklistická doprava	cyklo/den														C	133	

Obrázek 44 Sčítání dopravy 2010 - úsek 1 [11]

Sčítání dopravy 2016 (sč.úsek: 5-0170)													... význam zkratk				
Roční průměr denních intenzit dopravy		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - všechny dny	voz/den	414	192	63	61	54	563	42	0	6	6	1 401	4 673	43	6 117		
		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - pracovní den (Po-Pá)	voz/den	529	245	82	78	70	731	49	0	8	8	1 800	4 990	40	6 830		
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	127	59	16	19	14	144	25	0	2	2	408	3 879	50	4 337		
Hodinová intenzita dopravy												TV	SV				
Padesátirázová intenzita dopravy	voz/h											143	627				
Špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											133	581				
Těžká nákladní vozidla - TNV																	
Hodnota TNV	voz/den														TNV	1 840	
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty												OA	NA	NS	Celkem		
Roční průměr intenzit, den (06-18)	voz/den											3 684	596	482	4 762		
Roční průměr intenzit, večer (18-22)	voz/den											689	49	90	828		
Roční průměr intenzit, noc (22-06)	voz/den											344	76	109	529		
Emise												OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem
Roční špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											764	67	43	110	7	991
Koeficienty nerovnoměrnosti dopravy												alfa	beta	gamma	PS		
Koeficient nerovnoměrnosti dopravy	-											1.01	1.02	0.99	55.45		
Intenzita cyklistické dopravy																	
Cyklistická doprava	cyklo/den														C	275	

Obrázek 45 Sčítání dopravy 2016 - úsek 1 [11]



Obrázek 46 Grafické znázornění růstu TNV – úsek 1

Tabulka 24 „Celkový počet vozidel z vlastního sčítání dopravy a CSD – úsek 1“ byla vypočítaná podle podkladů z let 2010, 2016 a 2021 a mezilehlé roky byly spočítány interpolací [28]. Tabulka zobrazuje počty vozidel v jednotlivých kategoriích a po jednotlivých letech 2009–2021. Zobrazuje součty vozidel/den/rok pro každé období zvlášť a zároveň z ní lze vyčíst TNV pro jednotlivé roky a celkový součet TNV = 8 578 230 voz/12 let.

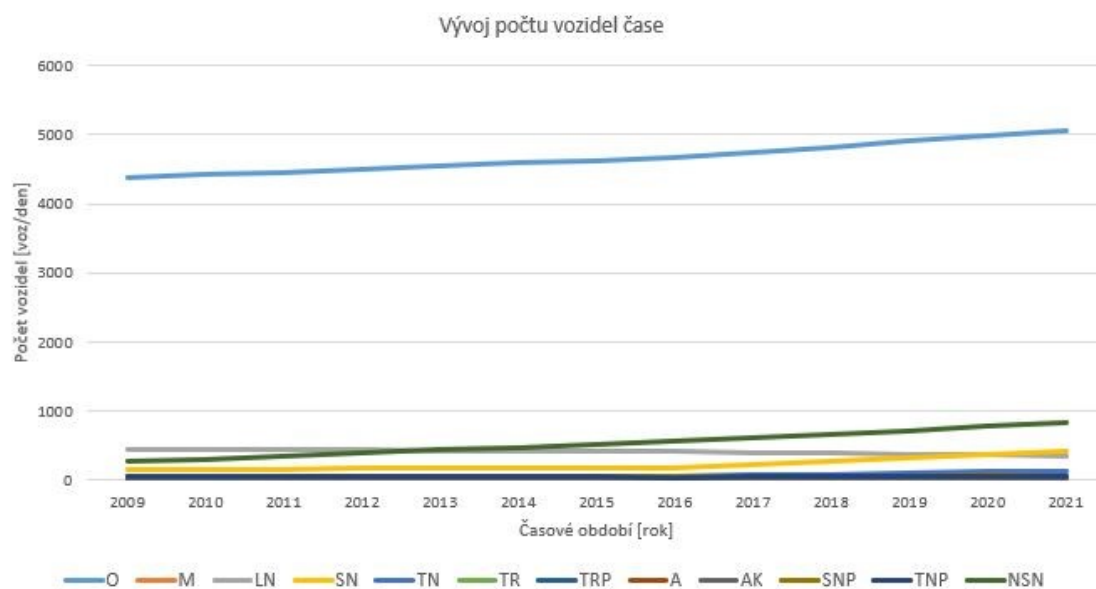
Měřeným profilem silnice I/36 v obci Lázně Bohdaneč projelo za období 12 let (2009–2021) **28 971 875** vozidel všech kategorií. Nejčetnější výskyt má kategorie osobních automobilů, a to s počtem 22 144 185 vozidel (viz. Tabulka 23).

Tabulka 23 Počet vozidel za období 2009-2021 - úsek 1

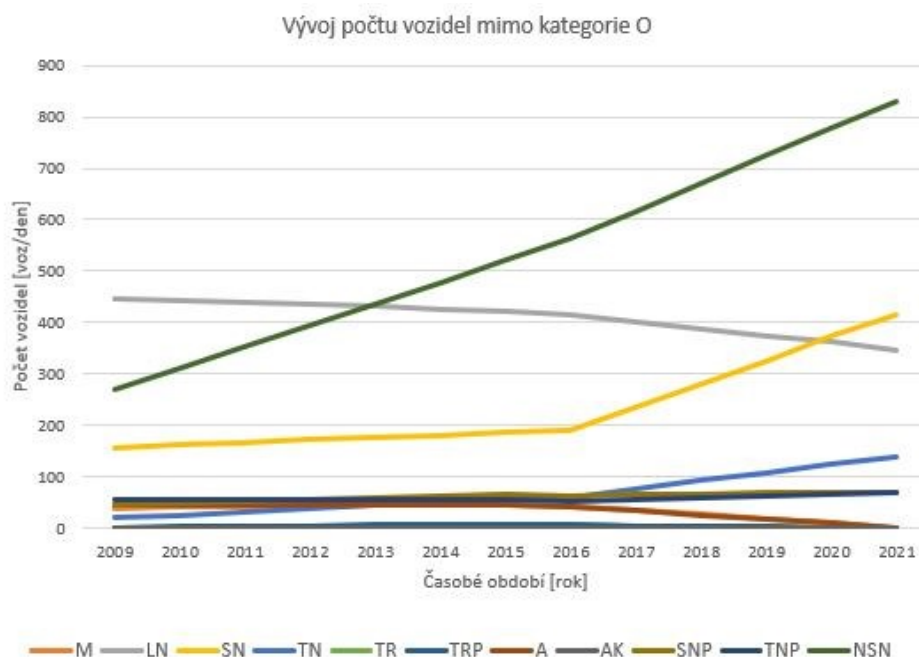
Kategorie vozidel	Počet vozidel [voz/12 let]	Kategorie vozidel	Počet vozidel [voz/12 let]
O	22 144 185	TRP	20 075
M	159 140	A	162 425
LN	1 945 815	AK	0
SN	1 105 585	SNP	290 540
TN	317 185	TNP	255 135
TR	14 965	NSN	2 536 750

Tabulka 24 Celkový počet vozidel z vlastního sčítání dopravy a CSD – úsek 1

Roky Kat. voz.	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
O	4372	4415	4458	4501	4544	4587	4630	4673	4748	4823	4898	4973	5047
M	40	41	42	43	44	45	46	43	35	27	19	11	0
LN	447	443	439	435	431	427	423	414	401	388	375	362	346
SN	157	162	167	172	177	182	187	192	237	282	327	372	415
TN	20	26	32	38	44	50	56	61	77	93	109	125	138
TR	0	1	2	3	4	5	6	6	5	4	3	2	0
TRP	2	3	4	5	6	7	8	6	5	4	3	2	0
A	45	45	45	45	45	45	45	42	34	26	18	10	0
AK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SNP	47	50	53	56	59	62	65	63	65	67	69	71	69
TNP	55	55	55	55	55	55	55	54	57	60	63	66	69
NSN	269	311	353	395	437	479	521	563	617	671	725	779	830
Součet [voz/den]	5454	5552	5650	5748	5846	5944	6042	6117	6281	6445	6609	6773	6914
Součet [voz/rok]	1990710	2026480	2062250	2098020	2133790	2169560	2205330	2232705	2292565	2352425	2412285	2472145	2523610
Součet [voz/12 let]	Celkem vozidel = 28 971 875 voz/12 let												
TNV [voz/den]	1071	1181	1291	1401	1511	1621	1731	1840	2017	2194	2371	2548	2725
TNV [voz/rok]	390915	431065	471215	511365	551515	591665	631815	671600	736205	800810	865415	930020	994625
TNV [voz/12 let]	Celkem TNV = 8 578 230 voz/12 let												



Obrázek 47 Grafické znázornění vývoje počtu všech vozidel – úsek 1



Obrázek 48 Graf. znázornění vývoje počtu vozidel, mimo kat. O – úsek 1

7.1.2. Pomocí jednotného součinitele vývoje

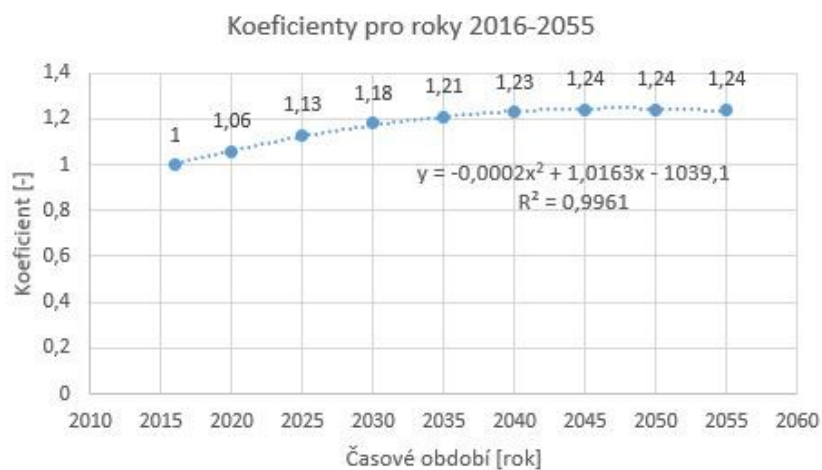
Tento způsob pro stanovení celkového počtu vozidel, který projel daným profilem komunikace v obci Lázně Bohdaneč se stanovuje z koeficientů vývoje intenzit dopravy.

Pro určení koeficientů se kategorie vozidel sloučily do tří skupin dle tabulky 25: [4]

Tabulka 25 Tři skupiny vozidel [4]

Kategorie dle TP 225	Kategorie dle CSD
A	O, M
B	LN
C	SN, SNP, TN, TNP, NSN, A, AK, TR, TRP

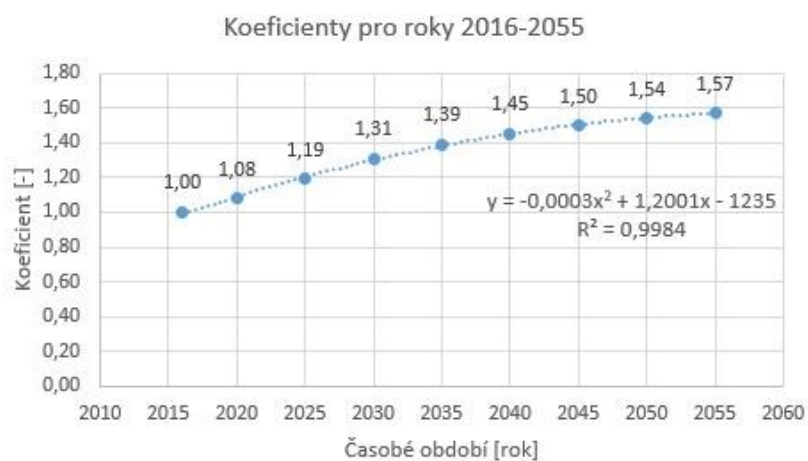
Vzhledem k tomu, že poslední rekonstrukce vozovky pozemní komunikace byla v roce 2009, nelze stanovit všechny koeficienty vývoje intenzit dopravy (TP 225 poskytuje koeficienty pro roky 2016-2055) [4]. Proto koeficienty v jednotlivých letech (tabulka 26, 27, 28) jsou získány z kvadratické regresní funkce.



