



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

INSTITUTE OF ROAD STRUCTURES

APLIKACE SYSTÉMU HOSPODAŘENÍ S VOZOVKOU (SHV) NA SILNICÍCH II. A III. TŘÍDY LIBERECKÉHO KRAJE

APPLICATION OF PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM ON ROADS II. AND III. CLASSES
OF THE LIBEREC REGION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jakub Žůrek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HÝZL, Ph.D.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav pozemních komunikací

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Jakub Žůrek
Název	Aplikace systému hospodaření s vozovkou (SHV) na silnicích II. a III. třídy Libereckého kraje
Vedoucí práce	doc. Ing. Petr Hýzl, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

doc. Dr. Ing. Michal Varaus
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

TP 82 Katalog poruch netuhých vozovek

TP 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek

Manuál k programovému vybavení RoSy PMS

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V rámci diplomové práce se diplomant seznámí s problematikou SHV, programovým vybavením RoSy@PMS a jeho součástmi, posoudí přínosy, případně kritické aspekty nasazení SHV na úrovni kraje. V praktické části provede diplomant sběr poruch na vybrané silniční síti dle TP82, jejich zpracování, vyhodnocení a klasifikaci dle TP87 včetně posouzení vývoje klasifikace stavu vozovek na základě historických dat. Nad daty diplomant provede další analýzy dosažených výsledků se zahrnutím dostupných parametrů dané sítě silnic. Následně diplomant zpracuje pomocí programového vybavení RoSy@PMS střednědobý (10ti-letý) plán údržby a oprav vozovek na celé síti v optimální variantě a ve variantách s omezenými finančními prostředky ve více úrovních. Závěrem diplomant provede historické a aktuální srovnání výsledků se skutečnou realizací údržby a oprav a zhodnotí přínosy užívání SHV.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Petr Hýzl, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá systémem hospodaření s vozovkou jako nástrojem správy a údržby silnic Libereckého kraje. Cílem je provést sběr poruch vozovek v rámci síťové úrovně na silnicích II. a III. třídy. Změřená data následně vyhodnotit a provést variantní návrhy plánů údržby a oprav. Dále se práce zabývá jednotlivými variantami v procesu vyhodnocování dat, hodnotí jejich vhodnost a přesnost. Teoretická část obsahuje informace potřebné k pochopení fungování systému hospodaření s vozovkou a rovněž popis softwaru použitého pro sběr a následnou práci s daty. V praktické části jsou prezentovány výsledky a zodpovězeny otázky vyplývající ze stanovených cílů.

ABSTRACT

This master thesis deals with the pavement management system as a tool for a management and maintenance of the roads in the Liberec region. The aim is to collect road failures within the network pavement management system level on roads of 2nd and 3rd class. The resulting data will be used for evaluate pavement condition and make plans of pavement maintenance and rehabilitation in variants. Furthermore, the thesis deals with individual variants in the process of data evaluation when evaluating their suitability and accuracy. The theoretical part summarises the information needed to understand the functioning of the road management system, as well as a description of the software used to collect and subsequent work with the data. In the practical part are presented results of the thesis and moreover the questions arising from the goals set are answered.

KLÍČOVÁ SLOVA

Systém hospodaření s vozovkou, síťová úroveň, stav povrchu vozovky, poruchy vozovky, údržba vozovky, oprava a rekonstrukce vozovky, správa a údržba silnic, hodnocení stavu povrchu vozovek

KEYWORDS

Pavement management system, network level, condition of pavement surface, pavement failures, pavement maintenance, pavement repair and reconstruction, road management and maintenance, evaluation of pavement surface condition

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Jakub Žůrek *Aplikace systému hospodaření s vozovkou (SHV) na silnicích II. a III. třídy Libereckého kraje*. Brno, 2019. 100 s., 124 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemních komunikací. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Hýzl, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval doc. Ing. Petru Hýzlovi, Ph.D. za ochotu a vstřícnost při vedení diplomové práce. Déle děkuji firmě PavEx® Consulting, s.r.o. za poskytnuté podklady, vybavení a zasvěcení do problematiky. Speciální poděkování patří Janu Mertovi, který mi při provádění diplomové práce věnoval nespočet rad a spoustu času.

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíle práce.....	10
3. Teoretická část.....	11
3.1 Základní pojmy.....	11
3.2 Systém hospodaření s vozovkou.....	12
3.2.1 Roční cyklus systému hospodaření s vozovkou	12
3.2.2 Síťová a projektová úroveň SHV	13
3.3 Poruchy netuhých vozovek	17
3.3.1 Zatřídění poruch	17
3.3.2 Rozsah poruch.....	18
3.3.3 Lokalizace poruch	19
3.3.4 Metody sběru poruch	19
3.3.5 Klasifikace stavu porušení vozovek.....	21
3.4 Systém RoSy®PMS pro hospodaření s vozovkou	32
3.4.1. Historie systému v ČR.....	32
3.4.2. Členění systému.....	32
4. Praktická část.....	41
4.1 Výsledky z hodnocení stavu povrchu vozovek	41
4.1.1 Hodnocení stavu vozovek.....	42
4.1.2 Dlouhodobé hodnocení stavu vozovek 2010–2019.....	45
4.1.3 Dlouhodobé hodnocení stavu vozovek 2010–2019 v detailním zobrazení po jednotlivých okresech	48
4.2 Porovnání ruční a automatické metody tvorby sekcí v procesu vyhodnocování dat	64
4.3 Cyklus SHV v Libereckém kraji.....	67
4.4 Aktualizované hodnocení stavu vozovek.....	67
4.5 Plány údržby a oprav	72
4.5.1 Porovnání jednotlivých variant plánu z hlediska množství rizikových úseků	75
4.5.2 Porovnání jednotlivých variant plánu z hlediska zbytkové životnosti silniční sítě	76
4.5.3 Porovnání jednotlivých variant plánu z hlediska hodnoty vozovky	78
4.5.4 Stabilita finančního výhledu.....	85
5 Potenciál využívání SHV	87
6. Závěr	89

7. Seznam použitých zdrojů	90
8. Seznam obrázků	92
9. Seznam tabulek	94
10. Seznam grafů	96
11. Seznam použitých zkratk a symbolů	99
12. Seznam příloh	100

1. ÚVOD

Fungující silniční síť umožňující pohyb zboží a osob představuje důležitý faktor přispívající k ekonomickému růstu země. Společně s železniční sítí ovlivňuje dopravní dostupnost a schopnost obyvatelstva cestovat. Snadné a finančně nenáročné cestování přímo ovlivňuje socioekonomickou úroveň společnosti. Možnost pravidelně konat i delší cesty při dojíždění za prací, umožňuje například širší uplatnění na trhu práce. Analogicky přináší i větší možnosti při cestování za nákupy, rekreaci aj.

Zodpovědnost za provozování silniční sítě nese její správce. Jeho úkolem je zajistit poskytování funkčních a bezpečných vozovek s minimálními náklady pro vlastníka i uživatele komunikace. Silniční síť v České republice je rozdělena Zákonem o pozemních komunikacích (13/1997 Sb.) na 4 kategorie (dálnice, silnice, místní komunikace a účelové komunikace). Každá kategorie má stanoveného správce, který má na starosti její provozování. Dálnice a silnice I. třídy spravuje státní příspěvková organizace ministerstva dopavy Ředitelství silnic a dálnic (ŘSD), silnice II. a III. spravují organizace zřizované nebo pověřené krajem, obecně krajské správy údržby silnic (KSÚS).

Aby byl správce schopen provozování zajistit, potřebuje nástroj, který mu umožní činit obhajitelná rozhodnutí podložená technickými a ekonomickými podklady. Takovéto nástroje se globálně označují pojmem pavement management system (PMS), u nás je používáno označení systém hospodaření s vozovkou (SHV).

Aplikace typu PMS dávají správci informace o tom, co by měl opravovat, kdy by to měl opravovat a také jak by to měl opravovat. Je na každém správci, jak s těmito informacemi naloží. Různou kvalitu přístupu můžeme sledovat ve vývoji porušení silniční sítě, který se liší kraj od kraje. Pokud se bude stav silniční sítě dlouhodobě stabilně zlepšovat můžeme označit systém za fungující, pokud tomu tak nebude je třeba hledat příčiny a popř. i alternativní řešení.

2. CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této diplomové práce je zhodnotit, zda funguje systém hospodaření s vozovkou jako efektivní nástroj pro správy a údržby silnic. Pro tento účel byl proveden sběr poruch v rámci síťové úrovně SHV z vozovek silnic II. a III. třídy v Libereckém kraji. V terénu změřená data byla následně vyhodnocena a byl zhodnocen dlouhodobý vývoj stavu porušení vozovek, na jehož základě byl posouzen přínos SHV.

Dalším cílem bylo vytvořit střednědobý plán údržby a oprav vozovek na celé síti, a to ve variantě optimální, tj. hypotetický stav kde má správce (Krajská správa silnic Libereckého kraje) neomezené finanční prostředky a ve variantách s omezenými finančními prostředky.

Dalším cílem bylo zamýšlení se nad kritickými aspekty aplikace SHV, možnými rozšířeními jeho využití a potenciálními vylepšeními.

3. TEORETICKÁ ČÁST

3.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Návrhová úroveň porušení – předpokládaný vývoj porušování vozovky, který je vyjádřen přípustnou plochou výskytu konstrukčních poruch na konci návrhového období [6]

Netuhá vozovka – je vozovka zhotovená z asfaltových krytových vrstev na nestmelených podkladních vrstvách (za netuhou je považována i vozovka s nestmelenou krytovou vrstvou tzv. prašná vozovka)

Běžná údržba – je soubor technologií zaměřených na obrusnou vrstvu vozovky k odstranění lokálních poruch a/nebo k omezení jejich vývoje [4]

Údržba – je soubor technologií zaměřených k odstranění a/nebo omezení vývoje poruch povrchu vozovky prováděná v souvislé ploše, zpravidla cyklicky [4]

Oprava – je soubor technologií k odstranění poruch nejméně obrusné vrstvy vozovky výměnou obrusné vrstvy nebo krytu, zesílením a/nebo recyklace [4]

Zesílení – je soubor technologií, kterými se zvýší únosnost vozovky (nahradí porušené vrstvy novými případně recyklovanými vrstvami s vyšším návrhovým modulem pružnosti a/nebo se zvýší tloušťka asfaltových vrstev) [4]

Rekonstrukce – je soubor technologií, kterými se nahrazují konstrukční vrstvy stávající vozovky vrstvami novými (eventuálně recyklovanými) včetně případné úpravy podloží [4]

Konstrukční porucha – je porucha vozovky kumulací poškození opakovaným zatěžováním. Opakovaný tah (únava) ve stmelených vrstvách vozovek způsobí vývoj trhlin. Opakovaný tlak na podloží způsobí kumulaci nepružných přetvoření podloží, porušení odvodnění pláně až prolomení vozovky [6]

Povrchové poruchy – jsou poruchy vedoucí ke ztrátě odolnosti proti smyku a rovnosti, k vysprávkám povrchu a zvýšení dopravního hluku [6]

3.2 SYSTÉM HOSPODAŘENÍ S VOZOVKOU

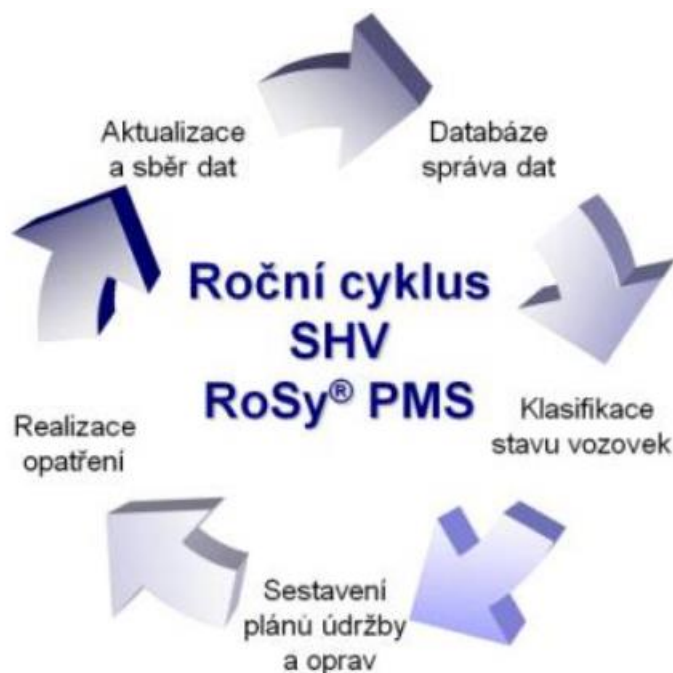
Systémem hospodaření s vozovkou (dále jen SHV) se rozumí souhrn organizačních, technických a softwarových prostředků pro podporu technicky správného a ekonomicky optimálního navrhování, plánování a rozhodování o údržbě a opravách vozovek pozemních komunikací. Zjednodušeně lze říci, že SHV poskytuje odpovědi na otázky „co, kde a kdy“.
[1] [2]

Obecně lze získávat ze systémů typu PMS (SHV) následující informace:

- Výčet vozovek v dané síti včetně informací o poloze, funkční klasifikaci, délce, šířce, geometrických či konstrukčních parametrech aj. Těmto údajům říkáme neproměnné parametry, protože je zpravidla není možné měnit bez stavebního zásahu. [2]
- Komplexní databázi informací o stavu vozovky, údržbě a opravách, popř. dalších kvantifikovatelných parametrech. Tyto parametry nazýváme proměnnými. [2]
- Předpokládaný stav v průběhu času dle dostupných finančních zdrojů (výhledová změna stavu sítě). [2]
- Potřebný rozpočet pro posunutí stavu sítě do konkrétních požadovaných hodnot. [2]
- Rozpočtové požadavky pro udržení sítě na konkrétní úrovni po dobu několika let. [2]
- SHV slouží rovněž jako základ pro komunikaci vnitřní (v rámci agentury správce) i vnější např. s úřady. [2]

3.2.1 ROČNÍ CYKLUS SYSTÉMU HOSPODAŘENÍ S VOZOVKOU

Aby mohl systém správně fungovat je třeba zajistit aktuálnost dat a zároveň i jejich maximální možnou kontinuitu. Proto je nutné dodržovat roční cyklus SHV, který je schematicky zobrazen na obr. č. 1.



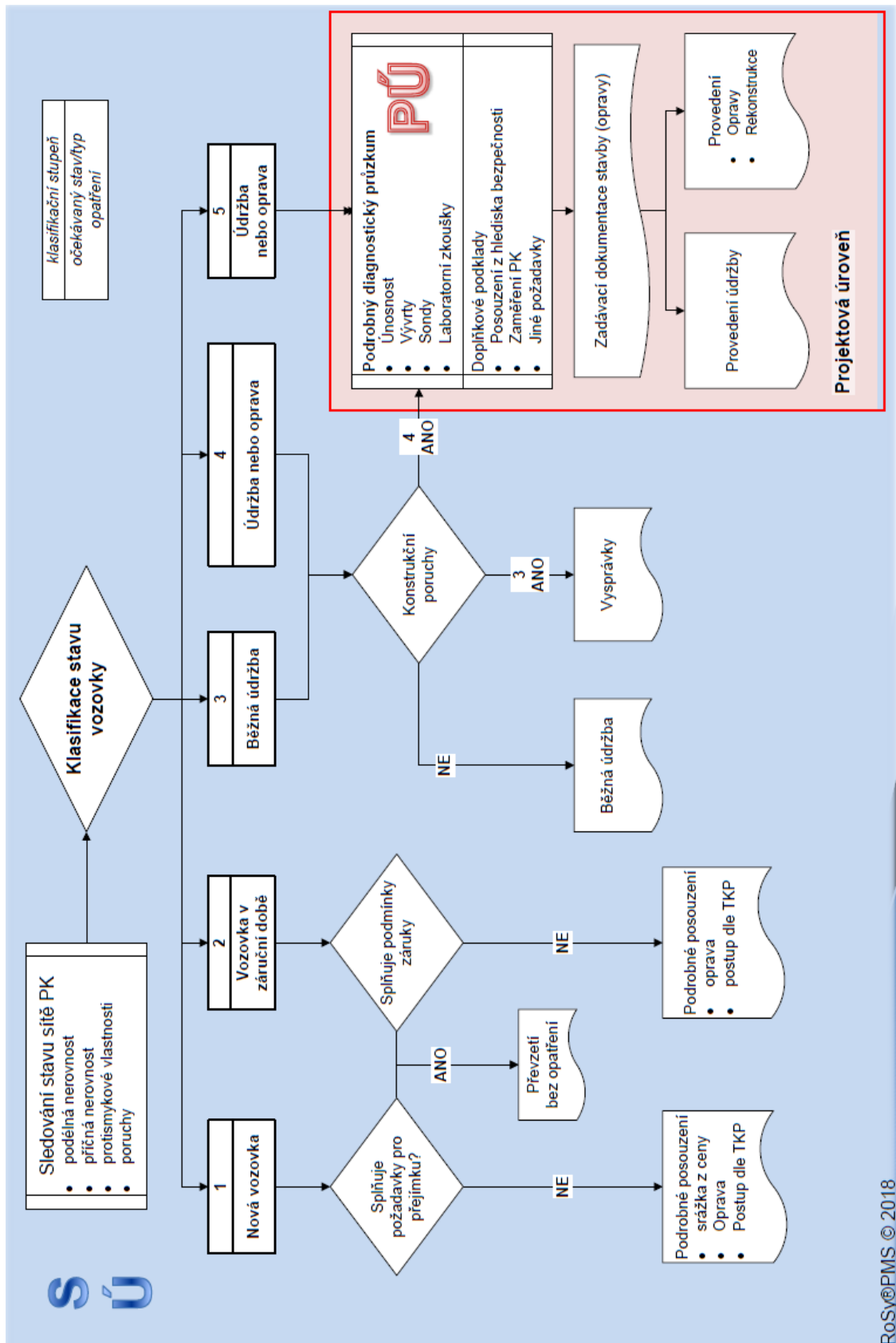
Obrázek 1: Schéma ročního cyklu SHV [3]

3.2.2 SÍŤOVÁ A PROJEKTOVÁ ÚROVEŇ SHV

SHV je z praktických důvodů řešen dvouúrovňově. Dělí se na síťovou a projektovou úroveň, od každé z nich je očekáván jiný výstup, a proto jsou potřeba i různá data.