Obrázek 49 Kvadratická regresní funkce pro kat. A – úsek 1

Tabulka 26 Změny koef. v jednotlivých letech v kat. A – úsek 1

A – osobní automobily			
Rok	Koeficient	Rok	Koeficient
2009	0,88	2016	1,00
2010	0,90	2017	1,02
2011	0,92	2018	1,03
2012	0,94	2019	1,05
2013	0,96	2020	1,06
2014	0,97	2021	1,08
2015	0,99		

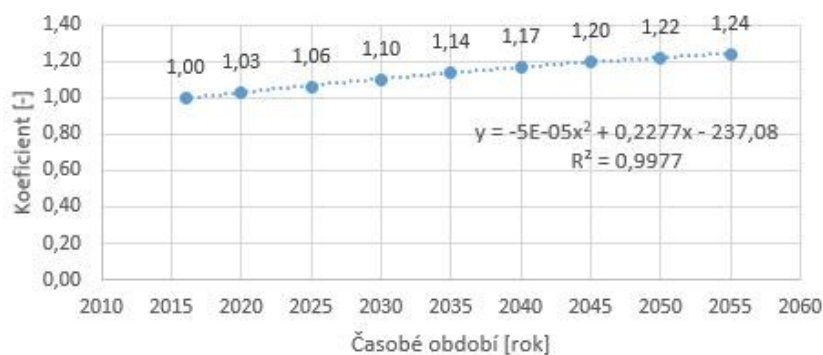


Obrázek 50 Kvadratická regresní funkce pro kat. B – úsek 1

Tabulka 27 Změny koef. v jednotlivých letech v kat. B – úsek 1

B – Lehká nákladní vozidla			
Rok	Koeficient	Rok	Koeficient
2009	0,79	2016	1,00
2010	0,82	2017	1,02
2011	0,85	2018	1,04
2012	0,88	2019	1,07
2013	0,91	2020	1,08
2014	0,94	2021	1,11
2015	0,96		

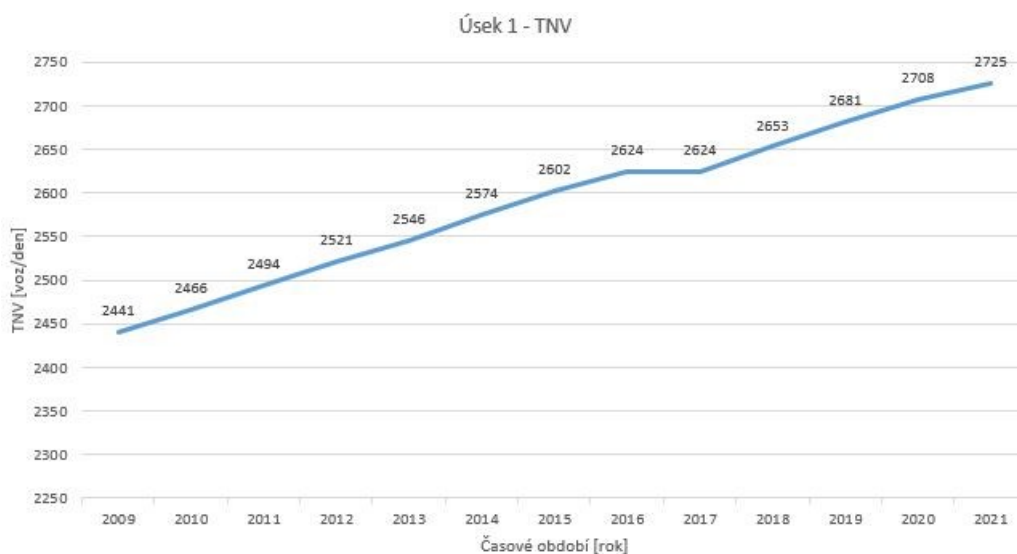
Koeficienty pro roky 2016-2055



Obrázek 51 Kvadratická regresní funkce pro kat. C – úsek 1

Tabulka 28 Změny koef. v jednotlivých letech v kat. C – úsek 1

C – Těžká vozidla			
Rok	Koeficient	Rok	Koeficient
2009	0,93	2016	1,00
2010	0,94	2017	1,00
2011	0,95	2018	1,01
2012	0,96	2019	1,02
2013	0,97	2020	1,03
2014	0,98	2021	1,04
2015	0,99		



Obrázek 52 Grafické znázornění růstu TNV pomocí koeficientů – úsek 1

Tabulka 29 „Celkový počet vozidel z vlastního sčítání dopravy a koeficientů – úsek 1“ představuje počty vozidel v jednotlivých kategoriích a po jednotlivých letech 2009–2021. Tato tabulka byla vypočítaná z koeficientů vývoje intenzit dopravy, které se získaly z regresí kvadratické funkce. Zobrazuje součty vozidel/den/rok pro každé období zvlášť a zároveň z ní lze vyčíst TNV pro jednotlivé roky a celkový součet TNV = 12 285 535 voz/12 let.

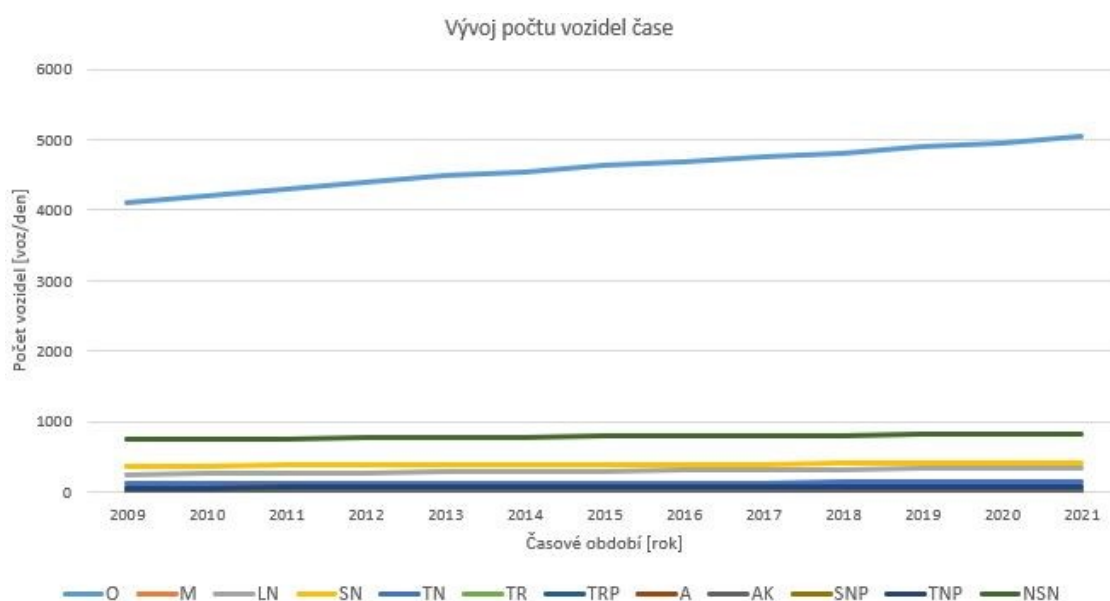
Měřeným profilem silnice I/36 v obci Lázně Bohdaneč projelo za období 12 let (2009–2021) **30 127 100** vozidel všech kategorií. Nejčetnější výskyt má kategorie osobních automobilů, a to s počtem 21 839 045 vozidel (viz. Tabulka 30).

Tabulka 29 Celkový počet vozidel z vlastního sčítání dopravy a koeficientů – úsek 1

Roky Kat. voz.	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
O	4114	4207	4301	4394	4488	4534	4628	4674	4768	4815	4908	4955	5047
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LN	247	256	266	275	284	294	300	312	319	325	334	337	346
SN	372	376	380	384	388	392	396	400	400	404	408	412	415
TN	124	126	127	128	130	131	132	133	133	135	136	137	138
TRP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SNP	63	63	64	65	65	66	67	67	67	68	69	70	69
TNP	63	63	64	65	65	66	67	67	67	68	69	70	69
NSN	744	752	760	768	776	784	792	799	799	807	815	823	830
Součet [voz/den]	5727	5843	5962	6079	6196	6267	6382	6452	6553	6622	6739	6804	6914
Součet [voz/rok]	2090355	2132695	2176130	2218835	2261540	2287455	2329430	2354980	2391845	2417030	2459735	2483460	2523610
Součet [voz/12 let]	Celkem vozidel = 30 127 100 voz/12 let												
TNV [voz/den]	2441	2466	2494	2521	2546	2574	2602	2624	2624	2653	2681	2708	2725
TNV [voz/rok]	890965	900090	910310	920165	929290	939510	949730	957760	957760	968345	978565	988420	994625
TNV [voz/12 let]	Celkem TNV = 12 285 535 voz/12 let												

Tabulka 30 Počet vozidel za období 2009-2021 - úsek 1

Kategorie vozidel	Počet vozidel [voz/12 let]	Kategorie vozidel	Počet vozidel [voz/12 let]
O	21 839 045	TRP	0
M	0	A	0
LN	1 421 675	AK	0
SN	1 871 355	SNP	314 995
TN	624 150	TNP	314 995
TR	0	NSN	3 740 885

**Obrázek 53** Grafické znázornění vývoje počtu všech vozidel – úsek 1

Tato metoda dosahuje vyššího počtu projíždějících vozidel u kategorií SN, TN, SNP, TNP, NSN za určitý časový horizont (12 let). Celková hodnota TNV je také vyšší o 3 707 305 vozidel a celkový počet všech projíždějících vozidel daným profilem PK je též vyšší o 1 155 225 vozidel. Zatímco u kategorií M, TR, TRP, A, AK byla při sčítání dopravy v roce 2021 naměřena nulová hodnota, a proto se po přepočtu tyto kategorie vyhodnotily taky nulovým počtem vozidel.

V tomto retrospektivním případě je metoda jednotného součinitele velice závislá na vlastním měření v roce 2021. I když by tento způsob stanovení celkového počtu všech vozidel měl být na základě kvadratické interpolace přesnější, tak výsledné hodnoty mohou být zkreslené (nebo nulové).

Pro závěrné vyhodnocení se použijí hodnoty z první metody, která byla stanovena z lineární interpolace a kdy vstupními hodnotami jsou a naměřená data z CSD a vlastní průzkum.

7.2. Úsek 1 - Poruchy

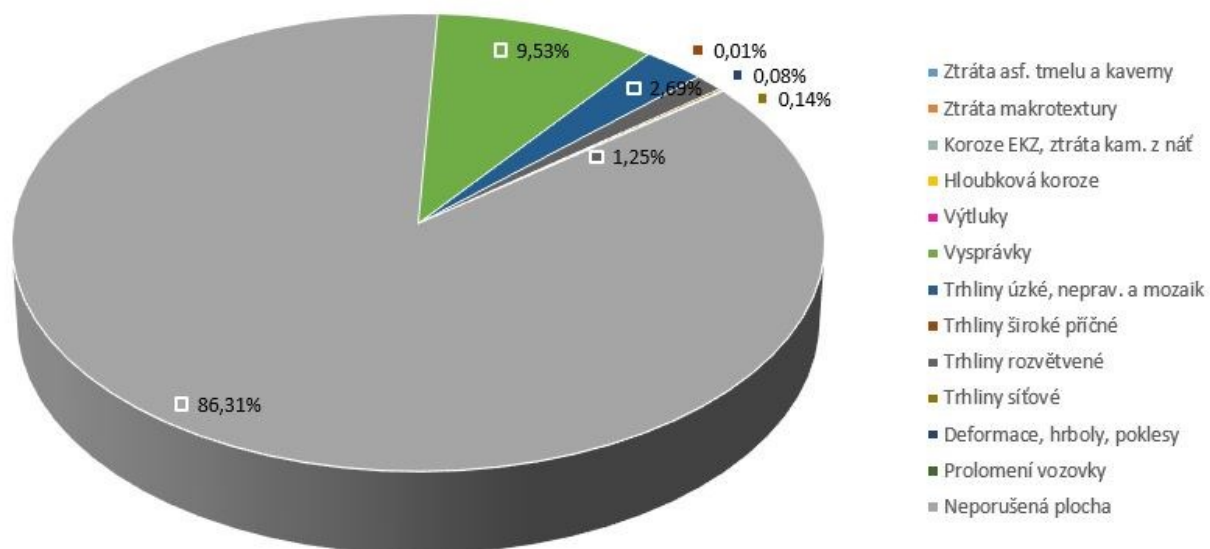
Tabulka 31 Sběr poruch – levý jízdní pruh, úsek 1

Pořadí	Číslo dle kat. listu z TP 82	Název poruchy	Délka [m]	Šířka [m]	Plocha [m]	% zastoupení	Klasifikační stupeň
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 0-30 m							
1	10	Mozaikové trhliny	1,40	1,00	1,40	1,33	3
2	9	Vysprávky	30,00	3,50	105,00	100,00	5
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 30-60 m							
2	9	Vysprávky	9,71	3,50	34,00	32,38	5
3;4	11	Trhlina podélná úzká	10,50	0,20	2,10	2,00	3
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 60-90 m							
5;7	9	Vysprávky	-	-	1,80	1,71	4
6	10	Mozaikové trhliny	1,00	1,00	1,00	0,95	2
8	11	Trhlina podélná úzká	8,00	0,20	1,60	1,52	3
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 90-120 m							
8	11	Trhlina podélná úzká	22,00	0,20	4,40	4,19	4
9;12	10	Mozaikové trhliny	0,80	1,50	1,20	1,14	3
10	9	Vysprávky	-	-	2,30	2,19	4
11	15	Trhlina rozvětvená	5,00	1,50	7,50	7,14	5
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 120-150 m							
13;14	10	Mozaikové trhliny	3,45	1,50	5,18	4,93	4
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 150-180 m							
15;18	10	Mozaikové trhliny	6,80	1,50	10,20	9,71	5
16;17	9	Vysprávky	-	-	2,00	1,90	4
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 180-210 m							
19	12	Trhlina úzká příčná	0,60	1,00	0,60	0,57	2
20	10	Mozaikové trhliny	0,80	1,50	1,20	1,14	3
21	17	Sít'ové trhliny	1,60	1,50	2,40	2,29	5

22;23	9	Vysprávký	-	-	2,00	1,90	4
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 210-240 m							
24	14	Trhlina široká příčná	0,50	0,20	0,10	0,10	2
25	9	Vysprávký	-	-	2,00	1,90	4
26	12	Trhlina úzká příčná	1,70	0,20	0,34	0,32	2
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 240-270 m							
27	12	Trhlina úzká příčná	0,90	0,20	0,18	0,17	2
28	10	Mozaikové trhliny	2,60	1,50	3,90	3,71	4
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 270-300 m							
29;32	10	Mozaikové trhliny	4,60	1,50	6,90	6,57	5
30	20	Nepřavidelné hrboly	-	-	1,00	0,95	3
31	9	Vysprávký	-	-	1,20	1,14	4
33	12	Trhlina úzká příčná	3,00	0,20	0,60	0,57	2
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 300-330 m							
34	10	Mozaikové trhliny	2,00	1,50	3,00	2,86	4
35;37	9	Vysprávký	-	-	3,10	2,95	4
36	24	Místní pokles	0,60	0,50	0,30	0,29	3
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 330-360 m							
38	11	Trhlina podélná úzká	6,00	0,20	1,20	1,14	3
39	12	Trhlina úzká příčná	0,95	0,20	0,19	0,18	2
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 360-390 m							
40;41	9	Vysprávký	-	-	2,50	2,38	4
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 390-420 m							
42;43	9	Vysprávký	-	-	2,00	1,90	4
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 420-450 m							
44	11	Trhlina podélná úzká	1,30	0,20	0,26	0,34	2
45	9	Vysprávký	-	-	1,00	0,95	3
Lázně Bohdaneč – Levý jízdní pruh, staničení 450-480 m							
46	15	Trhlina rozvětvená	9,00	1,50	13,50	12,86	5

47	9	Vysprávky	-	-	1,30	1,24	4
----	---	-----------	---	---	------	------	----------

Zastoupení jednotlivých skupin poruch - levý jízdní pruh na silnici I/36



Obrázek 54 Grafické znázornění procentuálního výskytu poruch – levý jízdní pruh, úsek 1

Na úseku dlouhém 480 metrů a o šířce jízdního pruhu 3,50 metrů se vyskytuje 13,69 % poruch. Nejvyšší procentuální zastoupení poruch na vozovce PK mají vysprávky, to je způsobené četnějším výskytem kanalizačních šachet v konstrukci vozovky.

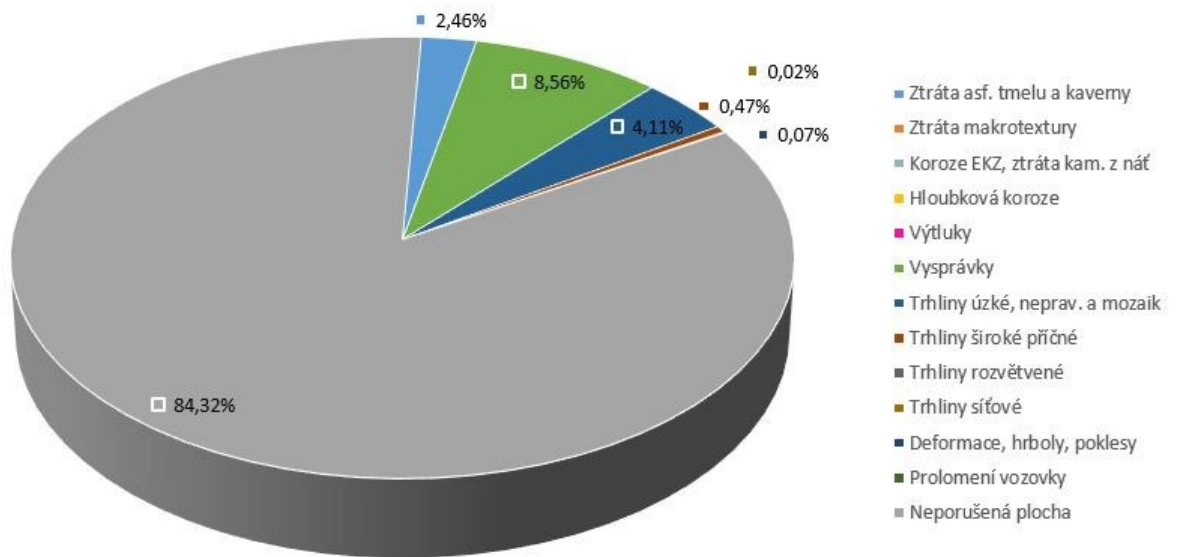
Tabulka 32 Sběr poruch – pravý jízdní pruh, úsek 1

Pořadí	Číslo dle kat. listu z TP 82	Název poruchy	Délka [m]	Šířka [m]	Plocha [m ²]	% zastoupení	Klasifikační stupeň
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 0-30 m							
1'	6	Ztráta asfalt. tmelu	2,10	2,50	5,25	5,00	4
2'	9	Vysprávky	30,00	3,50	105,00	100,00	5
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 30-60 m							
2'	9	Vysprávky	9,71	3,50	34,00	32,38	5

3';4'	11	Trhlina podélná úzká	3,60	0,20	0,72	0,69	2
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 60-90 m							
4';6'	11	Trhlina podélná úzká	2,50	0,20	0,50	0,48	2
5'	12	Trhlina úzká příčná	0,80	0,20	0,16	0,15	2
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 90-120 m							
6';10'	11	Trhlina podélná úzká	19,10	0,20	3,82	3,64	4
7';9'	12	Trhlina úzká příčná	5,30	0,20	1,06	1,01	3
8'	20	Nepravidelné hrboly	-	-	0,30	0,29	3
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 120-150 m							
11'	14	Trhlina široká příčná	1,20	0,20	0,24	0,23	2
12'	10	Mozaikové trhliny	12,90	1,00	12,90	12,29	5
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 150-180 m							
13'	10	Mozaikové trhliny	2,10	1,50	3,15	3,00	4
14'	11	Trhlina podélná úzká	26,00	0,20	5,20	4,95	4
15'	14	Trhlina široká příčná	3,00	0,20	0,60	0,57	2
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 180-210 m							
14'	11	Trhlina podélná úzká	10,00	0,20	2,00	1,90	3
16'	12	Trhlina úzká příčná	3,00	0,20	0,60	0,57	2
17'	10	Mozaikové trhliny	10,00	1,50	15,00	14,29	5
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 210-240 m							
18'	13	Trhlina široká podél.	11,00	0,50	5,50	5,24	5
19'	14	Trhlina široká příčná	3,20	0,50	1,60	1,52	3
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 240-270 m							
20';21;22'	12	Trhlina úzká příčná	7,40	0,20	1,48	1,41	3
23'	6	Ztráta asphalt. tmelu	8,00	0,50	4,00	3,81	3
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 270-300 m							
23'	6	Ztráta asphalt. tmelu	30,00	0,50	15,00	14,29	5
24'	12	Trhlina úzká příčná	2,50	0,20	0,50	0,48	2
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 300-330 m							

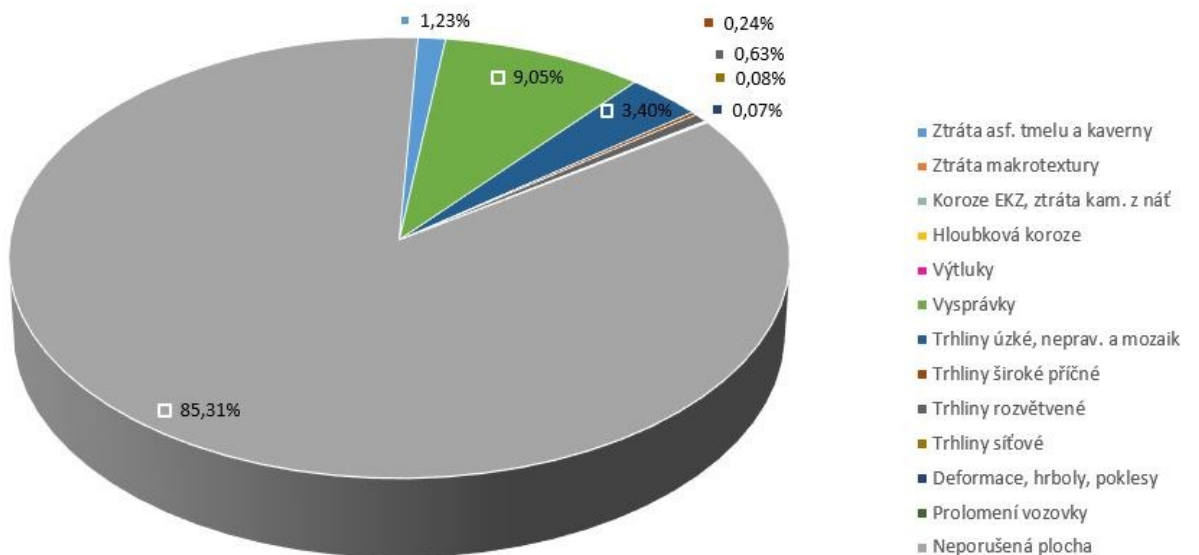
23'	6	Ztráta asphalt. tmelu	28,33	0,60	17,00	16,90	5
25'	11	Trhlina podélná úzká	11,00	0,20	2,20	2,10	4
26'	12	Trhlina úzká příčná	2,45	0,20	0,49	0,47	2
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 330-360 m							
27'	12	Trhlina úzká příčná	2,30	0,20	0,46	0,44	2
28'	11	Trhlina podélná úzká	24,00	0,20	4,80	4,57	4
29'	18	Olam. okrajů voz.	1,60	0,50	0,80	0,76	3
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 360-390 m							
28'	11	Trhlina podélná úzká	24,00	0,20	4,80	4,57	4
30'	12	Trhlina úzká příčná	2,85	0,20	0,57	0,54	2
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 390-420 m							
31'	9	Vysprávky	-	-	1,80	1,71	4
32'	10	Mozaikové trhliny	12,00	0,50	6,00	5,71	5
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 420-450 m							
33'	11	Trhlina podélná úzká	9,00	0,20	1,80	1,71	3
34'	9	Vysprávky	-	-	3,00	2,86	4
35'	10	Mozaikové trhliny	7,50	0,50	3,75	3,57	4
Lázně Bohdaneč – Pravý jízdní pruh, staničení 450-480 m							
36';37'	12	Trhlina úzká příčná	4,10	0,20	0,82	0,78	2
38'	10	Mozaikové trhliny	5,00	0,50	2,50	2,38	4