Síťová úroveň SHV – cílem síťové úrovně je zprostředkovat celkový pohled na síť vozovek jako na jeden celek. Z tohoto důvodu musí být síťová úroveň co nejvíce zjednodušena, aby bylo možné v reálném časovém úseku zpracovat potřebná data. Slouží pro zatřídění jednotlivých silnic, resp. úseků silnic do 5 stavů, čímž dlouhodobě umožňuje sledovat a predikovat jejich vývoj. Síťová úroveň rovněž vybírá konkrétní úseky silnic určené k opravě či rekonstrukci, je tedy prvním podkladem projektové úrovně SHV. Podklady a postup je rozebrán detailněji v kapitole 3.1.1.1 „Síťová úroveň SHV“.

Projektová úroveň SHV – zatímco v rámci síťové úrovně se hodnotil pouze stav povrchu komunikace, tak v rámci projektové úrovně je třeba zhodnotit celou konstrukci vozovky. Data ze síťové úrovně se doplní o údaje z diagnostického průzkumu a provede se konkrétní návrh údržby, opravy nebo rekonstrukce řešeného úseku. Více v kapitole 3.1.1.2 „Projektová úroveň SHV“.



Obrázek 2: Schéma navrhování údržby a opravy [1]

3.2.2.1 SÍŤOVÁ ÚROVEŇ SYSTÉMU HOSPODAŘENÍ S VOZOVKOU

Zpracovávání síťové úrovně SHV vychází z několika nezbytných kroků:

- Získání základních údajů o komunikacích v dané síti, která je zpracovávána (typicky se jedná opět o tzv. neproměnné parametry). [4]
- Zatřídění PK a zjištění charakteristik silničního provozu, jedná se hlavně o stanovení návrhové úrovně porušení (D0, D1, D2). Nebo obecně zjištění charakteristik důležitých pro stanovení provozní způsobilosti. [4]
- Stanovení dopravního zatížení, popř. jeho dlouhodobého výhledu. [4]
- Sběr a vyhodnocení poruch a následné zatřídění vozovky dle klasifikační stupnice. Vyhodnocení je podkladem buď pro převzetí nové vozovky nebo reklamaci vozovky v záruční době nebo rozhodnutí pro provedení běžné údržby, údržby nebo opravy. [4]
- Odhad nákladů na údržbu u vozovek ve stavu vynucujícím si údržbu nebo opravu. [4]
- Zhotovení časového plánu provádění údržby a oprav reflektující adekvátní vynaložení finančních prostředků s ohledem na celospolečenský přínos, nehodovost aj. [4]

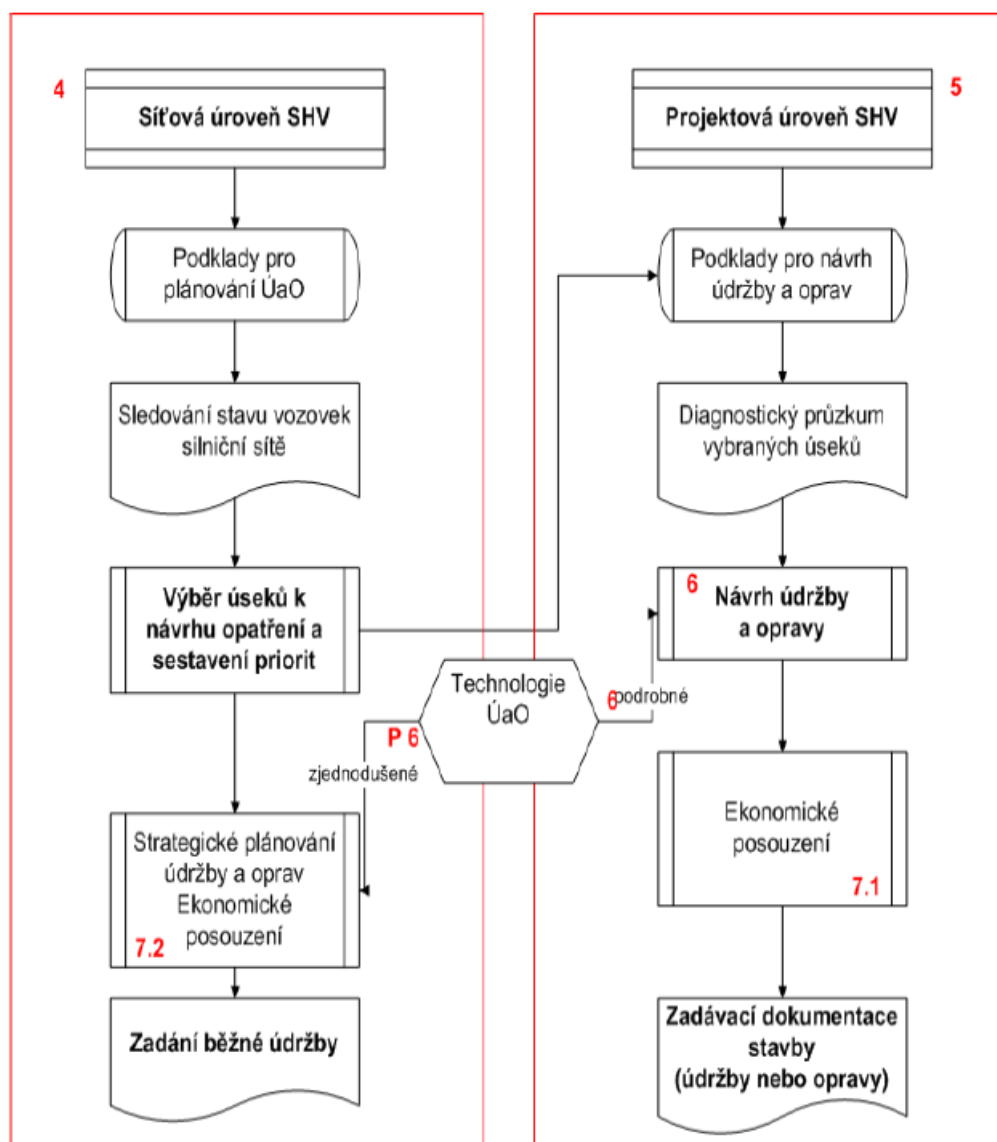
3.2.2.2 PROJEKTOVÁ ÚROVEŇ SYSTÉMU HOSPODAŘENÍ S VOZOVKOU

Projektová úroveň vychází ze zpracovaného plánu údržby a oprav v rámci síťové úrovně. Správce zadá provedení diagnostického průzkumu a zpracování dokumentace, která bude podkladem (technickým návodem) pro provedení údržby, opravy nebo rekonstrukce. [4]

Podklady pro projektovou úroveň jsou:

- Všechny získané údaje ze síťové úrovně nebo z centrální evidence ISSDS ČR (Informačního systému o silniční a dálniční síti České republiky) v rámci SDB (silniční databanka). Vhodné je upřesnění takto zjištěných údajů z dokumentace skutečného provedení stavby zhotovené při předchozí opravě vozovky. [4]

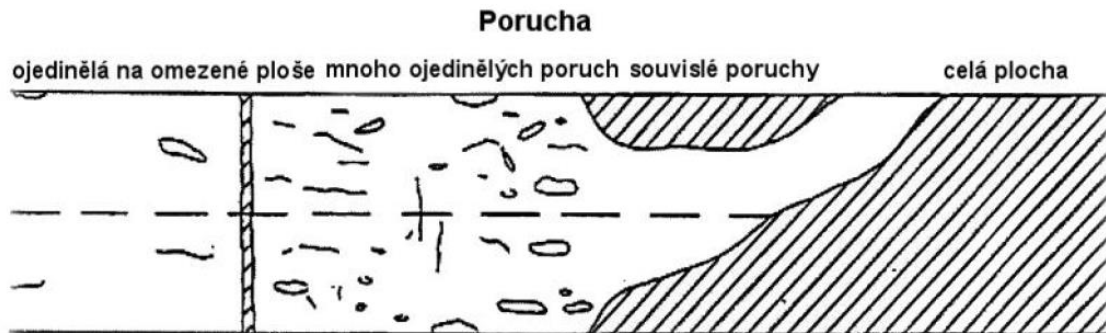
- Diagnostický průzkum, který aktualizuje a upřesní záznam poruch, změní únosnost a stanoví tzv. zbytkovou únosnost. Rovněž se v jeho rámci provedou vrtané a kopané sondy sloužící ke stanovení skladby konstrukce vozovky a odběr materiálu pro stanovení dalších parametrů v laboratoři. [4]
- Na základě zjištěných parametrů z typu a frekvence poruch, únosnosti, laboratorních výsledků a jiných vlivů zjištěných při místním šetření se navrhne vhodná technologie údržby/opravy s ohledem na maximální hospodárnost a možnosti využít stávající konstrukci. [4]



Obrázek 3: Schematické znázornění postupu a plánování síťové a projektové úrovně v rámci SHV [4]

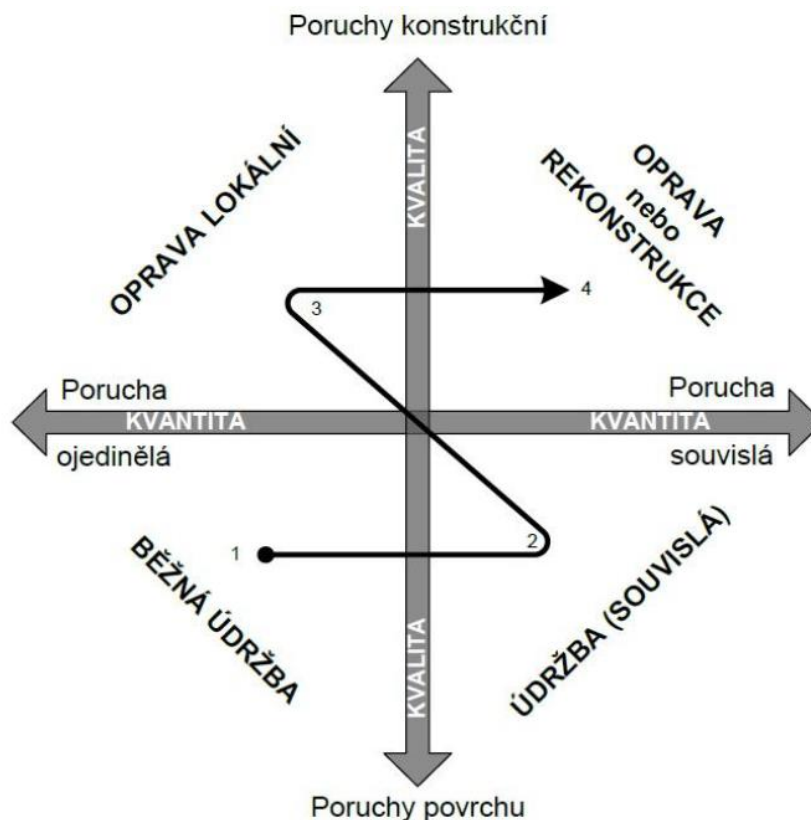
3.3.2 ROZSAH PORUCH

Jak již bylo zmíněno, je třeba kromě zaznamenání výskytu a lokalizace poruchy třeba vyjádřit i její míru neboli rozsah poruchy. Různá míra výskytu poruchy může nejen znamenat různý klasifikační stupeň vozovky, ale rovněž i odlišnou technologii údržby potažmo opravy.



Obrázek 5: Šíření poruch do plochy vozovky od ojedinělých poruch až k celoplošným poruchám [5]

Kombinací zatřídění poruch, kde je rozdělíme na poruchy porušující celou konstrukci vozovky nebo jen její povrch, (kvalitativní dělení) a rozsahu poruch (kvantitativní dělení) můžeme dostat schéma vztahu porušení a způsobu odstranění poruchy.



Obrázek 6: Schéma obvyklého způsobu rozhodování o odstraňování poruch [5]

3.3.3 LOKALIZACE PORUCH

Pro lokalizaci v rámci silniční sítě je používán uzlový lokalizační systém (dále ULS). Každá silnice se dělí na úseky, které začínají a končí v uzlech. Uzly se nacházejí v místech křižovatek, nebo ukončují slepě vedoucí úseky. Lokalizace se provádí s přesností na 1 m, je proto třeba použít adekvátní metodu určení polohy měřiče, např. napojení měřícího zařízení na palubní počítač vozidla v kombinaci s GPS lokátorem (v případě měření z tzv. „pomalu jedoucího vozidla“). Základním podkladem pro určení polohy je tedy digitální mapa s aktuálním stavem ULS, kterou lze získat z ISSDS ČR (Informačního systému o silniční a dálniční síti České republiky), pro všechny sítě, které zpravuje. Kromě určení silnice a jejího úseku je nutné ještě zaznamenat směr měření, který dán orientací staničení úseku. [5]

3.3.4 METODY SBĚRU PORUCH

Existují tři druhy metod sběru poruch, přičemž jejich vhodné užití závisí hlavně na kategorii a významu komunikace, popř. účel k němuž je sběr poruch prováděn. Vhodnost každé metody vztažená ke kategorii pozemní komunikace je znázorněna v tabulce č. 1. [5]

Tabulka 1: Užití metod vizuálních prohlídek na různých úrovních pozemních komunikací [5]

metoda sběru		úroveň sítě pozemní komunikace					účelové a obslužné
		D, RMK	I. třída a MK	II. třída	III. třída	místní	
ruční	graficky tabulka	NEVHODNÉ			VHODNÉ	VHODNÉ	
		NEVHODNÉ		MOŽNÉ	VHODNÉ	VHODNÉ	
poloautomaticky	záznam do PC	NEVHODNÉ	MOŽNÉ	VHODNÉ		MOŽNÉ	
automaticky	video/foto sběr (georeferencované)	VHODNÉ	VHODNÉ	MOŽNÉ	MOŽNÉ	MOŽNÉ	
	laserscan (LCMS, LRIS)	VHODNÉ	MOŽNÉ		MOŽNÉ	NEVHODNÉ	

3.3.1.2 SBĚR PORUCH VIZUÁLNÍ PROHLÍDKOU SE ZÁZNAMEM DO FORMULÁŘŮ

Jedná se o časově velice náročnou metodu, v tabulce 1. je uvedena jako vhodná pro místní a účelové komunikace, ale i pro ty je vhodná jen ve velice malém rozsahu. Ideální je změřit si a zaznamenat šířku vozovky a po délce ji rozdělit na pravidelné úseky po 10 nebo 20 metrech. Poruchy je pak vhodné zakreslovat v měřítku a doplnit fotodokumentací usnadňující následné vyhodnocení. [5]

3.3.1.3 SBĚR PORUCH VIZUÁLNÍ PROHLÍDKOU SE ZÁZNAMEM DO POČÍTAČE

System je založený na pomalu jedoucím vozidle (20 až 30 km/h) vybaveném výstražným zařízením (protože sběr probíhá za plného provozu) a snímačem ujeté vzdálenosti připojeném na notebook. Notebook musí být vybaven speciálním programem pro sběr dat a ideálně i digitálními mapami pro lokalizaci v rámci ULS. [5]

Vzhledem k rychlosti, jakou je sběr prováděn se jedná o ideální metodu pro silnice II. a III. třídy, pro které je dosahuje optimální přesnosti, vysokého denního výkonu změřených kilometrů a zároveň nenarušuje plynulost ani bezpečnost silničního provozu.

Denní výkon se pohybuje okolo 70 až 90 km/den, ale závisí na celé řadě vlivů. Jsou to například:

- Množství a charakter poruch.
- Propojenost dané silniční sítě umožňující měřit kontinuálně s eliminací přejezdů mezi měřenými silnicemi.
- Počasí a roční období, protože je nutná dobrá viditelnost, a naopak nepřípustné je měření za deště.
- Zkušenost měřící posádky.

3.3.1.4 SBĚR PORUCH POMOCÍ DIGITÁLNÍHO VIDEO, RESP. DIGITÁLNÍ FOTOGRAFIE

Metoda je založená na snímání povrchu vozovky kamerami, které musí být schopny pořizovat záznam o dané kvalitě. Opět je třeba použít k vyhodnocení speciální software, který umožňuje data automaticky nebo poloautomaticky, za dopomoci operátora, zpracovat. Pro kompenzaci světelných podmínek, ať už střídání světla a stínů, nebo třeba v práci v tunelu může být metoda doplněna synchronizovaným systémem osvětlení. [5]

3.3.1.4 SBĚR PORUCH POMOCÍ LASEROVÉHO ZOBRAZOVACÍHO SYSTÉMU

System je tvořen kombinací vysokorychlostních liniových (LCMS) nebo rotačních (laserscan) skenovacích kamer s vysokým rozlišením a výkonných laserových projektorů. Snímaná data umožňují vytvořit 3D model povrchu vozovky, a provést detekci trhlin, vodorovného dopravního značení, kolejí, vysrávek, výtluků aj. poruch. Zatřídění poruch by však měl vždy provádět, resp. korigovat specialista. [5]

3.3.5 KLASIFIKACE STAVU PORUŠENÍ VOZOVEK

Aby bylo možné vyjádřit změřený stav míry a typu poruch u konkrétní silnice nebo konkrétního úseku silnice je dáno pět kategorií dle stavu porušení.