Zastoupení jednotlivých skupin poruch - pravý jízdní pruh na silnici I/36



Obrázek 55 Grafické znázornění procentuálního výskytu poruch – pravý jízdní pruh, úsek 1

Zastoupení jednotlivých skupin poruch - silnice I/36



Obrázek 56 Grafické znázornění procentuálního výskytu poruch – úsek 1

V obou jízdnicích pružích se vyskytují velmi často kanalizační šachty. V levém jízdnicím pruhu je 18 šachet, okolo kterých je provedena vyspráva. V pravém jízdnicím pruhu je takových kanalizačních šachet podstatně méně, avšak je zde větší zástup trhlin úzkých, nepravidelných a mozaik o 1,42 %. Významným rozdílem u levého a pravého jízdnicího pruhu je, že v pravém pruhu je ztráta asfaltového tmele s rozlohou 2,46 % z celkové plochy (tj. 1680 m²) a v levém pruhu se nevyskytuje.

Neporušená plocha celého úseku PK je 85,31 %. Na zbylých 14,69 % vozovky se vyskytují:

- vysprávký – 9,05 %,
- trhliny úzké, nepravidelné a mozaiky – 3,40 %,
- ztráta asfaltového tmele – 1,23 %,
- Trhliny rozvětvené – 0,63 %,
- Trhliny široké příčné – 0,24 %,
- Trhliny síťové – 0,08 %,
- Deformace, hrboly, poklesy – 0,07 %.

7.3. Úsek 1 - Shrnutí

Sběr poruch byl proveden na úseku dlouhém 480 m a v tomto úseku se konstrukce vozovky skládá ze vzorků 1, 2, 3 a 4. Tloušťka konstrukce je 510–560 mm (viz. Obrázek 24).

Po těchto skladbách konstrukce vozovky za posledních 12 let projelo 28 971 875 vozidel všech kategorií a z toho celkový součet TNV je 8 578 230 vozidel (viz. Tabulka 23, 24).

Z celkové zkoumané plochy vozovky, tj. 3360 m² je spočteno, že se na vozovce vyskytuje 14,69 % poruch. Jedná se především o vysprávký, které jsou již důsledkem předešlé poruchy (ztráta hmoty). Vysprávký zaujímají 9,05 % z celkové plochy vozovky, vyskytují se především na začátku zkoumaného úseku (vzorek 1, 2) a okolo četného výskytu kanalizačních šachet. Provedenou vysprávkou se předešlo pokračujícímu vývoji poruchy a zamezilo se například výtlukům nebo ztrátě protismykových vlastností.

Trhliny úzké, nepravidelné a mozaiky zastupují 3,40 % z celkové plochy a lze je nalézt po celé délce úseku. Tyto trhliny vznikají nedokonalým propojením mezi ložnou a obrusnou vrstvou nebo opomenutím spojovacího postřiku. Při působení dopravního zatížení se úzké a nepravidelné trhliny rozvíjejí na mozaikové trhliny, rozvětvené trhliny (0,63 %) a poté do hlubších konstrukčních vrstev vozovky a ve finální etapě mohou vznikat výtluky [12].

U podkladních vrstev stmelených z hydraulických pojiv (vzorek 1, 2, 3, 4, 5) mohou vznikat tahová napětí a tím podle stádií vývoje vznikají i trhliny široké příčné (viz. Obrázek 5), které se vyskytují na 0,24 % plochy.

Dlouhodobým působením dopravního zatížení a bez řádné údržby se mozaikové trhliny rozvíjejí na síťové trhliny, které zastupují 0,08 % z celkové plochy.

Na 1,23 % zkoumané plochy se vyskytuje ztráta asfaltového tmele, která vzniká díky působením dopravy a klimatických podmínek (vzorek 1, 2, 3).

Na úseku o ploše 3360 m² se v procentuálním zastoupením 0,07 % vyskytuje závažný typ poruchy. Jde o deformace, hrboly, poklesy, které se vyskytují lokálně.

7.4. Úsek 2 - Dopravní zatížení

$$TNV = 0,10 \cdot LN + 0,90 \cdot SN + 1,90 \cdot SNP + TN + 2,00 \cdot TNP + 2,30 \cdot NSN + A + AK$$

$$TNV = 0,10 \cdot 483 + 0,90 \cdot 580 + 1,90 \cdot 0 + 193 + 2,00 \cdot 97 + 2,30 \cdot 1160 + 97 + 0$$

$$TNV = 3\,723 \text{ voz/den}$$

Průměrná denní intenzita provozu těžkých nákladních vozidel v obci Kočí na úseku 2 je 3 723 vozidel za den.

Celkový počet vozidel, který projel daným profilem PK za období 2009-2021 (12 let) je stanoven pomocí vlastního měření a naměřených dat z CSD. Ten to způsob zjištění celkového počtu projíždějících vozidel je zvolen na základě porovnaných výsledků z obou způsobů/metod na prvním úseku v obci Lázně Bohdaneč.

Opět jsou k dispozici jsou data z roků 2010, 2016 a 2021.

Sčítání dopravy 2010 (sč.úsek: 5-2250)																... význam zkratk			
Roční průměr denních intenzit dopravy		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV				
RPDI - všechny dny	voz/den	481	247	49	43	50	486	37	0	4	9	1 406	4 509	58	5 973				
		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV				
RPDI - pracovní den (Po-Pá)	voz/den	598	307	63	53	64	621	43	0	5	11	1 765	4 758	52	6 575				
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	190	97	15	17	15	147	21	0	2	4	508	3 887	74	4 469				
Hodinová intenzita dopravy												TV	SV						
Padesátirázová intenzita dopravy												142	603						
Špičková hodinová intenzita dopravy												144	570						
Těžká nákladní vozidla - TNV															TNV				
Hodnota TNV												1 661							
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty												OA	NA	NS	Celkem				
Roční průměr intenzit, den (06-18)												3 564	678	414	4 656				
Roční průměr intenzit, večer (18-22)												667	56	77	800				
Roční průměr intenzit, noc (22-06)												336	87	94	517				
Emise										OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem				
Roční špičková hodinová intenzita dopravy												740	78	49	95	6	968		
Koefficienty nerovnoměrnosti dopravy												alfa	beta	gama	PS				
Koefficient nerovnoměrnosti dopravy												0.95	0.00	0.00	56.44				
Intenzita cyklistické dopravy															C				
Cyklistická doprava												cyklo/den	9						

Obrázek 57 Sčítání dopravy 2010 - úsek 2 [11]

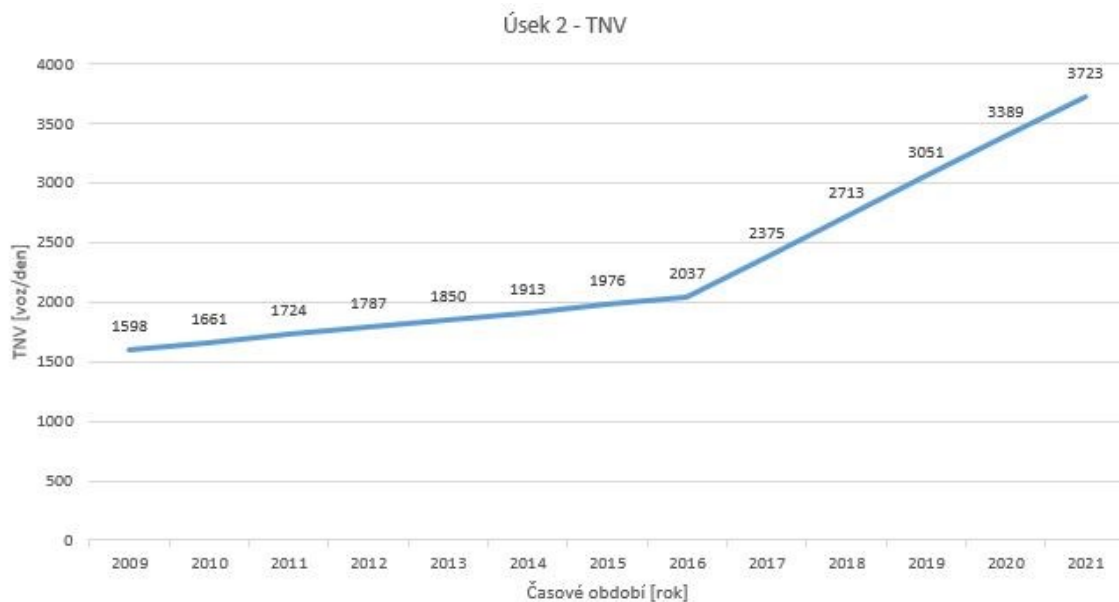
Sčítání dopravy 2016 (sč.úsek: 5-2250)														... význam zkratk			
Roční průměr denních intenzit dopravy		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - všechny dny	voz/den	540	273	51	81	57	611	37	3	3	10	1 666	5 857	84	7 607		
RPDI - pracovní den (Po-Pá)		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - pracovní den (Po-Pá)	voz/den	690	349	66	103	74	793	43	4	4	13	2 139	6 255	78	8 472		
RPDI - volné dny (mimo svátky)		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	166	84	13	25	15	156	22	1	1	3	486	4 862	98	5 446		
Hodinová intenzita dopravy												TV	SV				
Padesátirázová intenzita dopravy	voz/h											175	746				
Špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											166	726				
Těžká nákladní vozidla - TNV												TNV					
Hodnota TNV	voz/den											2 037					
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty												OA	NA	NS	Celkem		
Roční průměr intenzit, den (06-18)	voz/den	Tabulky s intenzitami dopravy pro hlukové a emisní výpočty vznikly přepočtem z RPDI pomocí TP 219 platných v době prezentace výsledků CSD 2016. Pro aktuální výpočty je nutné použít platné TP 219.										4 646	783	511	5 940		
Roční průměr intenzit, večer (18-22)	voz/den											867	64	95	1 026		
Roční průměr intenzit, noc (22-06)	voz/den											427	99	113	639		
Emise												OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem
Roční špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											962	87	59	116	6	1 230
Koefficienty nerovnoměrnosti dopravy												alfa	beta	gama	PS		
Koefficient nerovnoměrnosti dopravy	-											1.05	1.00	1.05	56.44		
Intenzita cyklistické dopravy												C					
Cyklistická doprava	cyklo/den											12					

Obrázek 58 Sčítání dopravy 2016 - úsek 2 [11]

Tabulka 33 „Celkový počet vozidel z vlastního sčítání dopravy a CSD – úsek 2“ byla vypočítaná podle podkladů z let 2010, 2016 a 2021 a mezilehlé roky byly spočítány interpolací [28]. Tabulka zobrazuje počty vozidel v jednotlivých kategoriích a po jednotlivých letech 2009–2021. Zobrazuje součty vozidel/den/rok pro každé období zvlášť a zároveň z ní lze vyčíst TNV pro jednotlivé roky a celkový součet těžkých nákladních vozidel. Pro tento úsek je TNV = 10 875 905 voz/12 let, což je oproti prvnímu úseku vyšší hodnota o 2 297 675 voz/12 let.

Měřeným profilem silnice I/17 v obci Kočí projelo za období 12 let (2009–2021) 35 610 860 vozidel všech kategorií. Jedná se opět o vyšší počet vozidel oproti úseku v Lázních Bohdaneč a to o 6 638 985 vozidel.

Nejčetnější výskyt má kategorie osobních automobilů, a to s počtem 26 810 345 vozidel (viz. Tabulka 34).



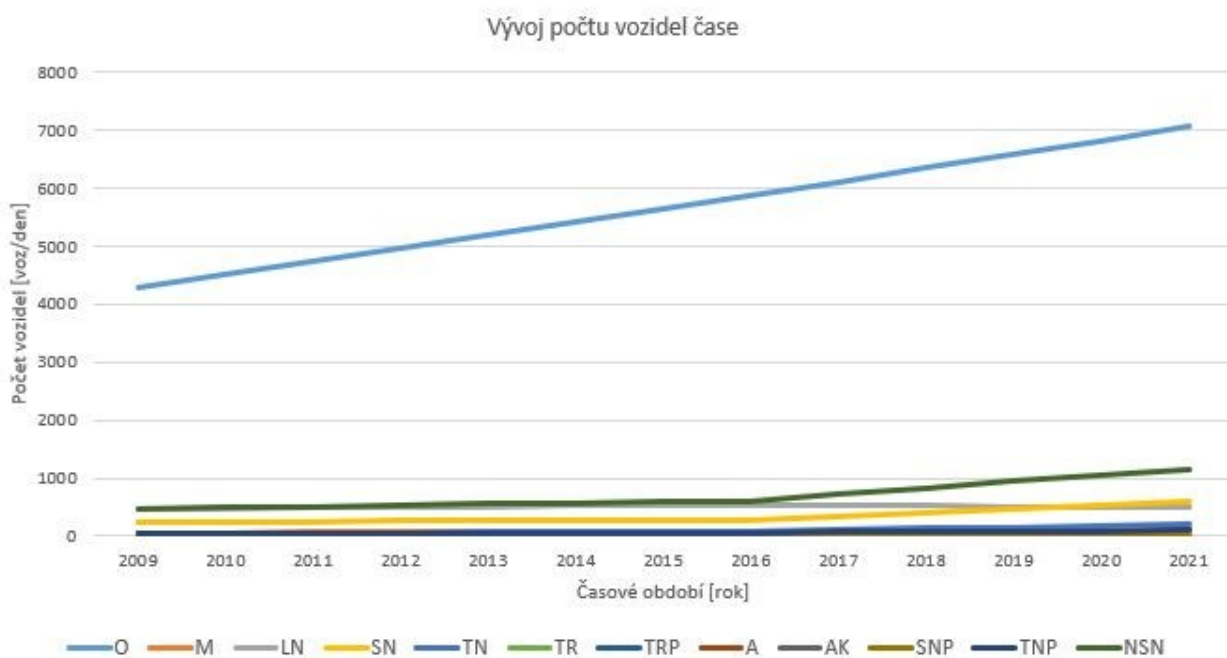
Obrázek 59 Grafické znázornění růstu TNV – úsek 2

Tabulka 33 Celkový počet vozidel z vlastního sčítání dopravy a CSD – úsek 2

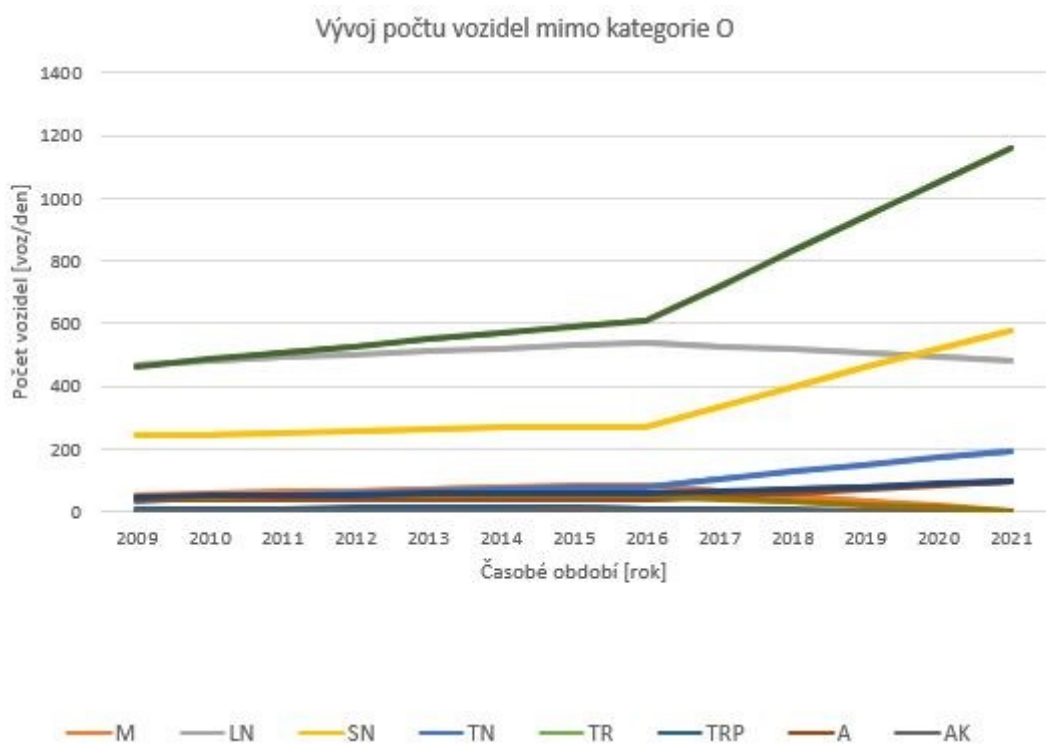
Roky Kat. voz.	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
O	4284	4509	4734	4959	5184	5409	5634	5857	6097	6337	6577	6817	7055
M	53	58	63	68	73	78	83	84	68	52	36	20	0
LN	471	481	491	501	511	521	531	540	529	518	507	496	483
SN	242	247	252	257	262	267	272	273	335	397	459	521	580
TN	36	43	50	57	64	71	78	81	104	127	150	173	193
TR	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	0
TRP	8	9	10	11	12	13	14	10	8	6	4	2	0
A	37	37	37	37	37	37	37	37	49	61	73	85	97
AK	0	0	1	2	3	4	5	3	3	3	3	3	0
SNP	48	49	50	51	52	53	54	51	41	31	21	11	0
TNP	48	50	52	54	56	58	60	57	65	73	81	89	97
NSN	465	486	507	528	549	570	591	611	721	831	941	1051	1160
Součet [voz/den]	5969	5973	6251	6529	6807	7085	7363	7607	8023	8439	8855	9271	9665
Součet [voz/rok]	2079040	2180145	2281615	2383085	2484555	2586025	2687495	2776555	2928395	3080235	3232075	3383915	3527725
Součet [voz/12 let]	Celkem vozidel = 35 610 860 voz/12 let												
TNV [voz/den]	1598	1661	1724	1787	1850	1913	1976	2037	2375	2713	3051	3389	3723
TNV [voz/rok]	583270	606265	629260	652255	675250	698245	721240	743505	866875	990245	1113615	1236985	1358895
TNV [voz/12 let]	Celkem TNV = 10 875 905 voz/12 let												

Tabulka 34 Počet vozidel za období 2009-2021 - úsek 2

Kategorie vozidel	Počet vozidel [voz/12 let]	Kategorie vozidel	Počet vozidel [voz/12 let]
O	26 810 345	TRP	39 055
M	268 640	A	241 265
LN	2 401 700	AK	10 950
SN	1 592 860	SNP	186 880
TN	447 855	TNP	306 600
TR	15 695	NSN	3 289



Obrázek 60 Grafické znázornění vývoje počtu všech vozidel – úsek 2



Obrázek 61 Graf. znázornění vývoje počtu vozidel, mimo kat. O – úsek 2

7.5. Úsek 2 - Poruchy

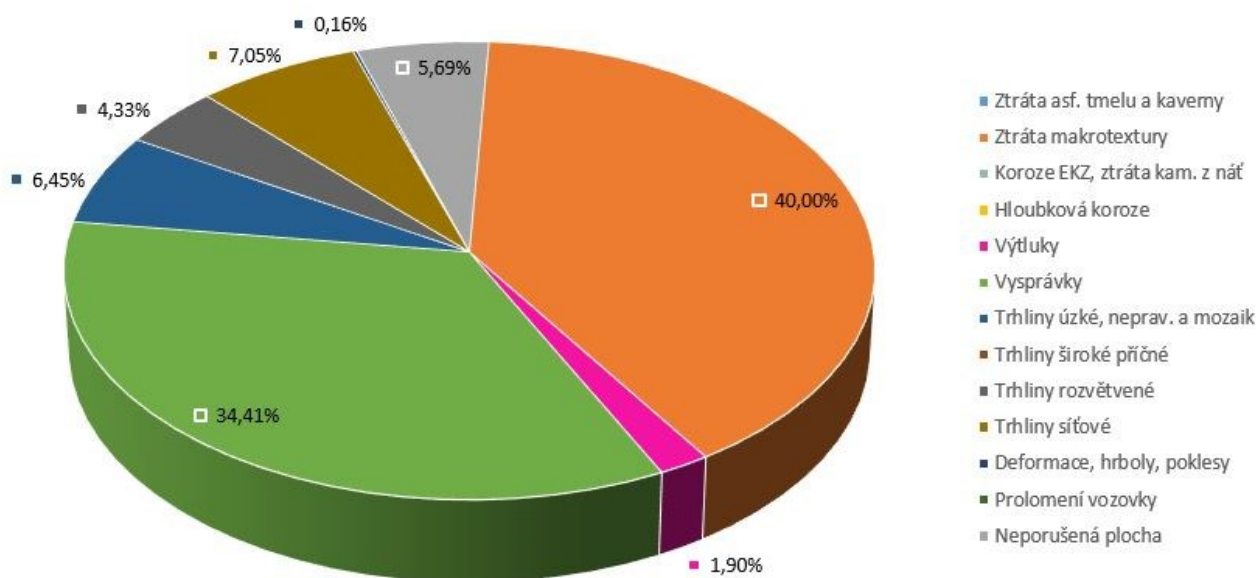
Tabulka 35 Sběr poruch – levý jízdní pruh, úsek 2

Pořadí	Číslo dle kat. listu z TP 82	Název poruchy	Délka [m]	Šířka [m]	Plocha [m]	% zastoupení	Klasifikační stupeň
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 0-30 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
2'	9	Vysprávký	28,66	3,50	100,30	95,52	5
3'	10	Mozaikové trhliny	27,50	1,50	41,25	39,29	5
4'	17	Sít'ové trhliny	8,00	1,50	12,00	11,43	5
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 30-60 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
5'	9	Vysprávký	-	-	22,75	21,67	5
6';7'	17	Sít'ové trhliny	35,50	1,50	53,25	50,71	5
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 60-90 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
8'	15	Trhlina rozvětvená	3,70	1,50	5,55	5,29	5
9'	9	Vysprávký	7,50	3,50	26,25	25,00	5
10'	17	Sít'ové trhliny	7,50	1,50	11,25	10,71	5
11'	11	Trhlina úzká podélná	2,20	0,20	0,44	0,42	2
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 90-120 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
12';14'	8	Výtlučky	-	-	19,60	18,67	5
13'	12	Sít'ové trhliny	26,00	3,00	78,00	74,29	5
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 120-150 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
15'	17	Sít'ové trhliny	17,00	1,50	25,50	24,29	5
16';18'	8	Výtlučky	-	-	12,30	11,71	5
17'	15	Trhlina rozvětvená	1,80	1,50	2,70	2,57	5