- 1 – Stav výborný
- 2 – Stav dobrý
- 3 – Stav vyhovující
- 4 – Stav nevyhovující
- 5 – Stav havarijní

Při vyhodnocení naměřených dat se provádí tvorba tzv. homogenních úseků (sekcí). Měla by být snaha vytvářet sekce tak, aby se na nich vyskytovaly poruchy stejného charakteru a podobného rozsahu. Lze tedy říci že tam, kde se fyzicky mění klasifikační stupeň vozovky (1-5 viz. výše), by měla být hranice sekce. Hranice sekce je dále automaticky vkládána do uzlových bodů ULS. Není však jednoznačně dána minimální ani maximální délka sekce, ale je vhodné, pokud je homogenní úsek příliš dlouhý, jej dělit v místech jako jsou hranice obcí, mostní uzávěry nebo místa omezující zesílení vozovky (typicky uzavření komunikace mezi obrubníky).

Pro zařídění úseků je rozhodující rozsah porušení, většinou procento porušení plochy úseku s největším rozsahem. U vybraných poruch je měřítkem jejich délka, popřípadě jejich četnost vztažená k délce úseku. [5]

Výsledná známka vozovky není dána součtem všech poruch, které se na ní vyskytují, ale určuje ji nejzávažnější typ porušení v rámci každé stanovené sekce.

Tabulka 2: Klasifikační stupnice stavu porušení pro síťovou úroveň SHV [5]

Skupina poruch	Přípustné % porušené plochy podle návrhové úrovně porušení D														
	1			2			3			4			5		
	D0	D1	D2	D0	D1	D2	D0	D1	D2	D0	D1	D2	D0	D1	D2
Ztráta asfaltového tmelu a kaverny v ohrubné vrstvě	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	0	0	0	1	3	5	5	10	20	10	25	50	>10	>25	>50
Hlubková koroze ohrubné vrstvy	0	0	0	0,5	1	3	2	5	10	5	10	20	>5	>10	>20
Výtluky	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 příčné úzké a široké (četnost na 100m délky)	0	0	0	1	2	5	2	5	10	5	10	20	>5	>10	>20
Trhliny příčné rozvětvené (četnost na 100m délky)	0	0	0	0	1	2	1	2	5	3	5	10	>3	>5	>10
Trhliny úzké - podélné, nepravidelné a mozaikové	0	0	0	1	3	5	2	10	15	5	20	30	>5	>20	>30
Trhliny síťové a podélné rozvětvené	0	0	0	0	1	3	0,5	3	10	2	10	20	>2	>10	>20
Poklesy, místní a příčné, plošné deformace vozovky	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

3.3.5.1 UKÁZKA PĚTI STAVŮ POVRCHU VOZOVEK



Obrázek 7: Stav 1 - výborný



Obrázek 8: Stav 2 - dobrý



Obrázek 9: Stav 3 – vyhovující



Obrázek 10: Stav 4 - nevyhovující



Obrázek 11: Stav 5 – havarijní

Jak je tedy patrné z tabulky č. 2 jednotlivé typy poruch se liší tím, kolik plochy mohou zasahovat, aby spadly do konkrétního klasifikačního stupně. Roli hraje několik aspektů, zda se jedná o poruchu konstrukční nebo jen krytovou, nakolik významně ovlivňuje bezpečnost provozu aj. Z pohledu laické veřejnosti je proto mnohdy možné, že silnice s lepším kvalifikačním stupněm může vypadat porušenější než silnice s horším kvalifikačním stupněm. Tento fakt může být způsobem tím, že se na vozovce vyskytuje mnoho typů poruch, ale žádná z nich není přítomna na dostatečné ploše, aby došlo ke zhoršení kvalifikačního stupně proti vozovce, která vykazuje, byť jen jedinou poruchu, ale ve vyšším rozsahu. Dalším případem je zaměnění podobně vypadajících poruch typicky mozaikových a síťových trhlin. V rané fázi vývoje síťových trhlin nemusí být patrná deformace, která síťové trhliny jinak typicky doprovází (síťové trhliny jsou konstrukční poruchou nejčastěji způsobenou neúnosností konstrukce, zatímco mozaikové trhliny jsou poruchou „jen“ krytové vrstvy). Stačí aby bylo poškozeno 10 % plochy vozovky síťovými trhlinami a pro návrhovou úroveň porušení D1 (typicky silnice II. a III. třídy, popř. významnější místní komunikace) to znamená klasifikační stupeň 5 (havarijní). Zatímco i při pokrytí 19 % plochy vozovky mozaikovými trhlinami na stejné návrhové úrovni porušení spadá vozovka do stupně 4 (nevyhovující). To je důvodem proč by měl jakýkoli sběr poruch vždy provádět pouze zkušený odborník.

Každý typ poruchy se vyskytuje v různé míře, některé poruchy jsou běžné, jiné spíše výjimečné. Je zřejmé, že se budou lišit typy a frekvence poruch u různých konstrukcí nejen netuhých vozovek, liší se však i v rámci jednotlivých správních celků země. Z vlastní zkušenosti mohou říci, že se odlišují poruchy kraj od kraje, a dokonce i okres od okresu. Tuto skutečnost lze vysvětlit řadou logických argumentů, tím hlavním je různý přístup (i finanční prostředky) konkrétních správních organizací (v tomto případě krajských správ údržby silnic), které mají svá provozní střediska pro jednotlivé okresy a ty mají zase své provozní vedoucí. Dalšími důvody mohou být např. lišící se postupy lokálních stavebních firem, různá kvalita materiálu (jak dostupnost kvalitního lomového kamene, tak výsledné směsi z obalovny) a v neposlední řadě intenzita a složení dopravy.

3.3.5.2 UKÁZKA NEJČASTĚJŠÍCH TYPŮ ZJIŠTĚNÝCH PORUCH

V této podkapitole budou ukázány a zkráceně popsány nejčastější typy poruch, které byly v rámci podkladu pro tuto diplomovou práci zjištěny na silnicích II. a III. třídy v Libereckém kraji.

A. Síťové trhliny

Příčina – jedná se o jednu z nejběžnějších poruch, vzniká v důsledku nedostatečné únosnosti konstrukce vozovky, která může být způsobena vyšším dopravním zatížením než návrhovým, špatným odvodněním, neúnosným podložím, nesplněním filtračního kritéria aj. Vyskytuje se i jako indikátor přirozeného konce životnosti vozovky. [5]

Popis – zpočátku tenké trhliny se spojují do nepravidelného obrazce připomínající síť, postupem času dochází k jejich rozšiřování a deformování zasaženého místa. Zasaženým místem je nejčastěji jízdní stopa vozidel v případě výskytu od neúnosnosti nebo kraje vozovky v případě špatného odvodnění.

Údržba – v případě výskytu na vozovce z penetračního makadamu (u takové vozovky lze očekávat nižší dopravní význam) lze provádět nátěr (pokud nejsou síťové trhliny v kombinaci s výraznou deformací). V případě asfaltobetonové vozovky je vhodnější výměna poškozených vrstev, popř. celková rekonstrukce. [5]



Obrázek 12: Síťové trhliny v pozdním stádiu vývoje

B. Deformace

Příčina – plošné deformace vozovky vznikají v důsledku nedostatečného nebo nerovnoměrného zhutnění podloží, nehomogenity materiálu podloží, popř. nedostatečným zhutněním asf. vrstev a jejich dohutňování těžkou dopravou. Do deformací řadíme dále koleje, které mají příčinu vzniku v těžkých vozidlech vyvolujících vysoké kombinované vertikální a horizontální zatížení (hlavně brzdící, akcelerující a stojící vozidla) a rovněž hrboly a poklesy. [7]

Popis – jedná se o odchýlení geometrie od projektovaného stavu, v případě celoplošné deformace jak v příčném, tak podélném směru. Ve většině případů je deformace doprovázena výskytem síťových trhlin (kromě deformací na dlážděných vozovkách). Extrémním stádiem vývoje plošné deformace doplněné síťovými trhlinami je prolomení vozovky, kdy dojde k úplnému rozpadu a vozovka se stává nesjízdnou.

Údržba – v případě méně významných deformací lze provádět recyklaci, popř. zesílení. U větších deformací je nutné sanovat celou konstrukci vozovky, popř. po proběhnutí objemových změn odfrézovat obrusnou vrstvu a následně znovu položit. [5]



Obrázek 13: Plošná deformace vozovky

C. Mozaikové trhliny

Příčina – důvodem vzniku je nejčastěji nespojení krytových vrstev, dále to může být vysoká mezerovitost obrusné vrstvy, popř. zestárnutí pojiva. Nespojení vrstev může být způsobeno nepoužitím spojovacího postřiku, špatným dávkováním nebo zašpiněním spojovacího postřiku před položením obrusné vrstvy. [5]

Popis – tenké nepravidelné trhlinky, které zasahují jen obrusnou vrstvu. Spojují se do mozaiky, která je méně hustá oproti síťovým trhlinám. K rozeznání od síťových trhlin dopomáhá fakt, že nebývají ve výskytu v kombinaci s deformací.

Údržba – v malém rozsahu je možné je sanovat modifikovanou zálivkou. Při zasažení větší plochy lze zavřít povrch nátěrem nebo emulzní kalovou vrstvou, později je nutná výměna obrusné vrstvy. [5]



Obrázek 14: Mozaikové trhliny

D. Hlubková koroze a výtluky

Příčina – vysoká mezerovitost způsobená nedostatečným obsahem pojiva, nedostatečné zhutnění, špatná přilnavost kameniva k asfaltu, příliš vysoká teplota asfaltové směsi. Po ztrátě pojiva v krytu dochází k vypadávání zrn kameniva, pokud se takový kryt neošetřuje dojde až ke vzniku výtluků. [5]

Popis – nerovný, otevřený povrch s patrnými obnaženými zrny kameniva. Porucha je dobře rozpoznatelná hlavně po dešti, neboť zkorodovaný povrch pomalu osychá.

Údržba – při lokálním výskytu lze sanovat bodovými vysprávkami nebo tryskovou metodou (údržba provedená tryskovou metodou ale nemá dlouhou životnost). Při zasažení celé plochy lze (vzhledem k tomu, že se jedná pouze o poruchu krytové vrstvy) provádět nátěry, emulzní kalové zákryty, mikrokoberce nebo tenké asfaltové koberce. [5]



Obrázek 15: Výtluky vzniklé z hlubkové koroze

E. Trhliny příčné

Příčina – smršťovací trhliny mají příčinu v nízké teplotě povrchu nebo v rychlém ochlazení povrchu. Trhliny pak vznikají primárně v oslabených profilech vozovky (místa s kanalizačními vpustmi, šachtami atd.), jinak v pravidelných intervalech přibližně po 20m. Reflexní příčné trhliny jsou pak prokopírované trhliny z hydraulicky stmelěných podkladních vrstev. [5]

Popis – příčné trhliny se dělí na úzké (užší než 5 mm), široké (širší než 5 mm) a rozvětvené. Směřují kolmo k ose vozovky. V případě zanedbání údržby dochází k jejich postupnému rozšiřování, olamování okrajů a u rozvětvených trhlín i k výskytu výtluků.

Údržba – odvíjí se od zatřídění (reflexní či smršťovací trhlina). V případě mrazových (smršťovacích trhlín), lze provádět údržbu rozšířením trhliny, vyčištěním (stlačeným vzduchem) a zalitím asfaltovou zálivkou. U reflexních trhlín je třeba opravit všechny poškozené vrstvy, provede se schodkové vyfrézování a zpětné položení. [5]



Obrázek 16: Trhlina příčná úzká mrazová

F. Ztráta makrotextury (pocení povrchu)

Příčina – nevhodná skladba směsi, použití vysokého množství asfaltu nebo užití asfaltu s vysokou penetrací. U nátěrů příliš vysoké množství pojiva pro postřík nebo nanesení na povrch s různou nasákavostí. Tyto jevy v kombinaci s těžkou dopravou a vysokou teplotou způsobují pumpování asfaltového pojiva na povrch vozovky. [5]

Popis – Uzavřený, hladký, lesklý a tmavý povrch, který se může vyskytovat bodově, liniově (v jízdních stopách vozidel) i celoplošně. Zasažená vozovka ztrácí protismykové vlastnosti a stává se extrémně nebezpečnou hlavně v kombinaci s deštěm. Vyskytuje se velmi často u vozovek z penetračních makadamů a u povrchů ošetřených tryskovou metodou.

Údržba – Vypocení povrch lze podrťovat kamenivem úzké frakce (2/4, 4/8), nebo se potíci se vrstva vyfrézuje a položí nová. [5]



Obrázek 17: Ztráta makrotextury – celoplošné pocení povrchu

3.4 SYSTÉM ROSY®PMS PRO HOSPODAŘENÍ S VOZOVKOU

V následující kapitole bude popsána skupina programů souhrnně označena jako RoSy®PMS (Road Systems Pavement Management System), kterou používá specializovaná konzultační firma v silničním hospodářství PavEx® Consulting, s.r.o. k efektivní práci se systémem hospodaření s vozovkou. [8]

3.4.1. HISTORIE SYSTÉMU V ČR

System je vyvíjen od 70. let dánskou firmou SWECO, za jejíž spoluúčasti byla v roce 1996 založena firma PavEx® Consulting, s.r.o. V České republice je testován od roku 1992 ve spolupráci s VUT FAST Brno. V roce 1994 byl systém vybrán ve výběrovém řízení vypsaného ŘS ČR a MDS ČR pro aplikaci na síti pozemních komunikací II. a III. třídy. V roce 1995 byl implementován u prvních 10 SÚS, v roce 1996 zaveden již u 40 SÚS a od roku 1997 v provozu u všech 72 SÚS. V roce 2000 proběhl upgrade systému pro užití na krajské úrovni. Aktuálně systém využilo nebo využívá 10 z 13 krajských správ údržby silnic. [1]

3.4.2. ČLENĚNÍ SYSTÉMU

System se skládá z jednotlivých podprogramů, které nazýváme moduly. Nedůležitějšími moduly jsou RoSyBASE, RoSyMAP, RoSyPLAN a moduly pro sběr a zpracování dat. Modul RoSyBASE je základním modulem určeným pro registraci a správu dat o pozemních komunikacích. Správnost údajů (vstupních dat) zadaných do modulu RoSyBASE umožňuje použití zbylých modulů. Modul RoSyMAP umožňuje zobrazovat data uložená v databázovém systému v digitální mapě. Tato data jsou uložena ve standardním formátu ESRI pro geografické informační systémy, a tak je lze využít i mimo tento systém, například v rámci krajského či městského informačního systému GIS. Modul RoSyPLAN je výpočtovým modulem určeným pro vytvoření plánu údržby a oprav. V RoSyPLAN je možné nastavovat různé parametry výpočtu a vytvářet různé varianty, je také možné nastavit počet jednotlivých řešení, protože nelze říci, že existuje právě jedno správné řešení. Posledními moduly jsou programy VipNG Collection určený pro sběr dat v terénu a VipNG Processing určený pro následné zpracování (vyhodnocení) naměřených dat. [3][8][9][10]

3.4.2.1 ROSYBASE

Bez tohoto modulu je nemožné používat kterékoli zbylé moduly a zároveň není ani možné spustit digitální mapu bez spuštění RoSyBASE. Jedná se o databázový modul skládající se z jednotlivých registrů (oken). Některá okna je pro běžné fungování nutné mít vyplněná, další poskytují dodatečné informace, ale nezbytná nejsou. Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.2.2. (Sítová a projektová úroveň SHV) data, která jsou vkládána do modulu BASE lze rozdělit na proměnné a neproměnné parametry. Neproměnné parametry (např. šířka komunikace) lze získat ze silniční databanky (ISSDS ČR SDB). Proměnné parametry pak zadává přímo uživatel systému, jedná se o parametry fyzicky změřené na vozovce. [8]

Okna, která je nutné mít vyplněná jsou následující:

A. Hlavní okno

Poskytuje informace o lokalizaci vybraného úseku v rámci uzlového lokalizačního systému uvedením kódu počátečního a koncového uzlu a rovněž i o okrese v němž se nachází. Dále číslo silnice i číslo úseku, provozní staničení v rámci celé silnice a typ konstrukce.

	Uzel	Název uzlu	Provozní staničení		Křižovatka s:	
Od	0244A003		5928	5928		
Do	0242B008		11564	11564		

Obrázek 18: RoSyBASE hlavní okno

B. Dopravní zatížení

Okno dopravní zatížení je nutné mít vyplněné pro budoucí výpočet v modulu RoSyPLAN, pro správnou predikci degradace vozovky.

Od	Do	Počet	Typ	TNV	Platno od	Roční	Typ
0	5636	437	SV	28,00	01.01.2016	0	Sčítání dop
0	5636	18	LN	0,00	01.01.2016	0	Sčítání dop
0	5636	8	SN	0,00	01.01.2016	0	Sčítání dop
0	5636	4	SNP	0,00	01.01.2016	0	Sčítání dop
0	5636	0	TN	0,00	01.01.2016	0	Sčítání dop
0	5636	0	TNP	0,00	01.01.2016	0	Sčítání dop
0	5636	2	NSN	0,00	01.01.2016	0	Sčítání dop
0	5636	7	A	0,00	01.01.2016	0	Sčítání dop
0	5636	0	AK	0,00	01.01.2016	0	Sčítání dop
0	5636	11	TR	0,00	01.01.2016	0	Sčítání dop
0	5636	6	TRP	0,00	01.01.2016	0	Sčítání dop
0	5636	367	O	0,00	01.01.2016	0	Sčítání dop
0	5636	14	M	0,00	01.01.2016	0	Sčítání dop

Obrázek 19: RoSyBASE okno dopravní zatížení

C. Šířky

Jednotlivé poruchy vozovky jsou vztahovány k porušené ploše, je proto nutné dokázat spočítat celkovou plochu silnice (jejího úseku) tedy je nutné znát nejen délku (ze staničení) ale i šířku. Právě nezadaná šířka je častou chybou způsobující nemožnost určit výsledný stav úseku.

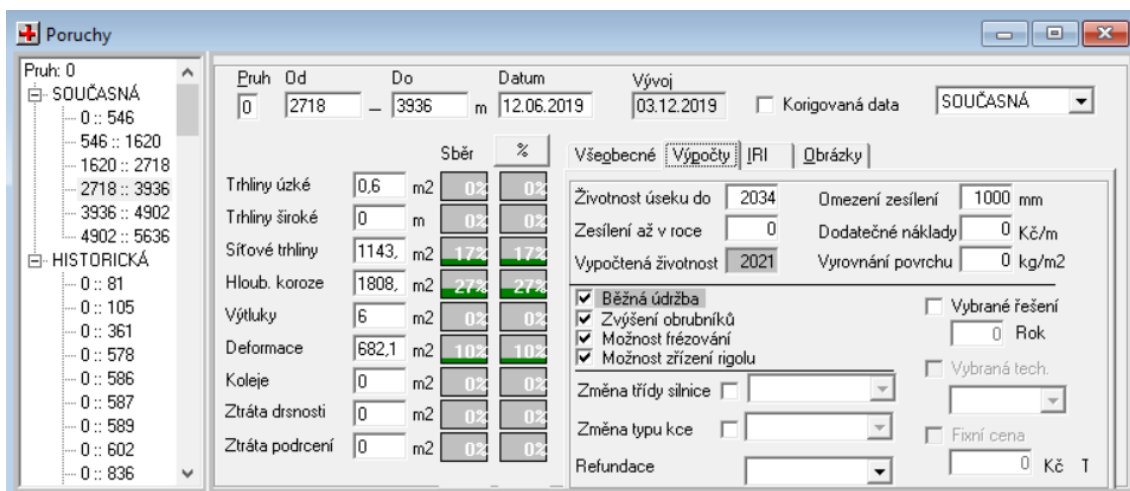
Od (m)	Do (m)	Od	Do	Rozšř	Dodatkov	Plocha	Datum	Poznámka
0	38	5,60	5,60	-	0	213	15.03.2005	
38	360	5,40	5,40	-	0	1 739	15.03.2005	
360	1361	5,60	5,60	-	0	5 606	15.03.2005	
1361	1375	5,90	5,90	-	0	83	15.03.2005	
1375	5636	5,60	5,60	-	0	23 862	27.09.2013	

Délka: 5 636 m Plocha: 31 501 m2 Dodat. pl.: 0 m2 Celkem: 31 501 m2

Obrázek 20: RoSyBASE okno šířek

D. Poruchy

Okno poruchy umožňuje zobrazit nejen současnou změřenou míru porušení jednotlivými typy poruch, ale i historická data. Zobrazí se členění úseku na současné sekce, ale rovněž i všechny historicky vytvořené sekce. Z obrázku č 21. lze vyčíst, že sekce mezi staničením 2718 m a 3936 m je porušena na 17 % plochy síťovými trhlinami, na 27 % hloubkovou korozi a z 10 % deformacemi. Dále, že se jedná o data ze dne 12. 6. 2019. Zobrazení míry porušení lze přepínat z procentuálního na vyjádření v metrech čtverečních. [8]



Obrázek 21: RoSyBASE okno poruchy

E. Konstrukční vrstvy

Posledním nutně vyplněným registrem jsou konstrukční vrstvy. Znalost provedené konstrukční vrstvy krytu je logicky opět nutná pro plánování. Lze také vyčíst kdy byl který úsek opravován. Ke konstrukčním vrstvám je možné přiřazovat například moduly pružnosti, (deformační moduly) (pokud byly měřeny) použitou recepturu, dodavatele aj. [8]

Průh	Od	Do	Vrstva	Tloušťka	Technologie	Typ vrstvy	Položen	Záruka	Dodavatel	Cena	Opraveno
0	518	518	1	50	ACD	Obrusn	0	0	PAVEX	0,00	02.09.2010
518	1408	1408	1	50	AB	Obrusn	2018	2023	LK opravy	11,00	11.12.2018
1408	1826	1826	1	50	ACD	Obrusn	0	0	PAVEX	0,00	02.09.2010
1826	2352	2352	1	50	AB	Obrusn	2009	2012	KSSLK opravy	12,00	17.12.2009
2352	2353	2353	1	50	propustek	Obrusn	2017	2022	LK opravy	7,00	18.12.2017
2352	2353	2353	2	50	AB	Obrusn	2009	2012	KSSLK opravy	12,00	17.12.2009
2353	2608	2608	1	50	AB	Obrusn	2009	2012	KSSLK opravy	12,00	17.12.2009
2608	2811	2811	1	50	AB	Obrusn	2018	2023	LK opravy	11,00	11.12.2018
2608	2811	2811	2	50	AB	Obrusn	2009	2012	KSSLK opravy	12,00	11.12.2018
2811	2812	2812	1	50	AB	Obrusn	2018	2023	LK opravy	11,00	11.12.2018
2811	2812	2812	2	50	propustek	Obrusn	2017	2022	LK opravy	8,00	11.12.2018
2811	2812	2812	3	50	AB	Obrusn	2009	2012	KSSLK opravy	12,00	11.12.2018
2812	3045	3045	1	50	AB	Obrusn	2018	2023	LK opravy	11,00	11.12.2018
2812	3045	2	50	AB	Obrusn	2009	2012	KSSLK opravy	12,00	11.12.2018	
3045	3147	3147	1	50	AB	Obrusn	2018	2023	LK opravy	11,00	11.12.2018

Obrázek 22: RoSyBASE okno konstrukční vrstvy

Okno, které je jako jediné vždy automaticky zapnuté při spuštění programu RoSyBASE je seznam silnic. Jedná se o výčet úseků silnic konkrétní databáze, která je aktivní. Seznam silnic lze snadno filtrovat a slouží jako hlavní orientační panel.

3.4.2.3 MODUL PRO SBĚR PORUCH VIPNG COLLECTION

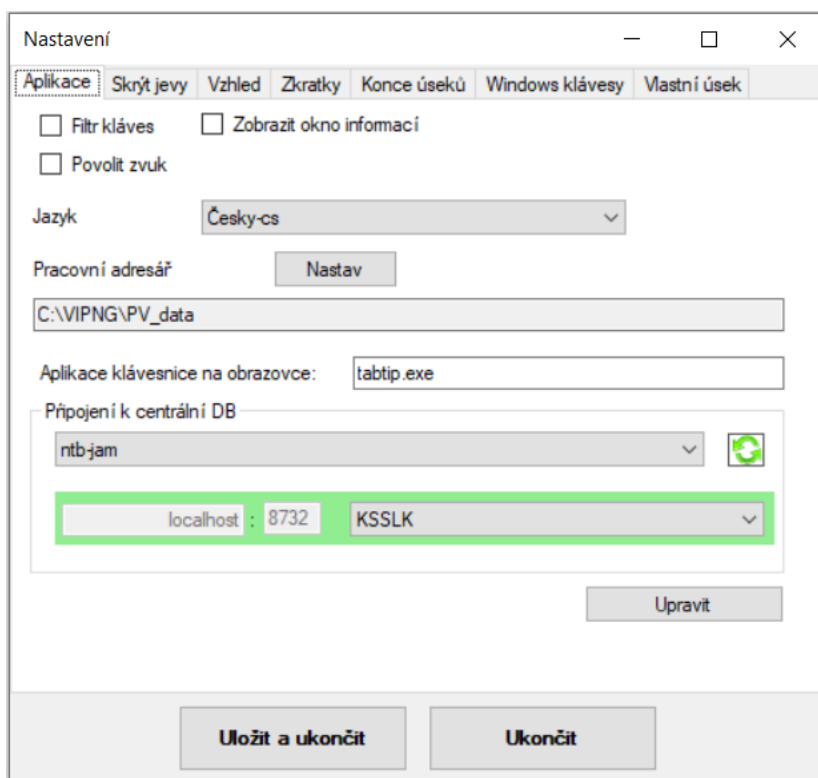
VIPNG Collection je modul určený pro sbírání konkrétních dat ze silniční sítě, jejich částečným zpracováním a přípravou plánu sběru. Úvodní menu programu zpřístupňuje jeho nejdůležitější funkce. [11]



Obrázek 24: Menu modulu VIPNG Collection

A. Nastavení

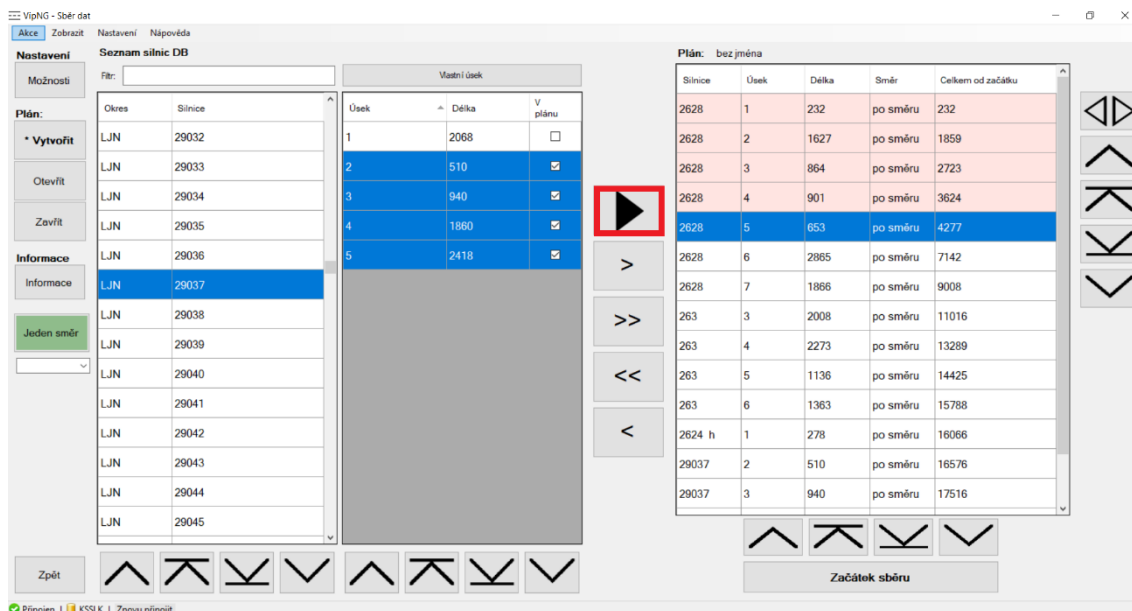
V nastavení lze zvolit pracovní adresář, do něž se budou ukládat soubory s naměřenými daty, dále se volí databáze, se kterou se bude pracovat. Rovněž je možné si uživatelsky aplikaci přizpůsobit, zcela skrýt některé typy měřených jevů nebo zapnout zvukové upozornění na blížící se konec úseku.



Obrázek 25: Nastavení modulu VIPNG Collection

B. Plán

Varianta sběru plán umožňuje sbírat úseky podle předpřipraveného harmonogramu. Tato varianta je časově ekonomičtější, je vhodná pro měření v extravilánu a v případě znalosti terénu je možné ji aplikovat i v obci, kde je ale tvorba plánu výrazně obtížnější.

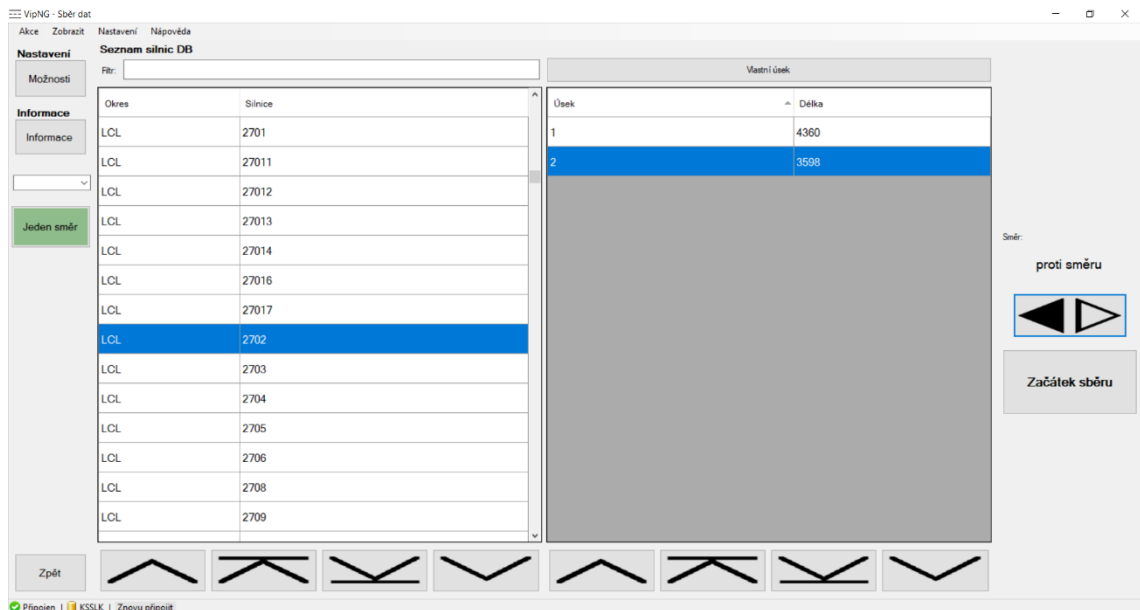


Obrázek 26: Plán měření v modulu VIPNP Collection

V levém seznamu si uživatel vybere silnici, kterou chce vložit do plánu podle jejího čísla a okresu v němž leží. Zobrazí se mu všechny její úseky, které vyhovují prvnímu výběru a dále vybírá, které úseky do plánu vloží. Při vkládání je nutné pečlivě hlídat směr měření, který ovládá černá zvýrazněná šipka. Měření probíhá buď po směru (z počátečního uzlu do koncového) anebo obráceně. Pětice tlačítek úplně vpravo ještě umožňuje již vytvořený plán editovat, měnit pořadí úseků, popř. i směr měření jednotlivých úseků. V seznamu plánu jsou indikovány již sbírané úseky růžovou barvou. Je možné samotný plán i uložit jako soubor s příponou .pdb a později se k němu vrátit. [11]

C. Jedna silnice

Alternativní variantou je sběr po jednotlivých úsecích odděleně. Při tomto způsobu je vždy nutné po přijetí do uzlu vyhledat úsek, který chce uživatel měřit a samostatně jej spustit. Tato varianta je zcela nevhodná pro měření v extravilánu, protože způsobuje prodlevy i na frekventovaných křižovatkách, ale někdy je nezbytná v intravilánu z důvodu obtížného terénu, popř. ulic s jednosměrným provozem. Opět je třeba hlídat směr měření.



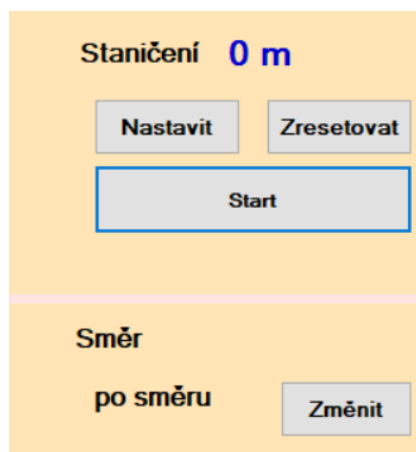
Obrázek 27: Jedna silnice v modulu VIPNG Collection

D. Kalibrace

Položka kalibrace slouží pro nastavení modulu pro zaznamenávání staničení. Aby bylo možné posbírané poruchy na úseku lokalizovat, je nutné, aby byl měřící modul sladěn s měřícím vozidlem. Kalibraci může rozhodit nejen výměna pneumatik (typicky při přezouvání zimní/letní pneu), ale na delších úsecích může být poznat i sjetí dezénu.