19'	21	Vyjeté koleje	5,00	0,50	2,50	2,38	4
20'	9	Vysprávký	10,73	3,50	37,55	35,67	5
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 150-180 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
20'	9	Vysprávký	28,57	3,50	100	95,24	5
21'	15	Trhlina rozvětvená	29,00	1,50	43,50	41,43	5
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 180-210 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
22'	24	Místní pokles	-	-	0,25	0,24	3
23'	11	Trhlina úzká podél.	25,00	0,20	5,00	4,76	4
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 210-240 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
23'	11	Trhlina úzká podél.	30,00	0,20	6,00	5,71	5
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 240-270 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
23'	11	Trhlina úzká podél.	5,00	0,20	1,00	0,95	2
24'	9	Vysprávký	14,40	3,50	50,40	48,00	5
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 270-300 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
25'	10	Mozaikové trhliny	25,00	1,50	37,50	35,71	5
26';27'	9	Vysprávký	-	-	38,50	36,67	5
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 300-330 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
27'	9	Vysprávký	3,00	3,50	10,50	10,00	5
28';29'	15	Trhliny rozvětvené	14,00	1,50	21,00	20,00	5
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 330-360 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
30'	9	Vysprávký	27,60	3,50	96,60	92,00	5
31'	10	Mozaikové trhliny	2,00	1,50	3,00	2,86	4

Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 360-390 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
32';33';24'	9	Vysprávký	-	-	85,50	81,43	5
35'	10	Mozaikové trhliny	9,00	1,50	13,50	12,86	5
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 390-420 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
34'	9	Vysprávký	2,80	3,50	9,80	9,33	5
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 420-450 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
36'	12	Sít'ové trhliny	3,10	0,20	0,62	0,59	2
Kočí – Levý jízdní pruh, staničení 450-480 m							
1'	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5

Zastoupení jednotlivých skupin poruch - levý jízdní pruh na silnici I/17



Obrázek 62 Grafické znázornění procentuálního výskytu poruch – levý jízdní pruh, úsek 2

Na úseku dlouhém 480 metrů a o šířce jízdního pruhu 3,50 metrů se vyskytuje 94,31 % poruch. Nejvyšší procentuální zastoupení poruch na vozovce PK je ztráta makrotextury (40,00 %) a vysprávký (34,41 %).

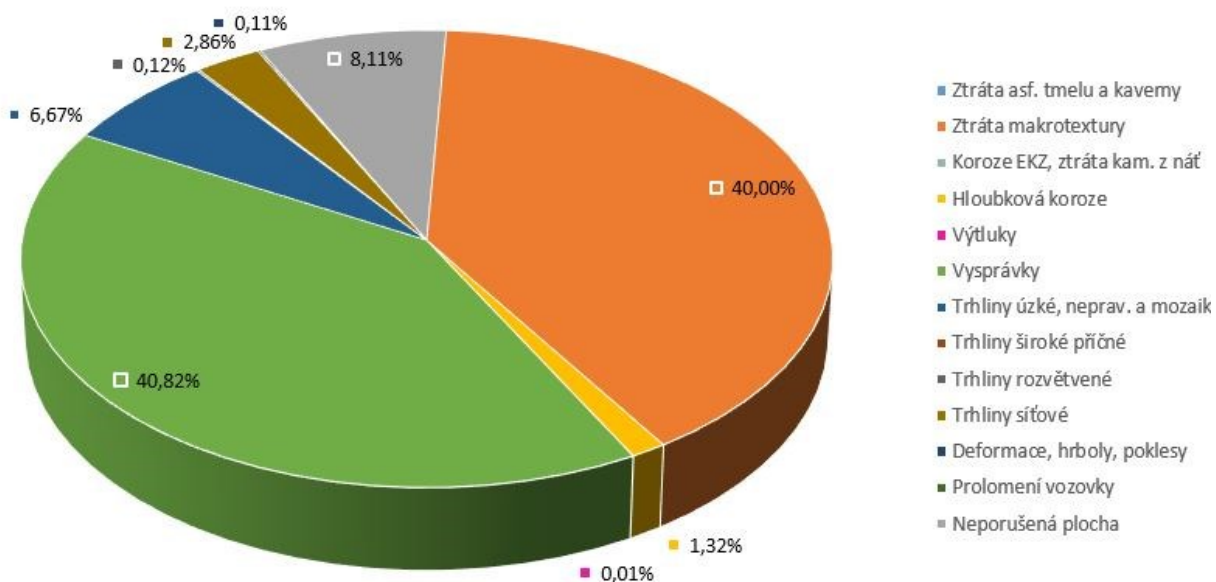
Tabulka 36 Sběr poruch – pravý jízdní pruh, úsek 2

Pořadí	Číslo dle kat. listu z TP 82	Název poruchy	Délka [m]	Šířka [m]	Plocha [m]	% zastoupení	Klasifikační stupeň
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 0-30 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
2	9	Vysprávký	20,00	3,50	20,00	19,05	5
3,4	10	Mozaikové trhliny	11,00	1,50	16,50	15,71	5
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 30-60 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
4	10	Mozaikové trhliny	30,00	1,50	45,00	42,86	5
5,6	9	Vysprávký	-	-	40,00	38,10	5
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 60-90 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
5,6,7	9	Vysprávký	-	-	51,00	48,57	5
8	16	Trhlina rozvětvená	1,30	1,50	1,95	1,86	4
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 90-120 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
9,14	10	Mozaikové trhliny	10,00	1,50	15,00	14,29	5
10	8	Výtluky	-	-	0,10	0,10	5
11,12	9	Vysprávký	16,70	3,50	58,45	55,67	5
13	17	Síťové trhliny	18,00	1,50	27,00	25,71	5
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 120-150 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
11,12,15	9	Vysprávký	26,30	3,50	92,05	87,67	5
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 150-180 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5

16	9	Vysprávký	-	-	0,25	0,24	3
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 180-210 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
17,18	9	Vysprávký	-	-	0,55	0,52	3
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 210-240 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
19	9	Vysprávký	2,90	3,50	10,50	10,00	5
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 240-270 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
19,21,22	9	Vysprávký	-	-	94,90	90,38	5
20	10	Mozaikové trhliny	23,00	1,50	34,50	32,86	5
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 270-300 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
22	9	Vysprávký	30,00	3,50	105,00	100,00	5
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 300-330 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
22	9	Vysprávký	11,15	3,50	39,03	37,17	5
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 330-360 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
23	5	Ztráta kameniva	5,74	3,50	20,10	19,14	5
24	9	Vysprávký	17,00	3,50	59,50	56,67	5
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 360-390 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
24,25,26	9	Vysprávký	30,00	3,50	105,00	100,00	5
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 390-420 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
25,26,28	9	Vysprávký	-	-	47,25	45,00	5
27	5	Ztráta kameniva	-	-	20,00	19,05	5
29	11	Trhlina úzká podél.	3,00	0,20	0,60	0,57	2

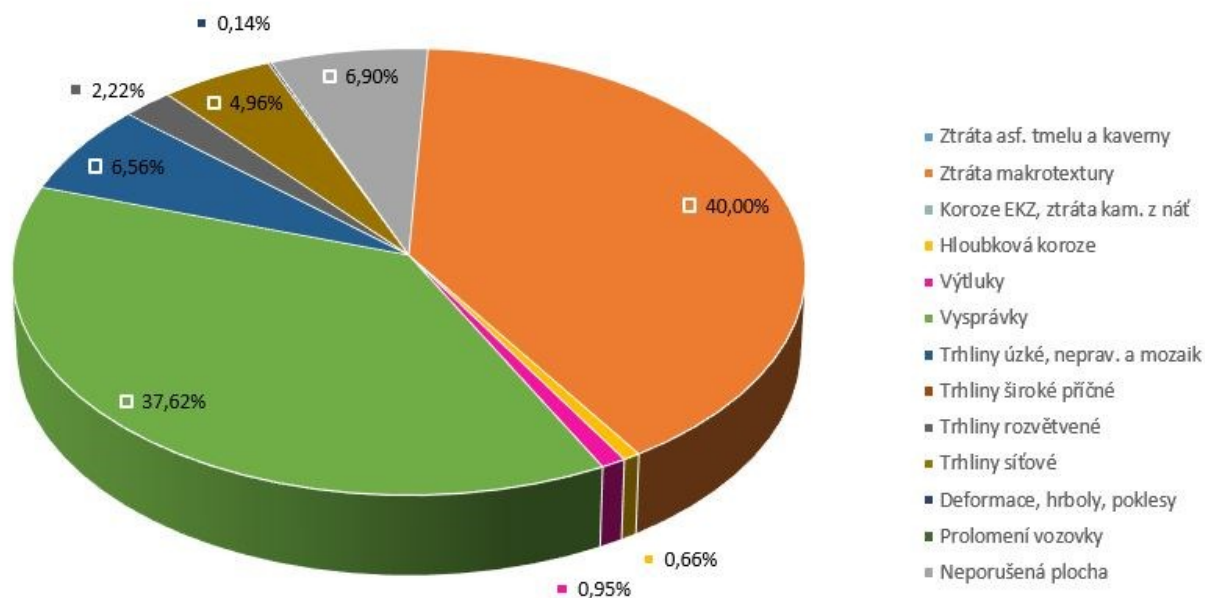
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 420-450 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5
30,31	9	Vysprávký	6,10	3,50	21,35	20,33	5
32,33	17	Síťové trhliny	14,00	1,50	21,00	20,00	5
34	12	Trhlina úzká příčná	2,40	0,20	0,48	0,46	2
35	24	Místní pokles	1,80	1,00	1,80	1,71	4
Kočí – Pravý jízdní pruh, staničení 450-480 m							
1	2	Ztráta makrotextury	30,00	1,60	48,00	45,71	5

Zastoupení jednotlivých skupin poruch - pravý jízdní pruh na silnici I/17



Obrázek 63 Grafické znázornění procentuálního výskytu poruch – pravý jízdní pruh, úsek 2

Zastoupení jednotlivých skupin poruch - silnice I/17



Obrázek 64 Grafické znázornění procentuálního výskytu poruch – úsek 2

Na obou jízdnicích se vyskytuje 93,10 % poruch. Jedná se o relativně vysoký zástup poruch, který zcela ovlivňuje provoz a bezpečnost na PK. Rozdíl mezi jízdnicí pruhy není markantní, nýbrž se jedná o velice podobně porušené úseky. V obou pružích se na vozovce vyskytuje 40,00 % ztráty makrotextury. Levý jízdnicí pruh má menší procentuální zastoupení vysprávek o 6,41 %, dále trhlin úzkých, pravidelných a mozaik o 0,22 %. Zatímco pravý jízdnicí pruh má nižší zastoupení síťových trhlin o 4,19 %, ale navíc se na něm vyskytuje hloubková koroze o ploše cca 22 m², tj. 1,32 % (viz. Obrázek 62, 63).