E. Digitrip

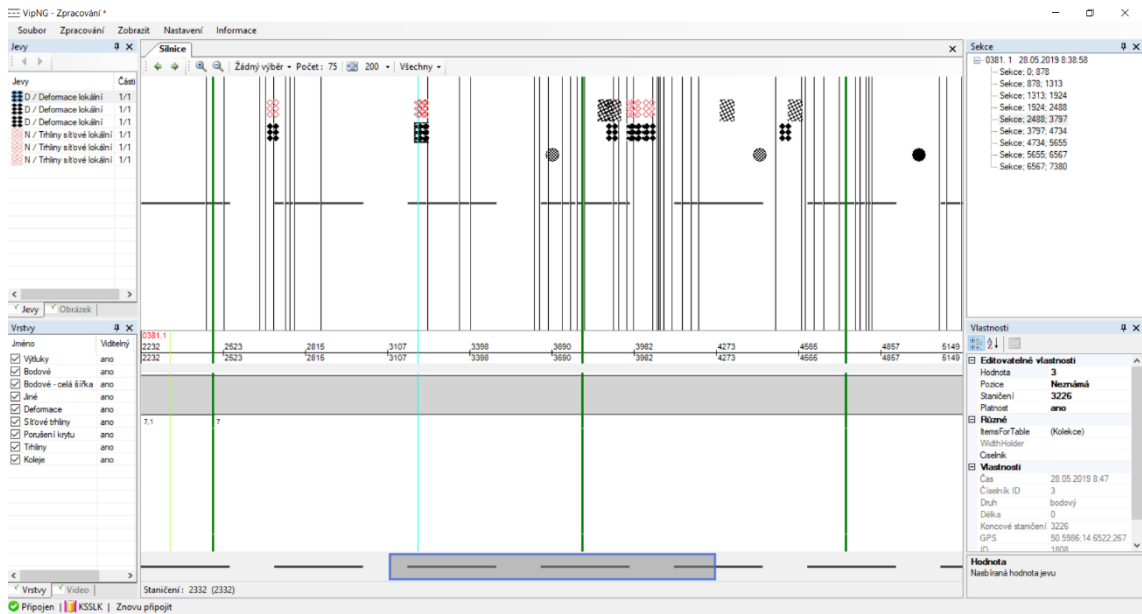
Komponenta digitrip slouží k měření vzdálenosti pomocí modulu staničení. Může být platná v případě nutnosti měřit úsek z konkrétního bodu, pokud není možné měřit úsek z uzlu do uzlu. Posloužit může i v rámci lokalizace v neznámém terénu. [11]



Obrázek 28: Komponenta digitrip modulu VIPNG Collection

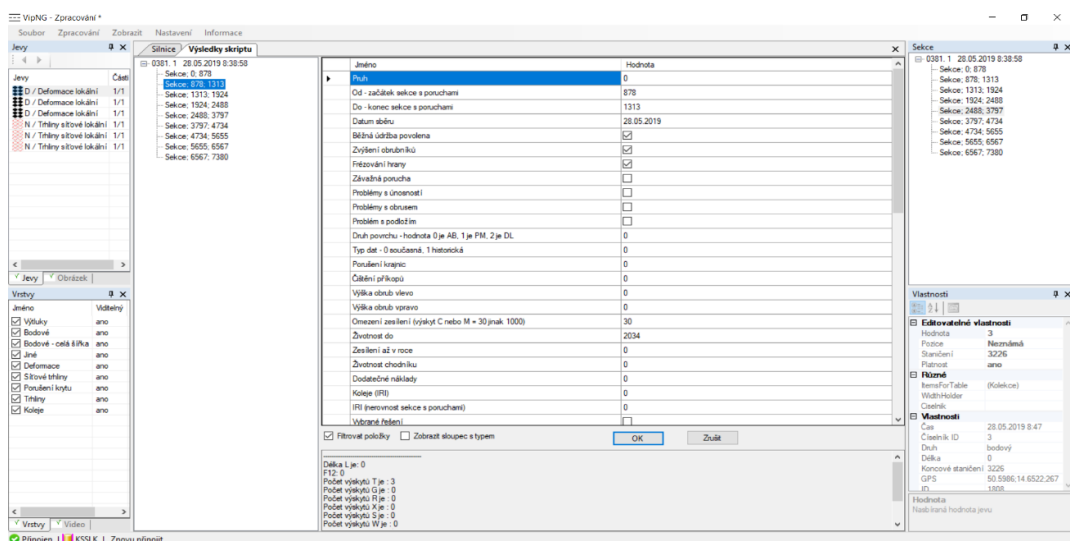
3.4.2.4 MODUL PRO ZPRACOVÁNÍ DAT VIPNG PROCESSING

Aplikace zpracování dat je učená pro komplexní zpracování dat nasbíraných sběrovou aplikací VIPNG Collection. Proces vyhodnocování spočívá ve vyhodnocování sekcí. Sekcí rozumíme část silnice, která je homogenně porušena. Z databáze se načte jeden nebo více úseku určených ke zpracování, provede se tvorba sekcí a spustí se skript. [12]



Obrázek 29: Ukázka tvorby sekcí v modulu VIPNG Processing

Ve spuštěném skriptu je následně možné každou vytvořenou sekci doplnit o další užitečné informace, které jsou potřebné pro budoucí tvorbu plánu údržby a oprav. Zásadní je nastavení druhu povrchu, protože každý typ vyžaduje zcela odlišné metody údržby a bez této informace nelze dále pracovat. Dalšími zadávanou informací může být omezení zesílení vozovky např. vlivem uzavření vozovky mezi obrubníky v intravilánu.



Obrázek 30: Spuštěný skript modulu VIPNG Processing

4. PRAKTICKÁ ČÁST

V rámci praktické části diplomové práce budou presentovány výsledky z provedených měření v terénu. Budou kriticky zhodnoceny a srovnány některé aspekty systému a dále budou představeny provedené plány.

Sběr dat proběhl v měsících květnu a červnu na celkem 1271 km vozovek v Libereckém kraji. Stav silnic II. se aktualizuje každý rok a jejich délka činí 490 km. Stav silnic III. třídy se aktualizuje každé dva roky, a proto zbytková délka 781 km činí jen polovinu délky celé sítě silnic III. třídy v Libereckém kraji.

4.1 VÝSLEDKY Z HODNOCENÍ STAVU POVRCHU VOZOVEK

První prováděnou analýzou na posbíraných datech v terénu a na poskytnutých historických datech je analýza výsledných klasifikačních stavů porušení vozovek. Z této analýzy lze jak hodnotit aktuální stav vozovek v Libereckém kraji, tak sledovat trend jeho dlouhodobého vývoje. Je možné mezi sebou porovnávat stav i vývoj v jednotlivých okresech, a to na síti silnic II. třídy, III. třídy i celkově.

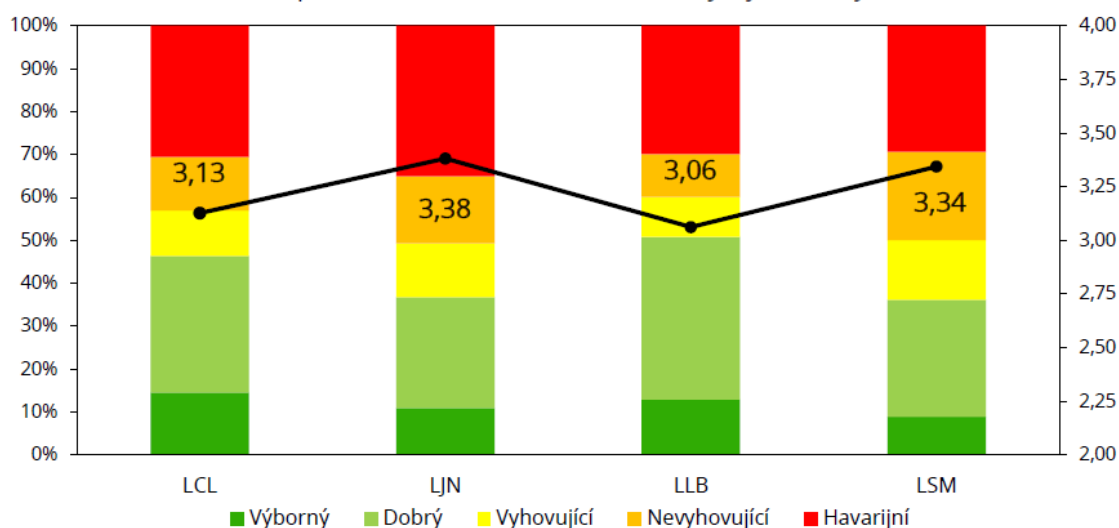
4.1.1 HODNOCENÍ STAVU VOZOVEK

A. Hodnocení stavu povrchu vozovek dle TP 87 silnic II. a III. třídy k 30. 6. 2019

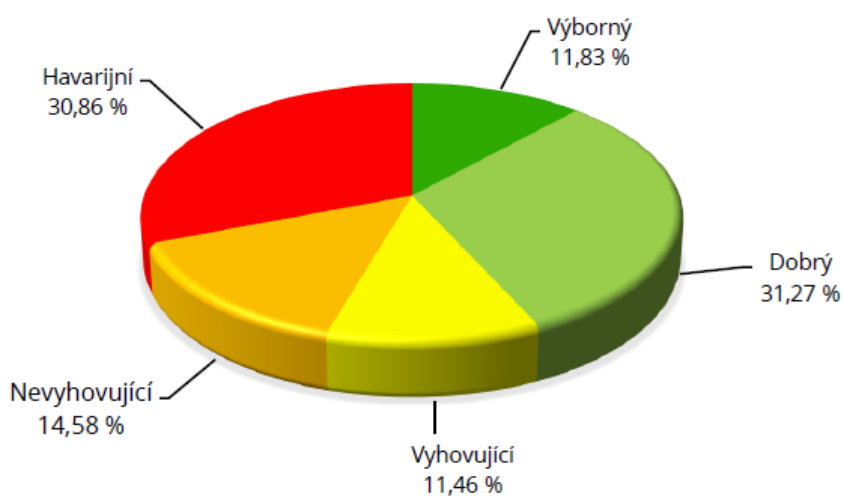
Tabulka 3: Stav povrchu vozovek Liberecký kraj 2019 II. a III. třída

Třída	Okres	Stav dle TP 87					Celkem [m]	Průměrná klasifikace
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
II. a III. třída	LCL	79 275	173 894	57 872	68 274	166 746	546 061	3,13
	LJN	41 267	98 533	47 559	59 463	133 341	380 163	3,38
	LLB	75 553	223 747	54 677	59 450	175 905	589 332	3,06
	LSM	49 381	152 472	77 568	115 219	164 071	558 711	3,34
Celkem [m]		245 476	648 646	237 676	302 406	640 063	2 074 267	3,21

Graf 1: Stav povrchu vozovek silnic II. a III. třídy v jednotlivých okresech



Graf 2: Stav povrchu vozovek silnic II. a III. třídy v Libereckém kraji

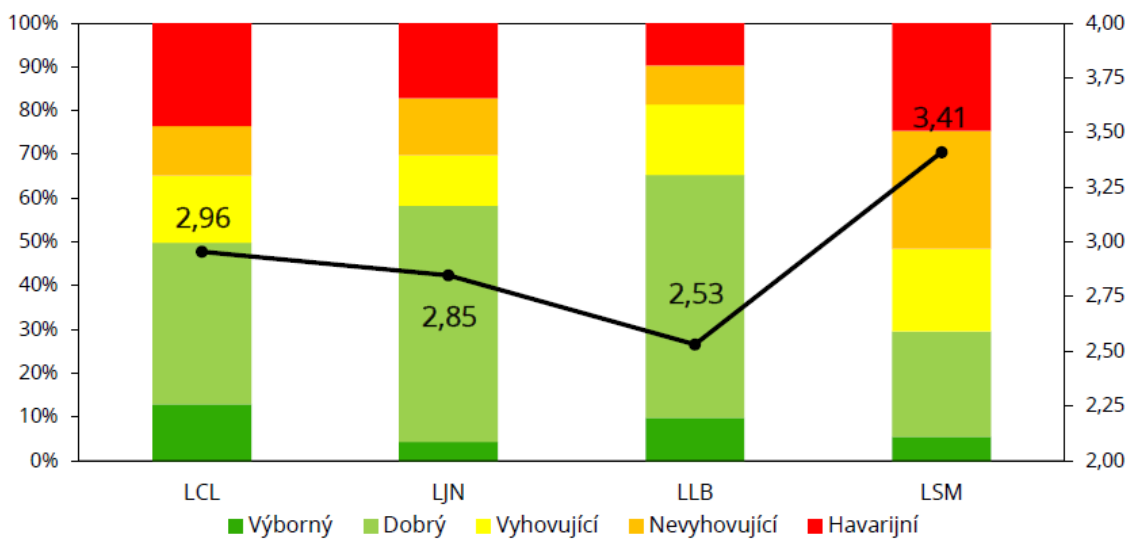


B. Hodnocení stavu povrchu vozovek dle TP 87 silnic II. třídy k 30. 6. 2019

Tabulka 4: Stav povrchu vozovek Liberecký kraj 2019 II. třída

Třída	Okres	Stav dle TP 87					Celkem [m]	Průměrná klasifikace
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
II. třída	LCL	18521	52891	21970	16187	33685	143254	2,96
	LJN	1740	21744	4625	5240	6923	40272	2,85
	LLB	11589	65377	18906	10484	11444	117800	2,53
	LSM	10485	45472	35693	50846	46610	189106	3,41
Celkem [m]		42 335	185 484	81 194	82 757	98 662	490 432	3,02

Graf 3: Stav povrchu vozovek silnic II. třídy v jednotlivých okresech



Graf 4: Stav povrchu vozovek silnic II. třídy v Libereckém kraji

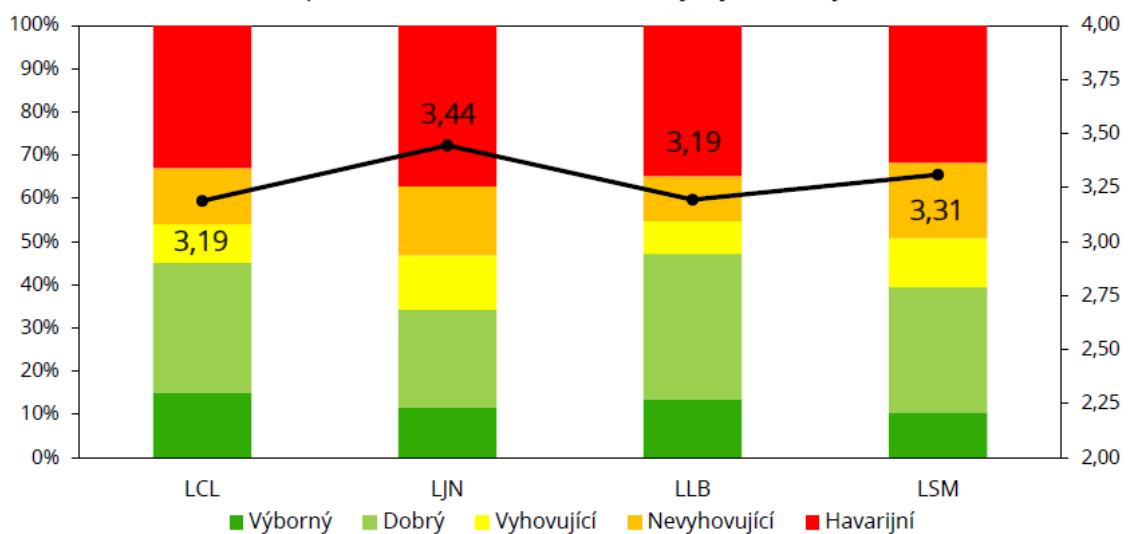


C. Hodnocení stavu povrchu vozovek dle TP 87 silnic III. třídy k 30. 6. 2019

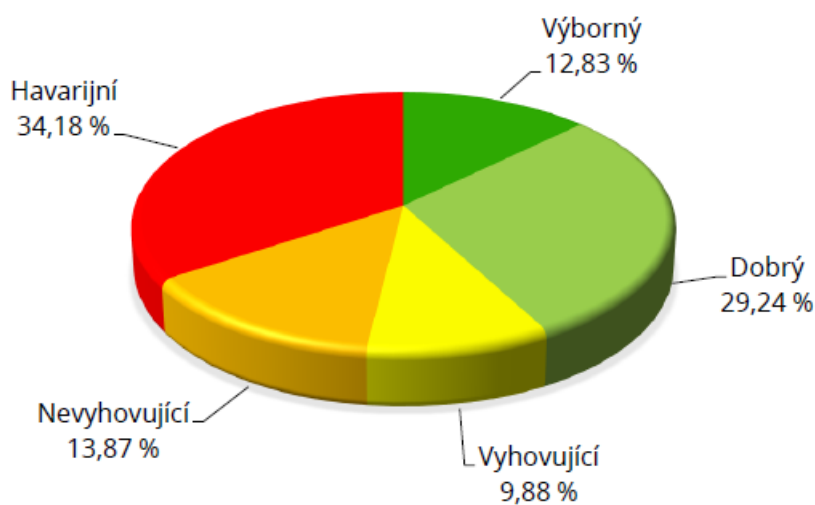
Tabulka 5: Stav povrchu vozovek Liberecký kraj 2019 III. třída

Třída	Okres	Stav dle TP 87					Celkem [m]	Průměrná klasifikace
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
III. třída	LCL	60754	121003	35902	52087	133061	402807	3,19
	LJN	39527	76789	42934	54223	126418	339891	3,44
	LLB	63964	158370	35771	48966	164461	471532	3,19
	LSM	38896	107000	41875	64373	117461	369605	3,31
Celkem [m]		203 141	463 162	156 482	219 649	541 401	1 583 835	3,27

Graf 5: Stav povrchu vozovek silnic III. třídy v jednotlivých okresech



Graf 6: Stav povrchu vozovek silnic III. třídy v Libereckém kraji



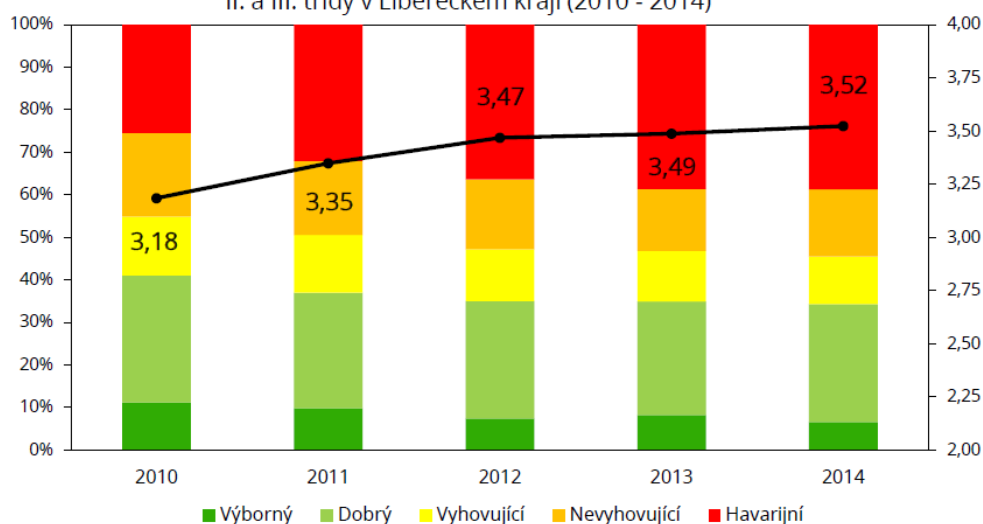
4.1.2 DLOUHODOBÉ HODNOCENÍ STAVU VOZOVEK 2010–2019

A. Dlouhodobý vývoj hodnocení stavu povrchu vozovek dle TP 87 silnic II. a III. třídy od roku 2010 do roku 2019

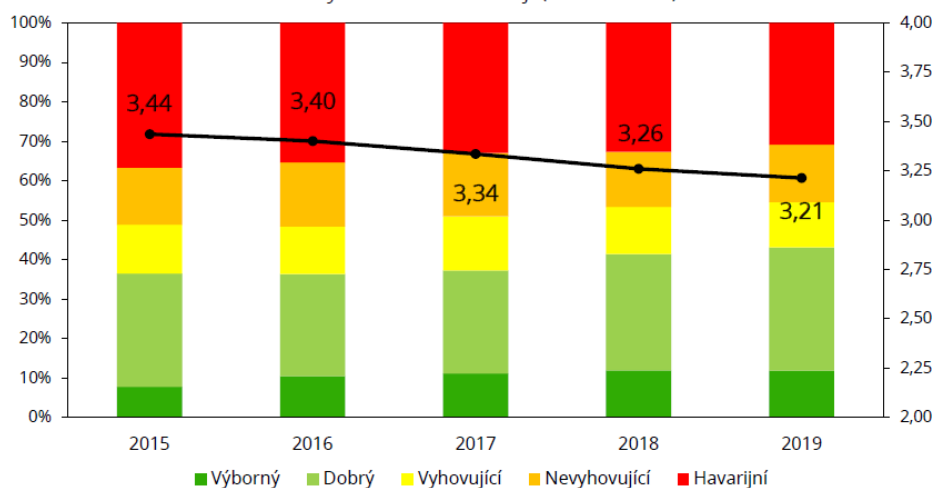
Tabulka 6: Vývoj stavu vozovek v Libereckém kraji II. a III. třída

Třída	Rok	Stav dle TP 87					Cekem [m]	Průměrná klasifikace
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
II. a III. třída	2010	234 204	625 257	290 537	410 512	534 337	2 094 847	3,18
	2011	205 271	569 387	284 413	364 279	672 610	2 095 960	3,35
	2012	154 378	578 137	255 284	344 127	761 282	2 093 208	3,47
	2013	170 434	555 533	246 727	302 347	802 884	2 077 925	3,49
	2014	137 280	575 259	232 850	326 906	804 588	2 076 883	3,52
	2015	160 425	597 893	255 557	301 524	761 571	2 076 970	3,44
	2016	216 888	537 842	250 515	337 709	733 805	2 076 759	3,40
	2017	231 008	543 009	284 626	333 110	685 027	2 076 780	3,34
	2018	246 690	612 012	248 038	289 332	678 467	2 074 539	3,26
	2019	245 476	648 646	237 676	302 406	640 063	2 074 267	3,21

Graf 7: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v Libereckém kraji (2010 - 2014)



Graf 8: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v Libereckém kraji (2015 - 2019)

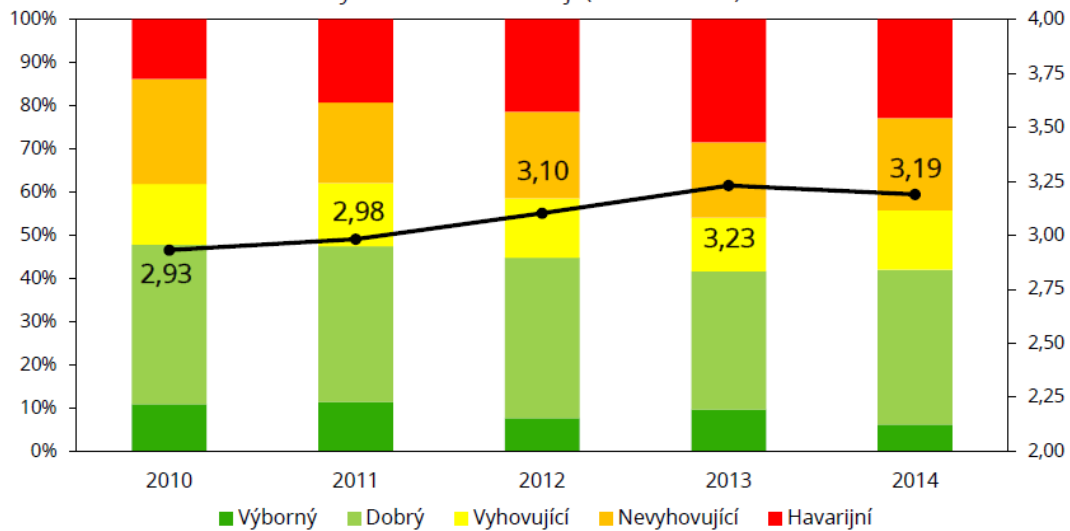


B. Dlouhodobý vývoj hodnocení stavu povrchu vozovek dle TP 87 silnic II. třídy od roku 2012 do roku 2019

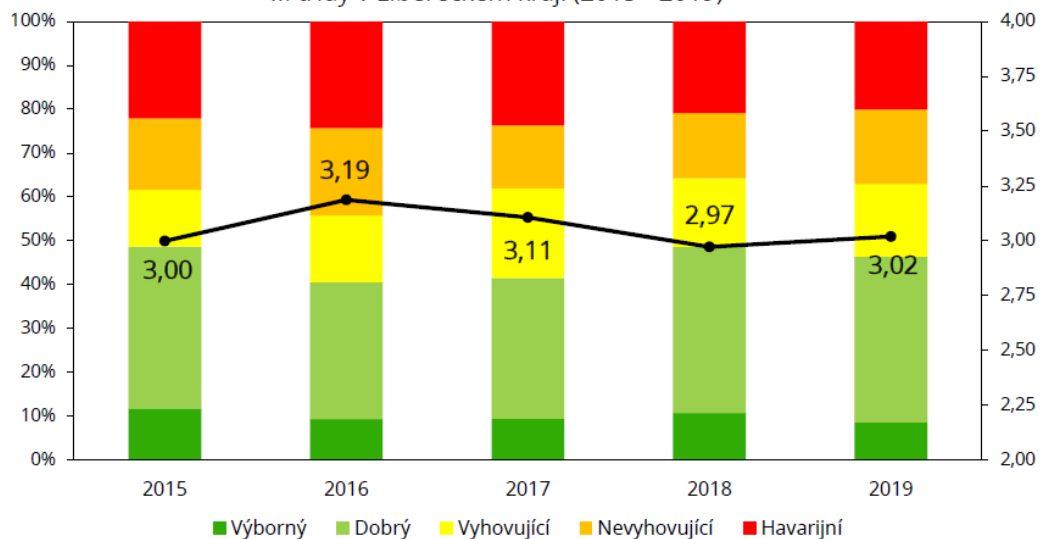
Tabulka 7: Vývoj stavu vozovek v Libereckém kraji II. třída

Třída	Rok	Stav dle TP 87					Cekem [m]	Průměrná klasifikace
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
		[m]						
II. třída	2010	52 962	180 997	68 747	118 799	67 364	488 869	2,93
	2011	55 679	176 398	71 681	91 165	93 951	488 874	2,98
	2012	37 360	181 956	67 217	97 851	104 421	488 805	3,10
	2013	46 876	156 927	61 026	85 607	139 043	489 479	3,23
	2014	29 876	175 715	67 779	104 305	112 039	489 714	3,19
	2015	57 790	180 619	63 396	79 789	108 112	489 706	3,00
	2016	45 680	152 876	74 527	97 466	119 157	489 706	3,19
	2017	46 315	157 164	100 258	69 794	116 227	489 758	3,11
	2018	52 846	185 531	76 580	72 863	102 422	490 242	2,97
	2019	42 335	185 484	81 194	82 757	98 662	490 432	3,02

Graf 9: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. třídy v Libereckém kraji (2010 - 2014)



Graf 10: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. třídy v Libereckém kraji (2015 - 2019)

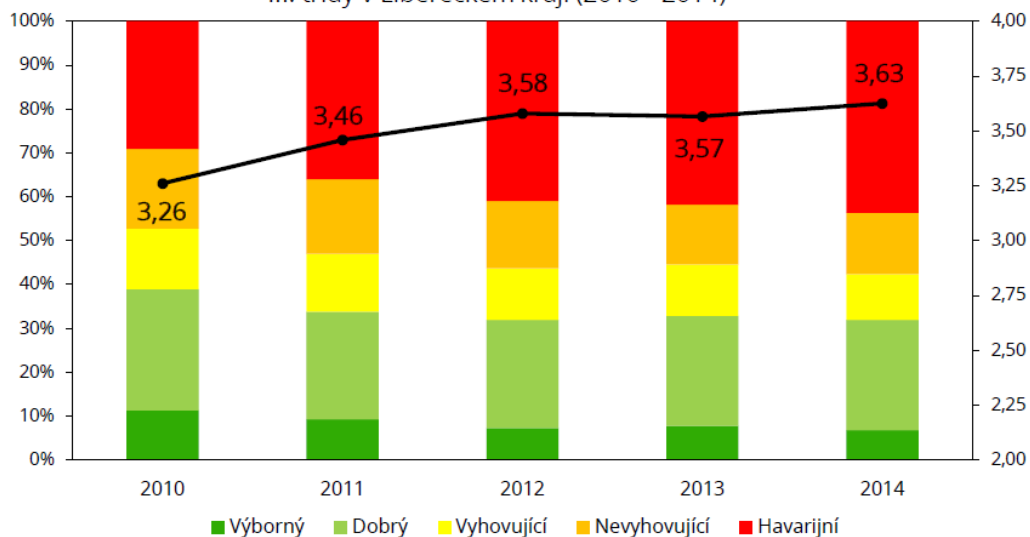


C. Dlouhodobý vývoj hodnocení stavu povrchu vozovek dle TP 87 silnic III. třídy od roku 2012 do roku 2019

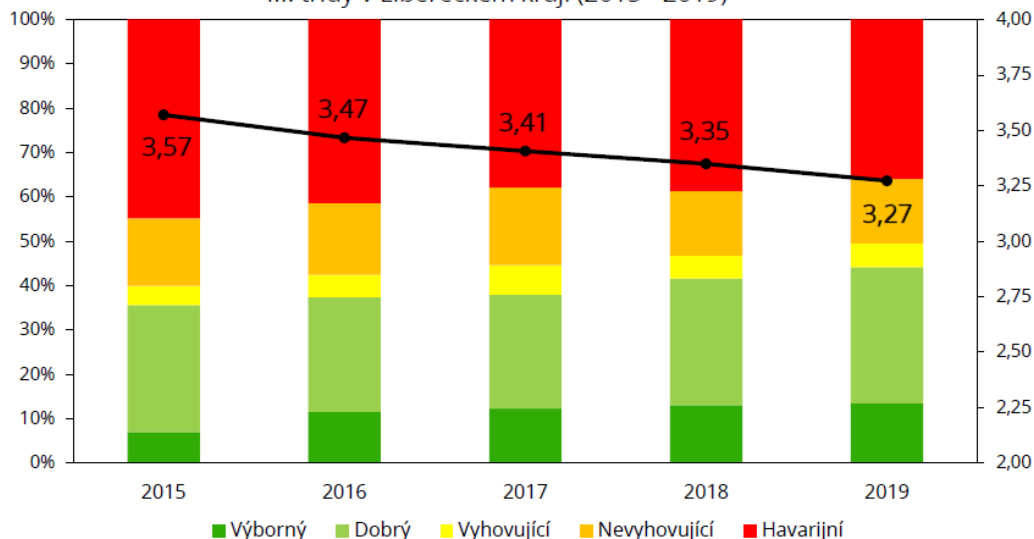
Tabulka 8: Vývoj stavu vozovek v Libereckém kraji III. třída

Třída	Rok	Stav dle TP 87					Cekem [m]	Průměrná klasifikace
		Výborný	Dobrá	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
III. třída	2010	181 242	444 260	221 790	291 713	466 973	1 605 978	3,26
	2011	149 592	392 989	212 732	273 114	578 659	1 607 086	3,46
	2012	117 018	396 181	188 067	246 276	656 861	1 604 403	3,58
	2013	123 558	398 606	185 701	216 740	663 841	1 588 446	3,57
	2014	107 404	399 544	165 071	222 601	692 549	1 587 169	3,63
	2015	102 635	417 274	192 161	221 735	653 459	1 587 264	3,57
	2016	171 208	384 966	175 988	240 243	614 648	1 587 053	3,47
	2017	184 693	385 845	184 368	263 316	568 800	1 587 022	3,41
	2018	193 844	426 481	171 458	216 469	576 045	1 584 297	3,35
	2019	203 141	463 162	156 482	219 649	541 401	1 583 835	3,27

Graf 11: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích III. třídy v Libereckém kraji (2010 - 2014)



Graf 12: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích III. třídy v Libereckém kraji (2015 - 2019)



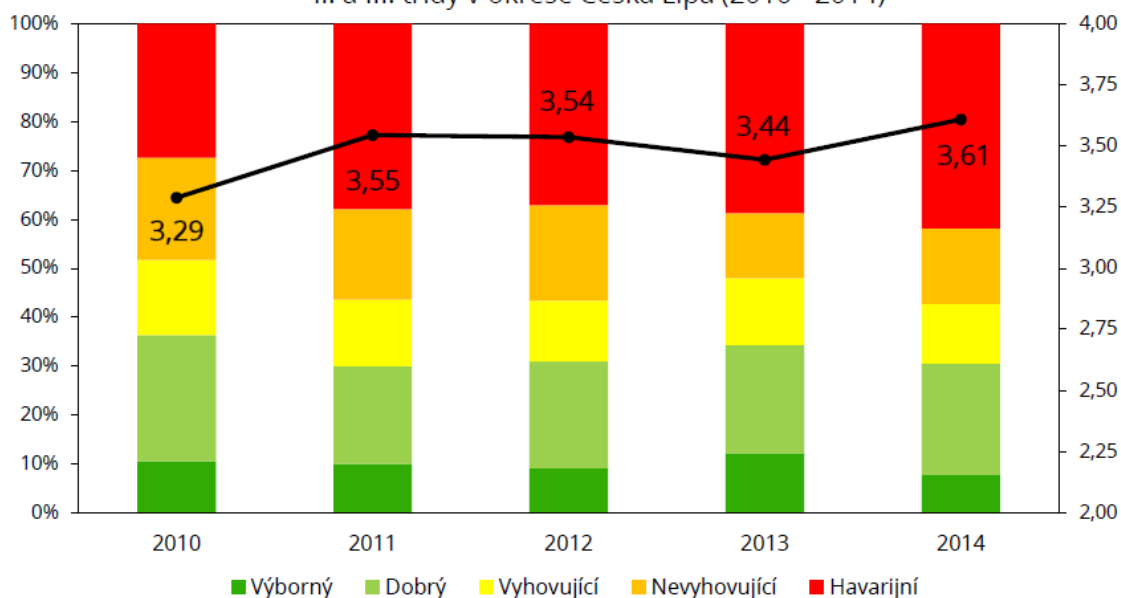
4.1.3 DLOUHODOBÉ HODNOCENÍ STAVU VOZOVEK 2010–2019 V DETAILNÍM ZOBRAZENÍ PO JEDNOTLIVÝCH OKRESECH