Neporušená plocha celého úseku PK je 6,90 %. Na zbylých 91,10 % vozovky se vyskytují:

- Ztráta makrotextury – 40,00 %
- Vysprávky – 37,62 %
- Trhliny úzké, nepravidelné, mozaiky – 6,56 %
- Trhliny síťové – 4,96 %
- Trhliny rozvětvené – 2,22
- Výtluky – 0,95 %
- Hlubková koroze – 0,66 %
- Deformace, hrboly, poklesy – 0,14 %

7.6. Úsek 2 - Shrnutí

Neporušená plocha obou jízdních pruhů dohromady (vozovka PK) je pouze 6,90 % z celkové plochy 3360 m². Celá vozovka je už na první vizuální pohled ve špatném stavu a je patrné, že potřebuje okamžitou rekonstrukci (také podle klasifikačních stupňů).

Po silnici I/17, respektive po zkoumaném úseku této komunikace za posledních 12 let projelo 35 610 860 vozidel všech kategorií a z toho celkový součet TNV je 10 875 905 vozidel (viz. Tabulka 33, 34).

Tloušťka konstrukce vozovky je 310–400 mm (viz. Obrázek 26). Což je v průměru menší tloušťka o 155 mm než na úseku 1. Po celé délce vozovky je v jízdních stopách vozidel ztráta makrotextury, která se vyznačuje nebezpečnou ztrátou protismykových vlastností. Ztráta hmoty se objevuje i na místech, kde jsou provedeny vysprávkky, které zastupují 37,62 % plochy.

Bez běžné údržby se nepravidelné a mozaikové trhliny (6,56 %) s postupem času, klimatického a dopravního zatížení vyvíjejí (viz. Obrázek 5) a důsledkem jsou síťové, rozvětvené trhliny a v poslední fázi výtluky (0,95 %).

8. ZÁVĚR

Mezi elementární výsledky této bakalářské práce lze řadit počty vozidel, které projely danými profily zkoumaných pozemních komunikací a sběr poruch na jejich vozovkách. Důležitým faktorem jsou způsoby, kterými tyto data byla získána. Například pro sčítání dopravy byla realizována kalibrace radarového detektoru Sierzega SR4, díky čemuž lze stanovit s jakou odchylkou radar sčítal. Bylo zjištěno, že přesnost radarového měření ovlivňuje skladba provozu, která u převládající nákladní dopravy má relativní odchylku 47,83 % a několik dalších případů/situací, kdy například za projíždějícím kamionem jelo vzápětí osobní vozidlo a radar zaznamenal pouze jednostopé vozidlo kategorie 1 a nikoliv vozidlo kategorie 2. Zásadní problém nastává při míjení vozidel při vyšší intenzitě dopravy. Při míjení automobilů v místě snímání radaru dochází ke zkreslení tím, že vzniká překrývání. Vozidla v kladném směru registruje radar jako první, přičemž začne měřit délku protijedoucího vozidla a tím vyhodnotí pouze jedno vozidlo, které může být zkrácené.

Sčítání dopravy u obou úseků je tedy ovlivněno těmito faktory zmíněnými výše. A proto celkový počet vozidel, který projel měřenými úseky za období od poslední rekonstrukce vozovky (2009) do současnosti (2021) nebyl stanoven metodou jednotného součinitele, ale byl stanoven metodou, která vychází ze skutečných hodnot. Respektive z hodnot, které byly získány ze celostátního sčítání dopravy pro roky 2010 a 2016. Metoda výpočtu stanovující množství vozidel vychází ze tří vstupních hodnot, jedná se o CSD 2010, CSD 2016 a vlastní průzkum 2021. Hodnoty pro ostatní roky (2009–2021) byly spočítány lineární interpolací. Na základě skutečnosti jsou výsledné cifry zkresleny poměrně jednoduchou linearizací, avšak se opírají o skutečná data.

Na silnici I/36 v obci Lázně Bohdaneč (úsek 1) za časový horizont 12 let projelo 28 971 875 vozidel z toho 8 578 230 TNV. Nejvyšší nárůst intenzity dopravy je zcela viditelný u návěsové soupravy nákladních vozidel. Vypočtená celková hodnota NSN činí 290 540

vozidel/12 let. Od roku 2016 se zvýšila intenzita dopravy i u středních nákladních vozidel bez přívěsu. Na silnici I/17 v obci Kočí (úsek 2) za časový horizont 12 let projelo 35 610 860 vozidel a z toho 10 875 905 TNV. Na této PK se intenzita dopravy v časovém horizontu také zvýšila především u návěsové soupravy nákladních vozidel a středních nákladních vozidel bez přívěsu (1 592 860 voz/12 let). Zvyšující se počty nákladních vozidel jsou zřejmě ovlivněny životním stylem (rychlý, uspěchaný), ekonomikou a dostupností dopravních prostředků.

Sběr poruch byl realizován za účelem zjištění stávajícího stavu vozovky, který je ovlivněn zvyšujícím se dopravním zatížením a konstrukcí vozovky. Byla provedena pěší vizuální prohlídka s grafickým záznamem do předem připravených formulářů. Délka sběru byla rozdělena na 16 dílčích úseků po 30 metrech, tedy celková délka je 480 metrů a šířka jednoho jízdního pruhu je 3,50 metrů. Zkoumaná plocha pro celý úsek (oba jízdní pruhy) činí 3360 m².

Na vozovce v Lázních Bohdaneč se vyskytuje 14,69 % poruch a neporušená plocha je tedy 85,31 %. Zatímco na vozovce v obci Kočí činí neporušená plocha pouhých 6,90 % a porušená plocha 93,10 %.

Procentuální zastoupení poruch na obou vozovkách je velice rozdílné. Důvodem této odlišnosti mohou být jiné skladby konstrukce vozovky, dopravní zatížení a rok poslední rekonstrukce. Tloušťka konstrukce vozovky na úseku 2 je v průměru o 155 mm menší než na úseku 1. Tím pádem se může jednat o poddimenzování dané vozovky vůči stoupajícímu dopravnímu zatížení. Intenzita dopravy v obci Kočí je vyšší o 6 639 985 vozidel/12 let než v obci Lázně Bohdaneč. Dle mého názoru to jsou dva hlavní důvody, proč jsou obě komunikace natolik rozdílné z hlediska poruchovosti.

Posledním důvodem může být živostnost konstrukce vozovky. Vzhledem k tomu, že nebylo možné dohledat přesné údaje o poslední rekonstrukci úseku silnice I/17.

Každopádně vznik a vývoj poruch na vozovkách pozemních komunikací ovlivňují z velké části počty projíždějících vozidel. Proto je podle mého individuálního názoru vhodné věnovat více pozornosti rostoucí dopravě a nebagatelizovat tuto problematiku. Zajisté je důležitým faktorem i počet TNV a jejich přetěžování nadměrnými náklady. Za účelem snížení finančních nákladů na přepravu zboží se nákladní motorová vozidla přetěžují. A tím vznikají situace, při kterých dochází ke snížení ovladatelnosti vozidla. Především se mění délka brzdné dráhy. Rostoucí hmotnost TNV negativně ovlivňuje poruchovost a stávající konstrukce vozovek PK nedokážou vyhovět takovému zatížení a přenést ho do podloží.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *České automobilky loni vyrobily rekordní počet aut. Svaz průmyslu a dopravy České republiky [online]. [cit. 3.03.2021]. Dostupné z:*
<https://www.spcr.cz/muze-vas-zajimat/z-clenske-zakladny/12545-ceske-automobilky-loni-vyrobily-rekordni-pocet-aut>
- [2] *Dodatek TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací, Ministerstvo dopravy ČR, odbor silniční infrastruktury, ze dne 1. září 2010*
- [3] *Kapitola I. Dopravní urbanismus (ČÁST 2) | Zvýšení vědeckovýzkumného potenciálu pracovníků a studentů technických vysokých škol v oblasti dopravy. Zvýšení vědeckovýzkumného potenciálu pracovníků a studentů technických vysokých škol v oblasti dopravy [online]. 2009, Fakulta strojní [cit. 3.03.2021]. Dostupné z:*
<http://projekt150.ha-vel.cz/node/88>
- [4] *TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy, Ministerstvo dopravy ČR, odbor pozemních komunikací, ze dne 5. září 2018*
- [5] *TP 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek, Ministerstvo dopravy ČR, odbor silniční infrastruktury, ze dne 1. března 2010*
- [6] *TP 219 Dopravně inženýrská data pro kvantifikaci vlivů automobilové dopravy na životní prostředí, Ministerstvo dopravy ČR, odbor pozemních komunikací, ze dne 10. května 2019*
- [7] *ZAJÍČEK, Jan. Úvod do navrhování vozovek. Technologie stavby vozovek. Poruchy a opravy vozovek. Sdružení pro výstavbu silnic, Praha 2014. [cit. 12. 03. 2021]. Dostupné z:*
<https://www.sdruzeni-silnice.cz/Download.aspx?param=jx3godhnp7M1LWTdfUhReHZ0FA2jk5btzU2gJalp3okRxaMfN9NKOjBZregiAeq1zvNXADobRXiBlDtZoF97oKEvI7oxiGuN6CiMQml3%2BrdFcfCpZtqAFQACRLqMoM63LRiqUbgGJARaaoEqSAaaL6FEMTf%2BQIoP4jtp7%2F4nSyUOu3glVQ7hbtNbQ4mlJhFU911eU7PXAEBLlu7fB7jCxYAfOfN87%2BHQk%2Bu91eCbNZZQnL8%2FmLRINl6a52d9Iw%2FCL%2FGm38bPYv6hCvqFgRgdFtPjN5H7hGbLlfkC2ODVBuh2t3nxGgr3LeNhO7Q8neaV5C6D7%2BPIInsLWQ%2FhgpKbHdIX38bd4oke6zvUaF%2FHSvK5bXF13ZzEDECqrHorXGenTzF1WhJviT9ISVefO643EE5lok5q196tyHpkICw%2B3Iq%2BreqIre%2B4BomXl3FOxKMVAuPOWOZK6svHncWi0nSl8U6ZdNs6e9WpGMFd4yJgeNyIFrVeS910BntaiAeVgPL3zhzmirxJ0ntpZ%2BcmF05Q%3D%3D&tname=SiteContent.aspx>
- [8] *TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, Ministerstvo dopravy ČR, odbor pozemních komunikací, ze dne 22. listopadu 2018*
- [9] *Celostátní sčítání dopravy. Celostátní sčítání dopravy [online]. Dostupné z:*
<https://scitani.vars.cz#!/reservation>
- [10] *Zákon č. 13/1997 Sb. – Zákon o pozemních komunikacích. ze dne 23. ledna 1997. [cit. 12. 03. 2021].*