A. Okres Česká Lípa – silnice II. a III. třídy

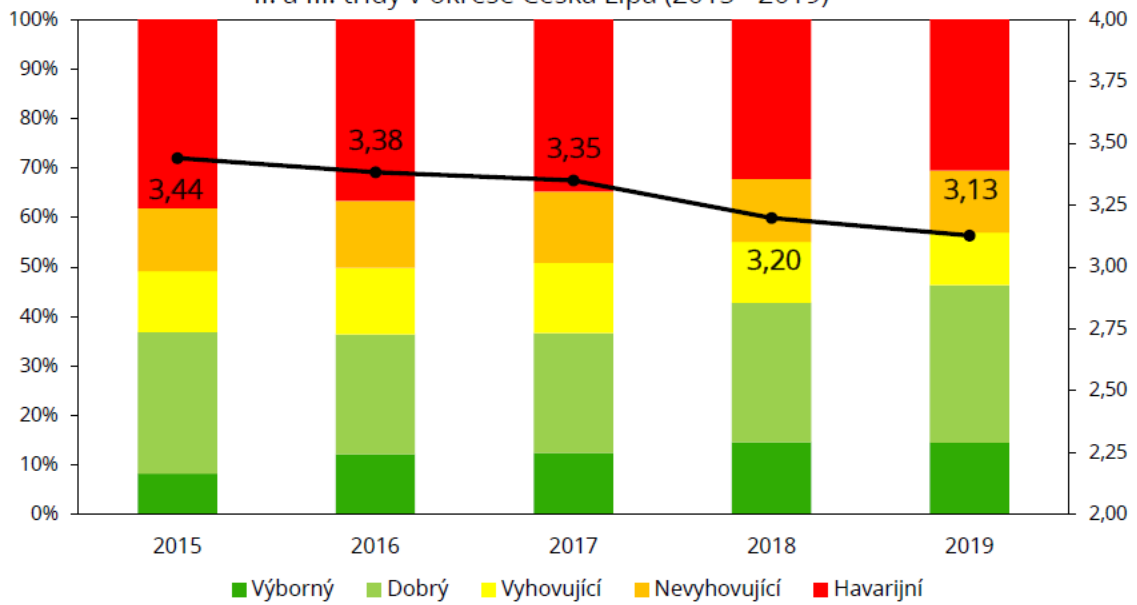
Tabulka 9: Vývoj stavu vozovek v okrese Česká Lípa II. a III. třída 2010–2019

Třída	Rok	Stav dle TP 87					Celkem [m]	Průměrná klasifikace
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
		[m]						
II. a III. třída	2010	58 182	143 284	85 161	115 663	152 056	554 346	3,29
	2011	54 989	111 324	76 080	102 954	210 746	556 093	3,55
	2012	50 361	121 842	68 969	108 750	206 059	555 981	3,54
	2013	66 000	120 833	74 423	72 500	210 988	544 744	3,44
	2014	41 922	124 170	66 530	83 928	227 880	544 430	3,61
	2015	44 978	156 017	67 116	69 254	208 343	545 708	3,44
	2016	66 340	132 399	73 335	73 665	199 992	545 731	3,38
	2017	67 686	132 113	77 580	78 548	189 840	545 767	3,35
	2018	79 832	153 701	67 123	69 222	176 073	545 951	3,20
	2019	79 275	173 894	57 872	68 274	166 746	546 061	3,13

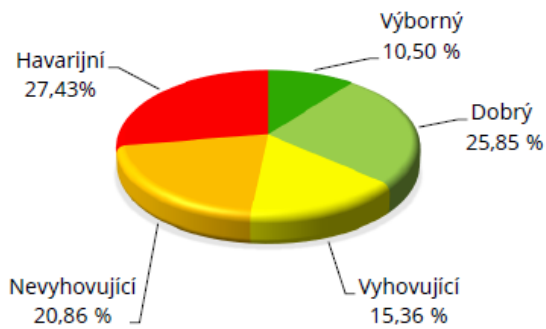
Graf 13: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Česká Lípa (2010 - 2014)



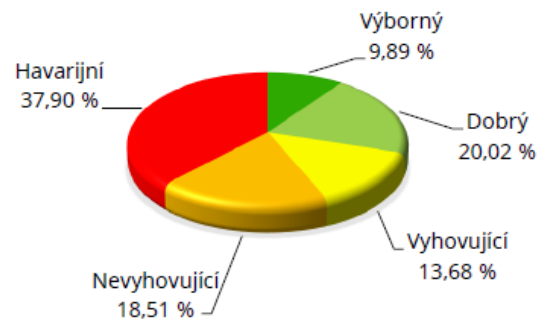
Graf 14: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Česká Lípa (2015 - 2019)



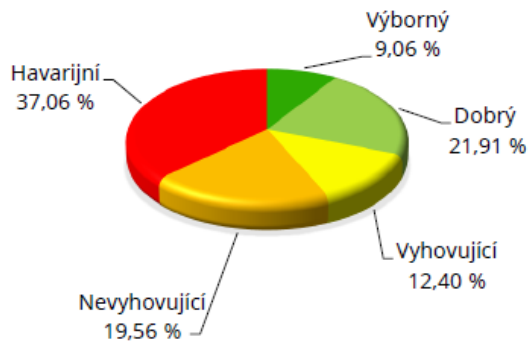
Graf 15: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2010



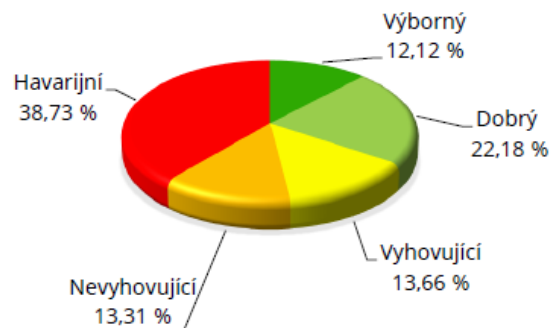
Graf 16: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2011



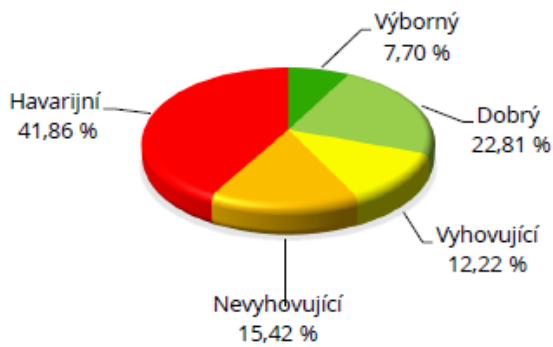
Graf 17: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2012



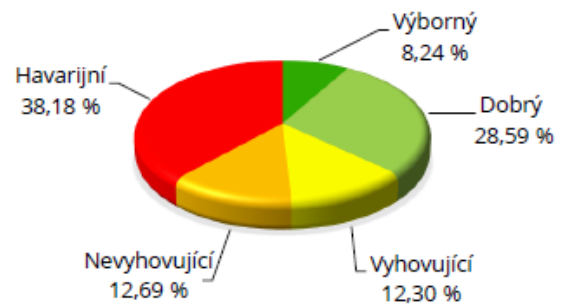
Graf 18: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2013



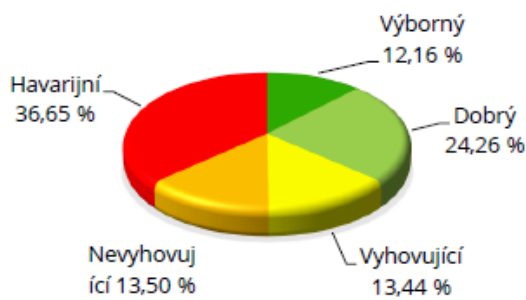
Graf 19: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2014



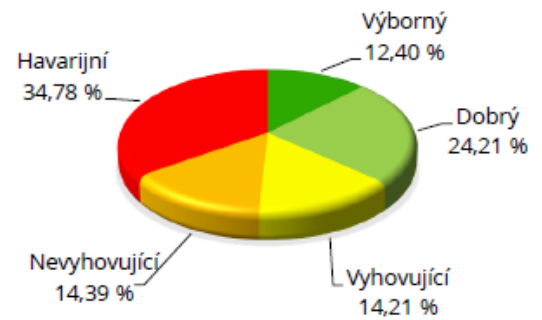
Graf 20: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2015



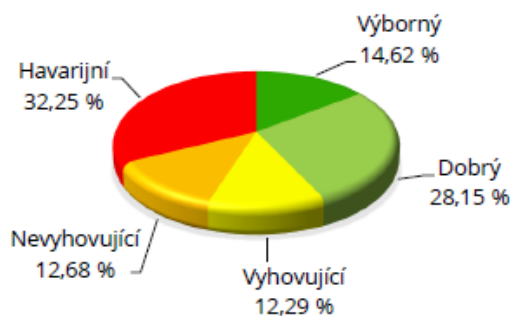
Graf 21: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2016



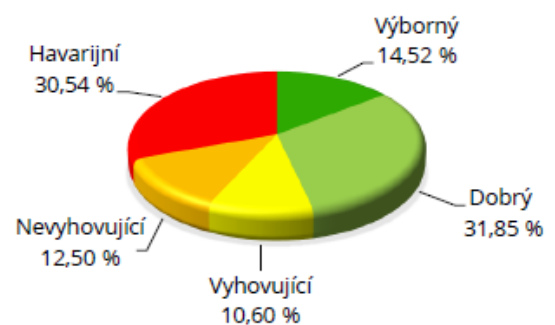
Graf 22: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2017



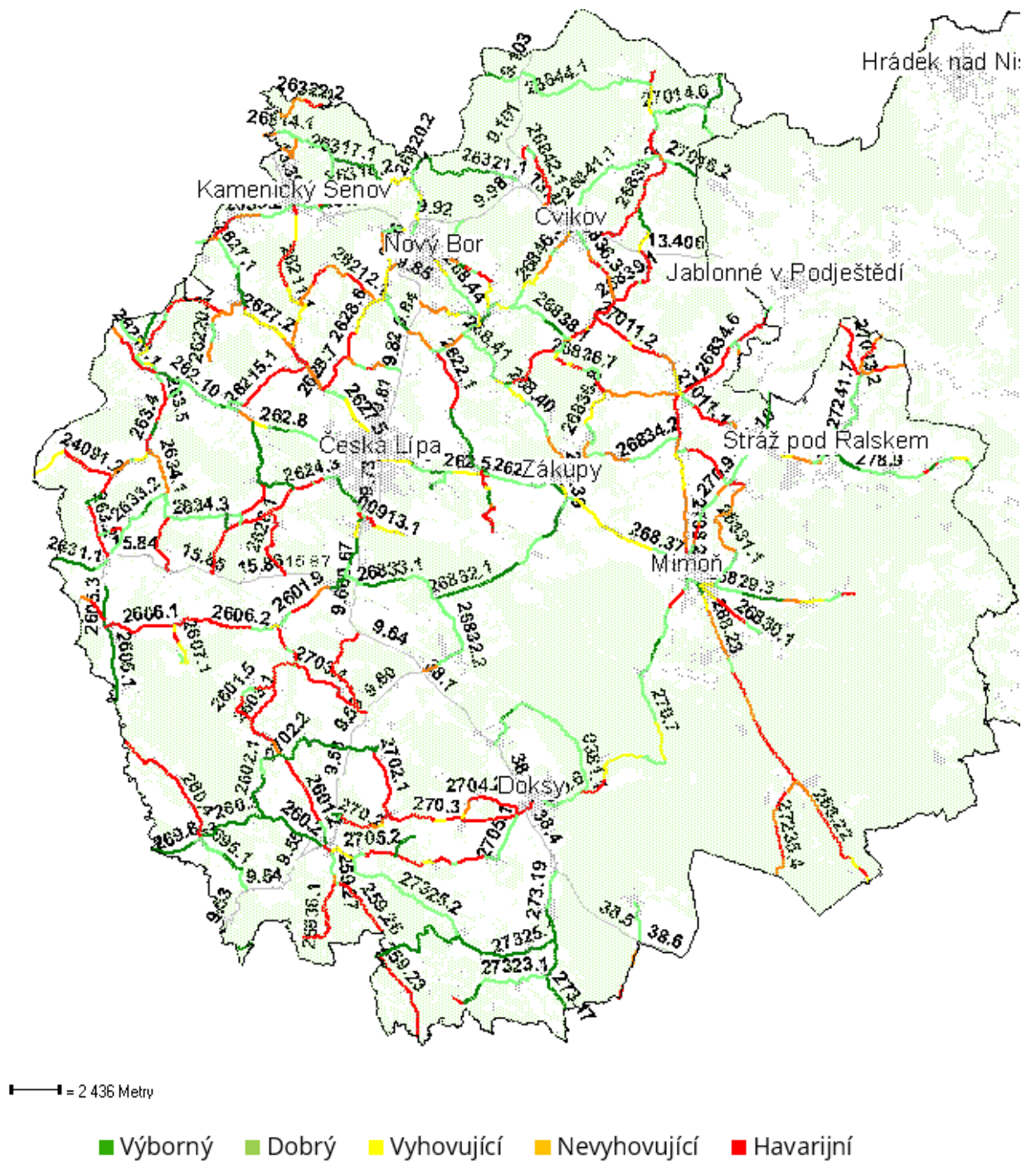
Graf 23: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2018



Graf 24: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2019



Mapa stavu vozovek v okrese Česká Lípa k 30. 6. 2019



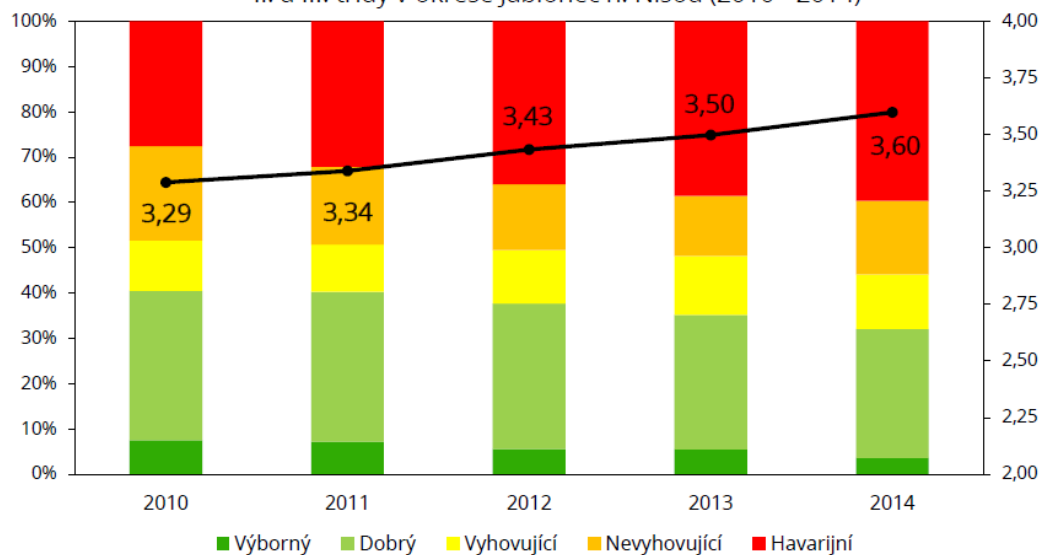
Obrázek 31: Mapa stavu vozovek okres Česká Lípa

B. Okres Jablonec nad Nisou – silnice II. a III. třídy

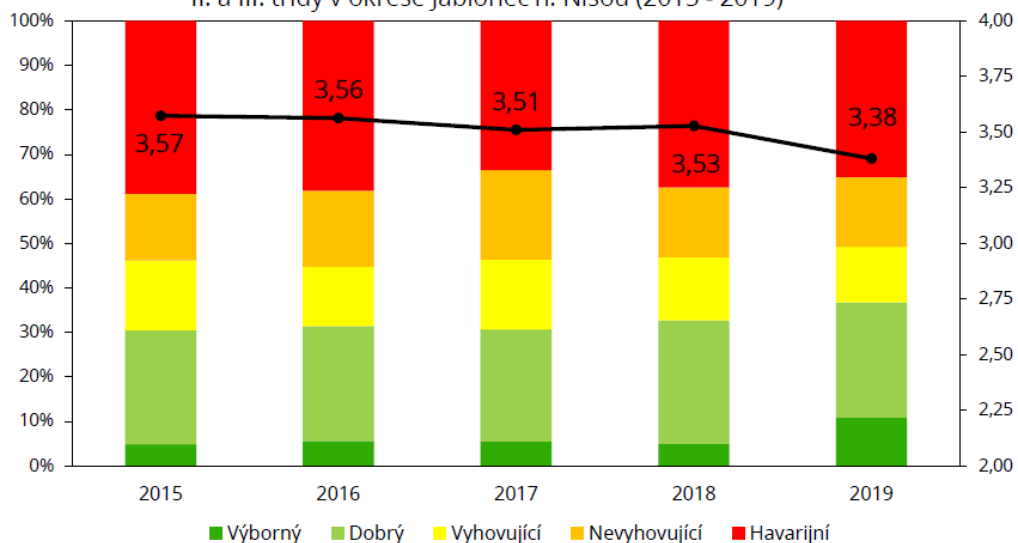
Tabulka 10: Vývoj stavu vozovek v okrese Jablonec n. Nisou II. a III. třída 2010–2019

Třída	Rok	Stav dle TP 87					Celkem [m]	Průměrná klasifikace
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
		[m]						
II. a III. třída	2010	28 620	125 351	42 226	79 264	104 870	380 331	3,29
	2011	27 452	126 150	39 658	65 596	122 295	381 151	3,34
	2012	20 999	122 689	44 879	55 443	137 295	381 305	3,43
	2013	20 779	113 401	49 590	50 398	147 243	381 411	3,50
	2014	13 607	108 597	46 233	61 743	151 071	381 251	3,60
	2015	18 376	97 784	59 692	57 343	148 056	381 251	3,57
	2016	21 454	98 222	51 013	65 049	145 513	381 251	3,56
	2017	20 957	96 139	59 476	76 814	127 865	381 251	3,51
	2018	18 732	105 567	53 999	59 665	142 200	380 163	3,53
	2019	41 267	98 533	47 559	59 463	133 341	380 163	3,38