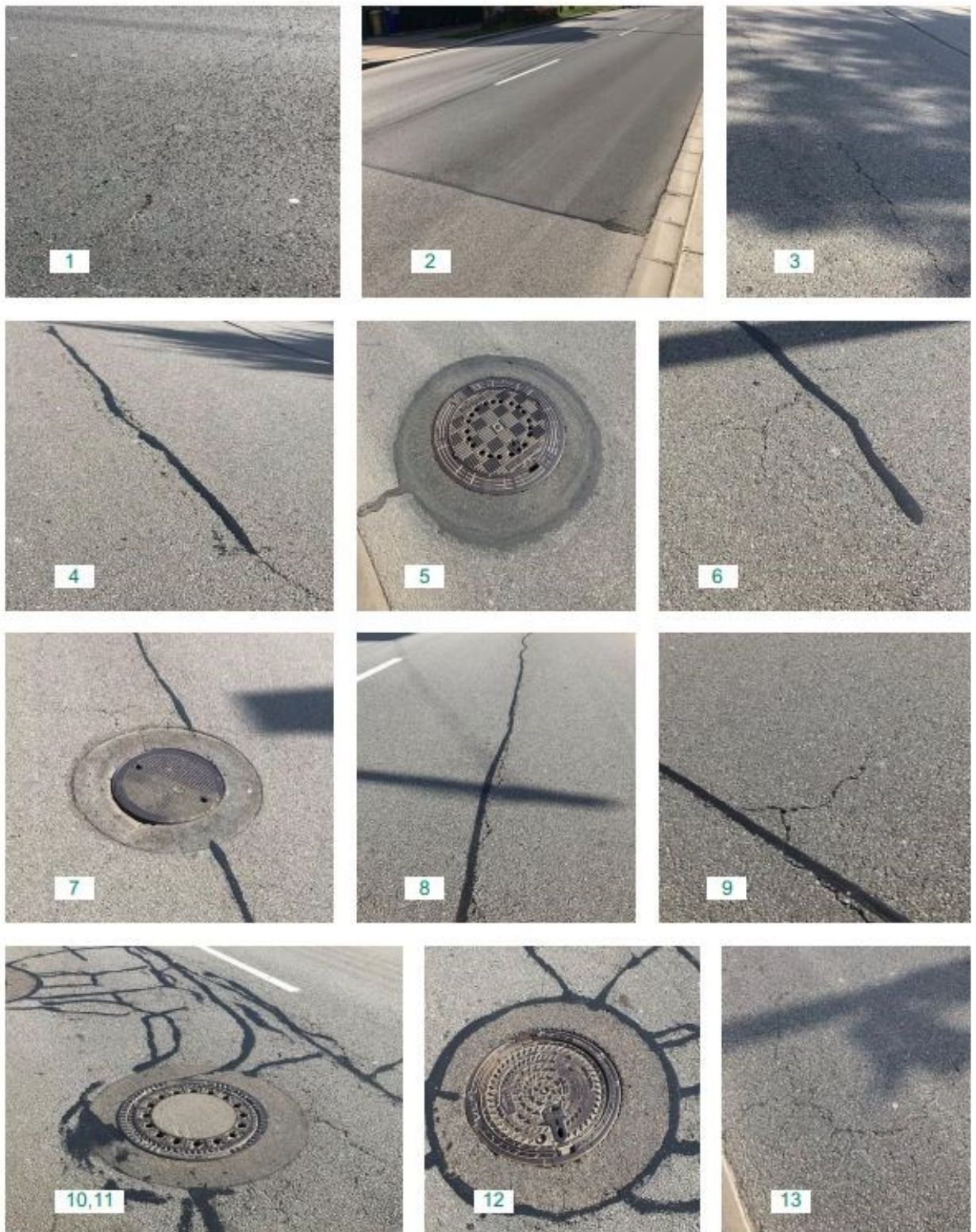
- [11] *Prezentace výsledků sčítání dopravy 2016. [online]. [cit. 12.03.2021]. Dostupné z:*
<http://scitani2016.rsd.cz/pages/shop/default.aspx>
- [12] *TP 82 Katalog poruch netuhých vozovek, Ministerstvo dopravy ČR, odbor silniční infrastruktury, ze dne 25. února 2010*
- [13] *Dálnice a silnice-Betonové vozovky. Konference-Betonové vozovky [online]. Dostupné z:*
<https://www.betonovevozovky.cz/information/dalnice-a-silnice/>
- [14] *ČSN 73 6114 – Vozovky pozemních komunikací. Základní ustanovení pro navrhování, Stavební fakulta ČVUT v Praze, 1995, třídící znak 736114*
- [15] *HÝZL, Petr. Poruchy vozovek a jejich příčin. Technologie stavby vozovek. Poruchy a opravy vozovek. Sdružení pro výstavbu silnic. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební. [online]. [cit. 8.04.2021]. Dostupné z:*
<https://www.sdruzeni-silnice.cz/Download.aspx?param=jx3godhnp7M1LWTdfUhReCx1DocnVJtuHgpaL2xStxRmKZUOx9xdYIvpgU9l6QdYWai%2BcCliwso7hlZ3h6vt9WIJZb7xiCysiv%2B2P8mEz2Y87YtWnIrdj%2FOT15WUpW%2FgeN7IKuFpVCeIVMfpDXhTj1reGAXfsFG1jjeunl0mQHqkRXfK%2FDcctU5muv9bcjIIB3OzinA3b0D9PDdAEANdRP6w62ILcKClpw3mkyr3gTdxLl3BIw8thLMG8HsdMGlyxJ6hPvmUrKygyFYfV7CuHZFMLoCvX80W3mjVtyjHU9kD4AxV%2FoPvZaM28W2BiQKwq7RLfmyV4Jomee0ccOoJRtiYgGJVrnYmi1blSsj39Hlr8cYyxmw0NNzey3Tps8T6lbdqRjG2RSpqoUJVxXvBvE9CQKK6mzA0x85uQMJ2zFmt9M9G55qOKzmlxpk%2FfpMZ32ZvnWp1etittGELGvNrhJfwYJgrSTNR%2FTfpiqOGOpB%2F0jLY1GneIyzhg7AZN9BPxD17NnstStt7CkUrumeAA%3D%3D&tname=SiteContent.aspx>
- [16] *KUDRNA, Jan. Diagnostika a management vozovek. Poruchy netuhých vozovek. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební. Brno 2007. [cit. 8.04.2021]. Dostupné z:*
[http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/CM51-Diagnostika%20a%20management%20vozovek%20\(DST\)/M04-Poruchy%20netuh%C3%BDch%20vozovek.pdf](http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/CM51-Diagnostika%20a%20management%20vozovek%20(DST)/M04-Poruchy%20netuh%C3%BDch%20vozovek.pdf)
- [17] *Vyhláška č. 104/1997 Sb., ze dne 7. května 1997 Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou provádí zákon o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů, Ministerstvo dopravy*
- [18] *ZAJÍČEK, Jan. Diagnostický průzkum vozovek. Technologie stavby vozovek. Poruchy a opravy vozovek. [online]. [cit. 15.04.2021]. Dostupné z:*
<https://www.sdruzeni-silnice.cz/Download.aspx?param=jx3godhnp7M1LWTdfUhReBLPJOCAGIU%2BTKEd%2Bg9WA3ZphT%2F9eKXsM6NW0gJBiai6iQXPITM79Ubqnnv8uc4GGXFrjwc9IBcI%2BrE9aV7%2F82vB7CfV%2FopHtIWdpErnzSesKgT4Lq610FD1MVK9vXsVVjsx4mfGIHpDlaCvK2LUvzN4ZSCXkU29KbDBARVvDfXsJK%2F5bsxstASaGuVE%2F0LpwAQOadv3EpFkfWkp%2BwvWp6Tu78WPQDuOOzIMCH8LMatHMWl>

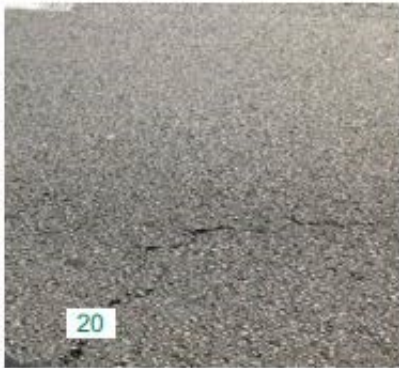
[TMfirhHdro4wY%2Ba%2BZ30GDXSqkDyX1BNwYeY4Xmw%2BY0Impza0yIoBV57A819XFh%2BwdXz%2Bwte3ri4JdCtocqOW%2F2fOdAjuX8oIcle9m2IUZfARaZ76hAC0qgdcWvbHI%2BwleQx0D%2FG4ZGuFhrKqeGBOJUMAU0WmpksQEvFBEZfAx2ZzxsM6TV03i7LCRHDC2qFcPRHI50%2F4IrbAUw1CIlaVWEYxo%2BcSblPkZRvBRvh5G9KjfkK9o8HV6uOKsYAwlkIIKaduvj8f%2F96EKjZ0sig%3D%3D&tname=SiteContent.aspx](https://www.merice-rychlosti.cz/wp-content/uploads/2020/01/navod_SRx-v20.pdf)

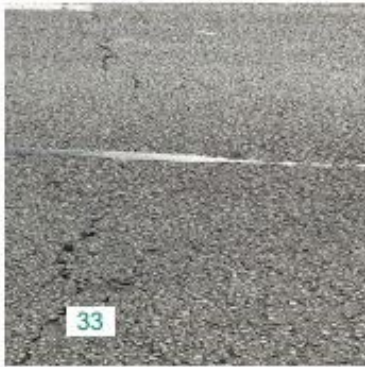
- [19] *SILOVSKÁ, Jana. Limity přístrojů určených k zaznamenávání vozidel a měření jejich rychlosti. Praha 2016. Diplomová práce (Ing.). České vysoké učení v Praze, Fakulta dopravní.*
- [20] *MRÁZ, Petr. Návod k obsluze SR4. Měřiče rychlosti-Radarová zařízení a měřiče rychlosti pro použití v silničním provozu [online]. [cit. 20.04.2021]. Dostupné z: https://www.merice-rychlosti.cz/wp-content/uploads/2020/01/navod_SRx-v20.pdf*
- [21] *Mapy.cz. Mapy.cz [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.8044000&y=50.3850000&z=11>*
- [22] *BUDÍKOVÁ, Marie. Statistika II. Brno 2006. Distanční studijní opora. Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta.*
- [23] *Prezentace výsledků sčítání dopravy. Object moved [online]. [cit. 20.04.2021]. Dostupné z: <http://scitani2016.rsd.cz/pages/map/default.aspx>*
- [24] *DSP a.s.. DSP a.s. [online]. 2021 DSP a.s., [cit. 23.04.2021]. Dostupné z: <https://www.dsp-as.cz/>*
- [25] *HABURAJ, František. Průzkum konstrukce a podloží vozovky, Silnice I/36 Lázně Bohdaneč. Stanovení skladby konstrukce a podloží vozovky. Leden 2019. DSP a. s*
- [26] *HABURAJ, František. Průzkum konstrukce a podloží vozovky, Silnice I/17 Kočí.. Stanovení polycyklických aromatických uhlovodíků. Září 2020. DSP a. s*
- [27] *BRZEZINA, Jáchym. Pokles dopravy a změna mobility během nouzového stavu | Blog o meteorologii, hydrologii a kvalitě ovzduší. 301 Moved Permanently [online]. ČHMÚ, pobočka Brno. 17. května 2020. [cit. 5.05.2021]. Dostupné z: <https://chmibrno.org/blog/2020/05/17/pokles-dopravy-a-zmena-mobility-behem-nouzoveho-stavu/>*
- [28] *HAMERNÍK, Pavel. Procedurální generování měst. Bakalářská práce. Brno 2016. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií.*

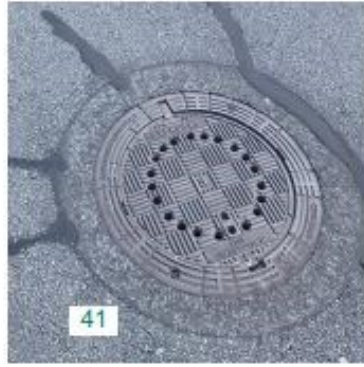
PŘÍLOHY

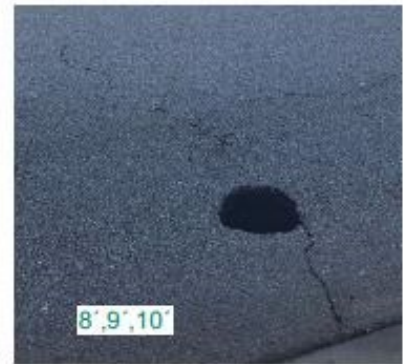
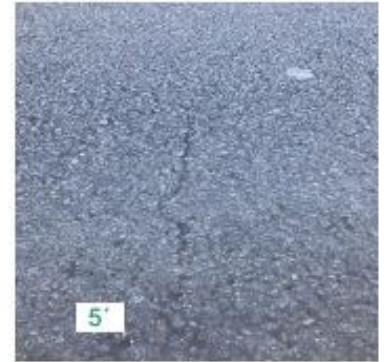
Příloha 1 – Fotodokumentace úseku 1















Příloha 2 – Fotodokumentace úseku 2