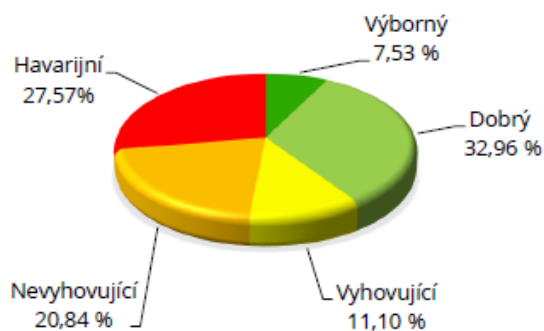
Graf 25: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Jablonec n. Nisou (2010 - 2014)



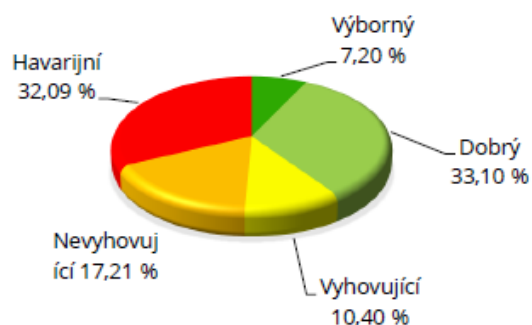
Graf 26: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Jablonec n. Nisou (2015 - 2019)



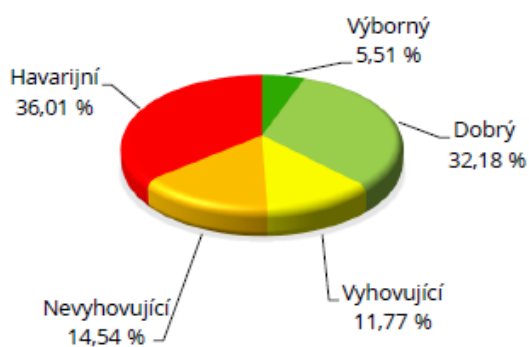
Graf 27: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2010



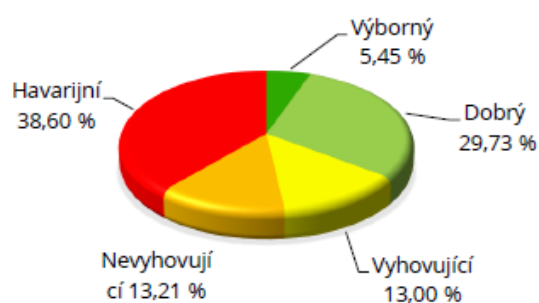
Graf 28: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2011



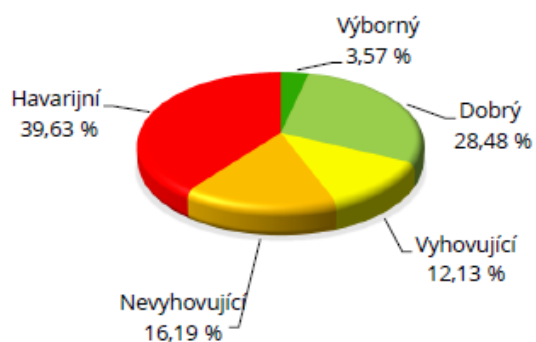
Graf 29: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2012



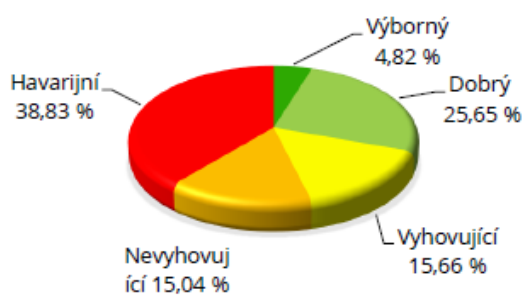
Graf 30: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2013



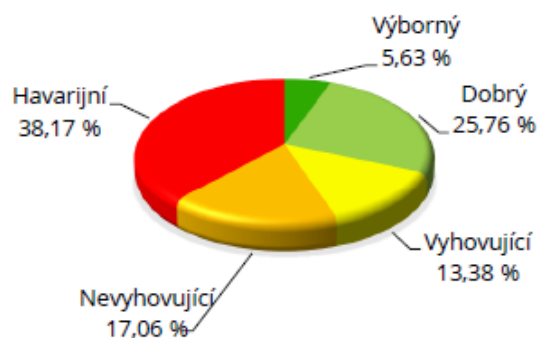
Graf 31: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2014



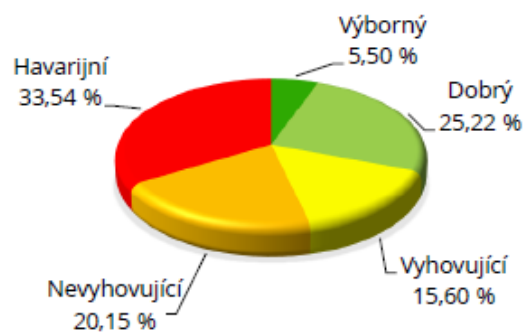
Graf 32: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2015



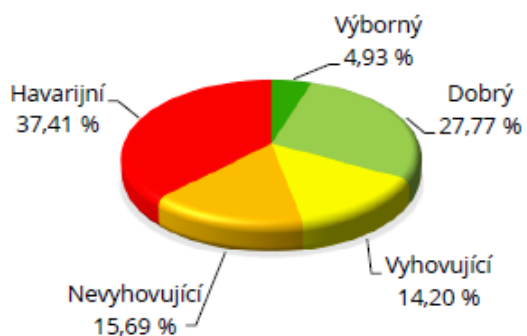
Graf 33: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2016



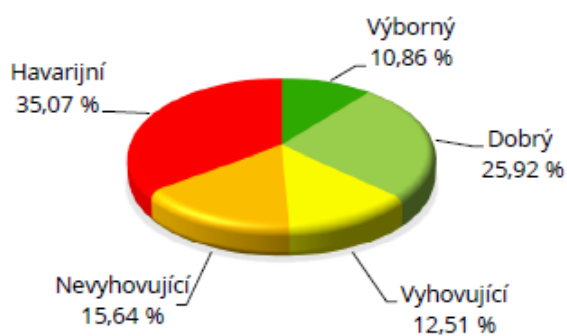
Graf 34: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2017



Graf 35: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2018



Graf 36: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2019

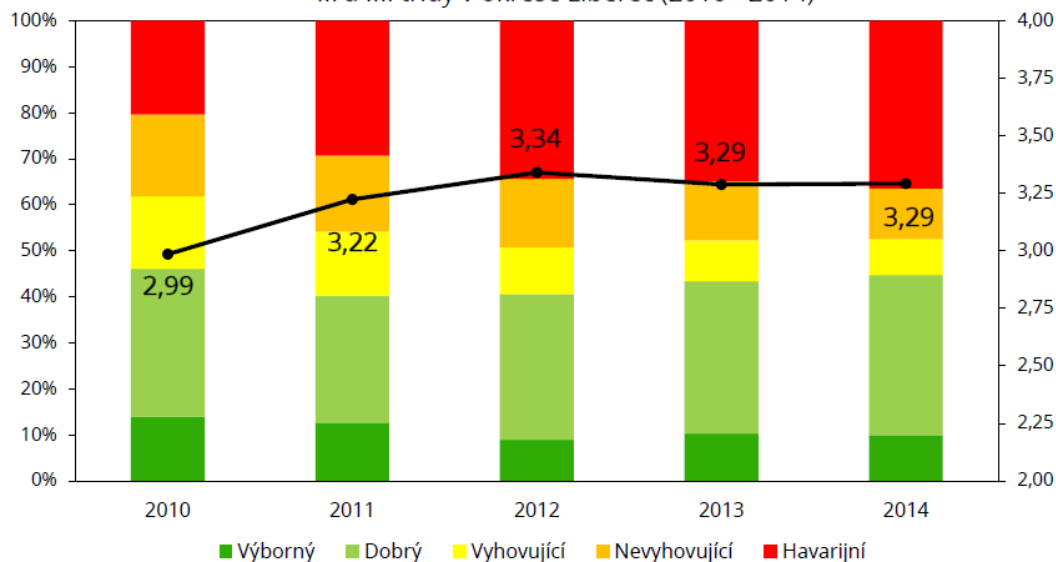


C. Okres Liberec – silnice II. a III. třídy

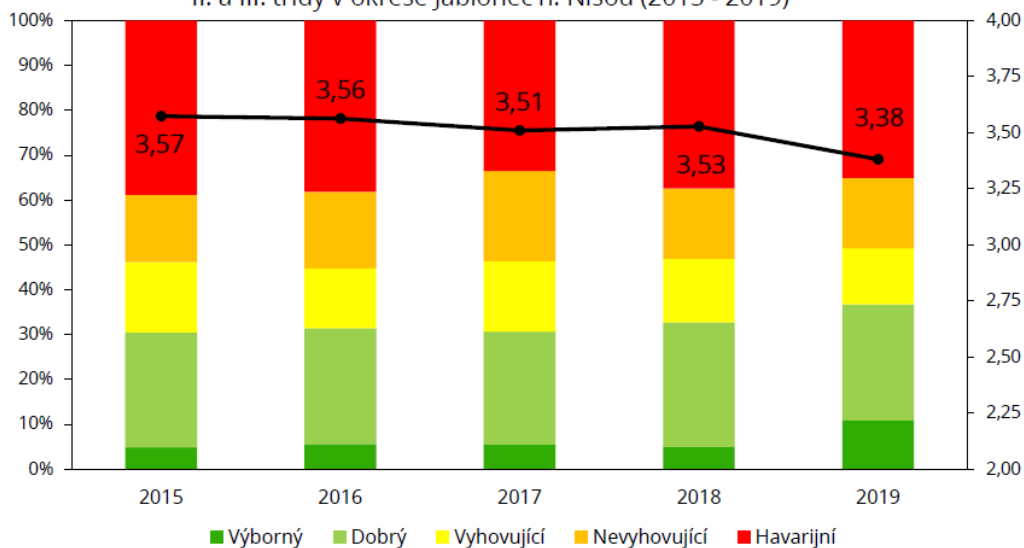
Tabulka 11: Vývoj stavu vozovek v okrese Liberec II. a III. třída 2010–2019

Třída	Rok	Stav dle TP 87					Celkem [m]	Průměrná klasifikace
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
		[m]						
II. a III. třída	2010	83 247	192 737	94 306	106 347	122 023	598 660	2,99
	2011	75 564	165 203	83 122	98 759	175 681	598 329	3,22
	2012	53 124	188 275	60 981	88 078	204 581	595 039	3,34
	2013	60 918	195 527	52 514	76 398	205 627	590 984	3,29
	2014	58 676	205 706	46 120	65 172	215 195	590 869	3,29
	2015	57 320	211 787	51 730	71 460	197 930	590 227	3,24
	2016	77 039	199 661	54 393	78 524	180 750	590 367	3,15
	2017	78 685	200 906	64 257	74 048	172 413	590 309	3,10
	2018	94 430	197 928	58 703	54 637	183 257	588 955	3,06
	2019	87 872	209 334	54 874	63 912	173 340	589 332	3,03

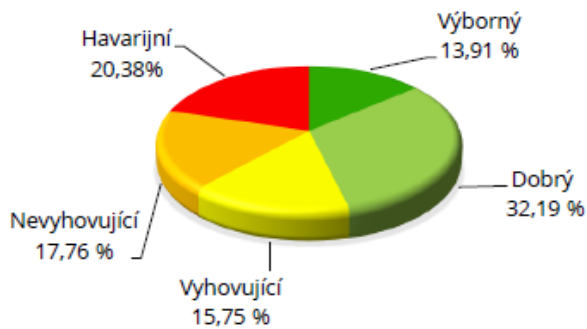
Graf 37: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Liberec (2010 - 2014)



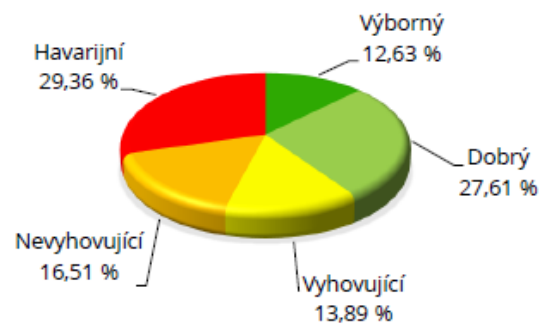
Graf 26: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Jablonec n. Nisou (2015 - 2019)



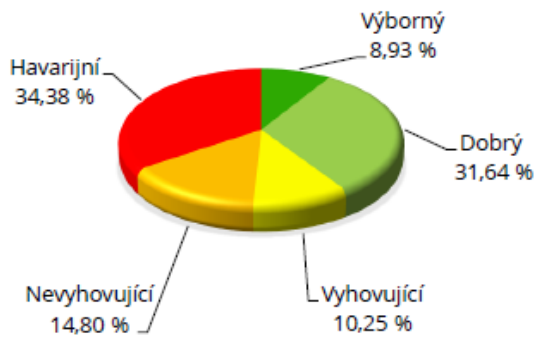
Graf 39: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2010



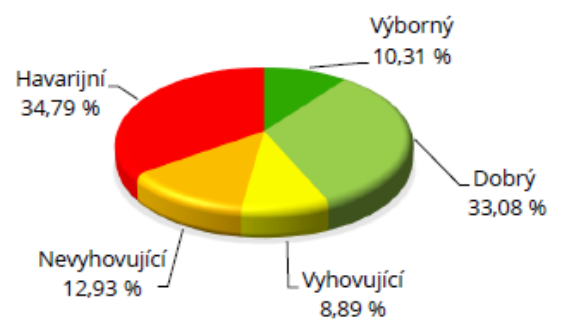
Graf 40: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2011



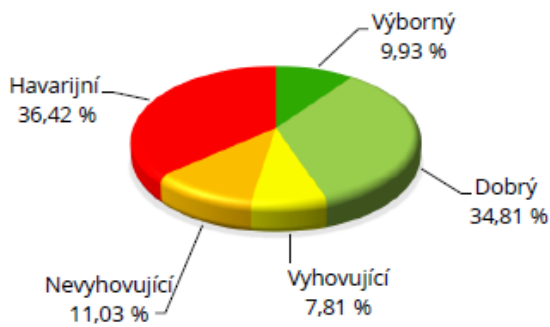
Graf 41: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2012



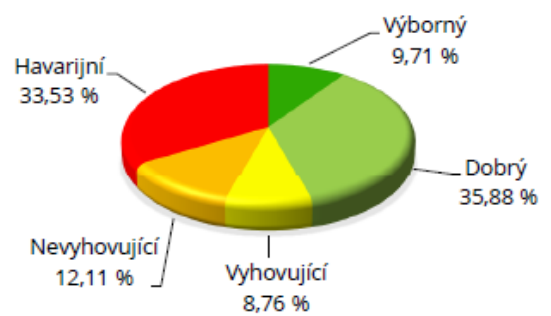
Graf 42: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2013



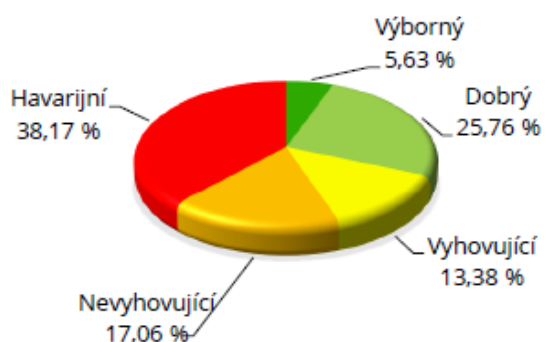
Graf 43: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2014



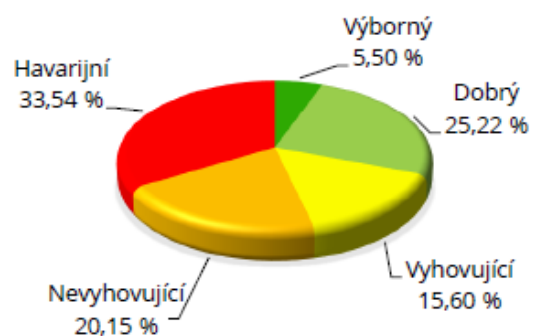
Graf 44: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2015



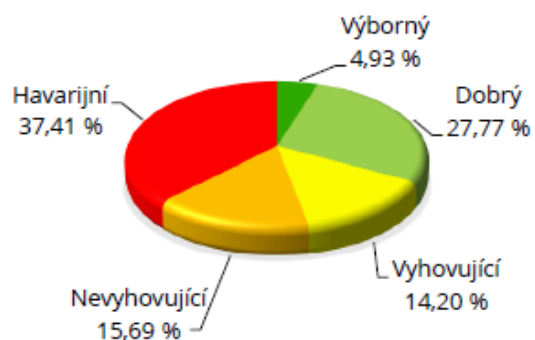
Graf 33: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2016



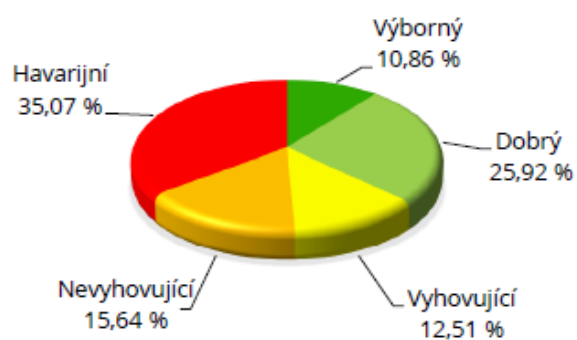
Graf 34: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2017



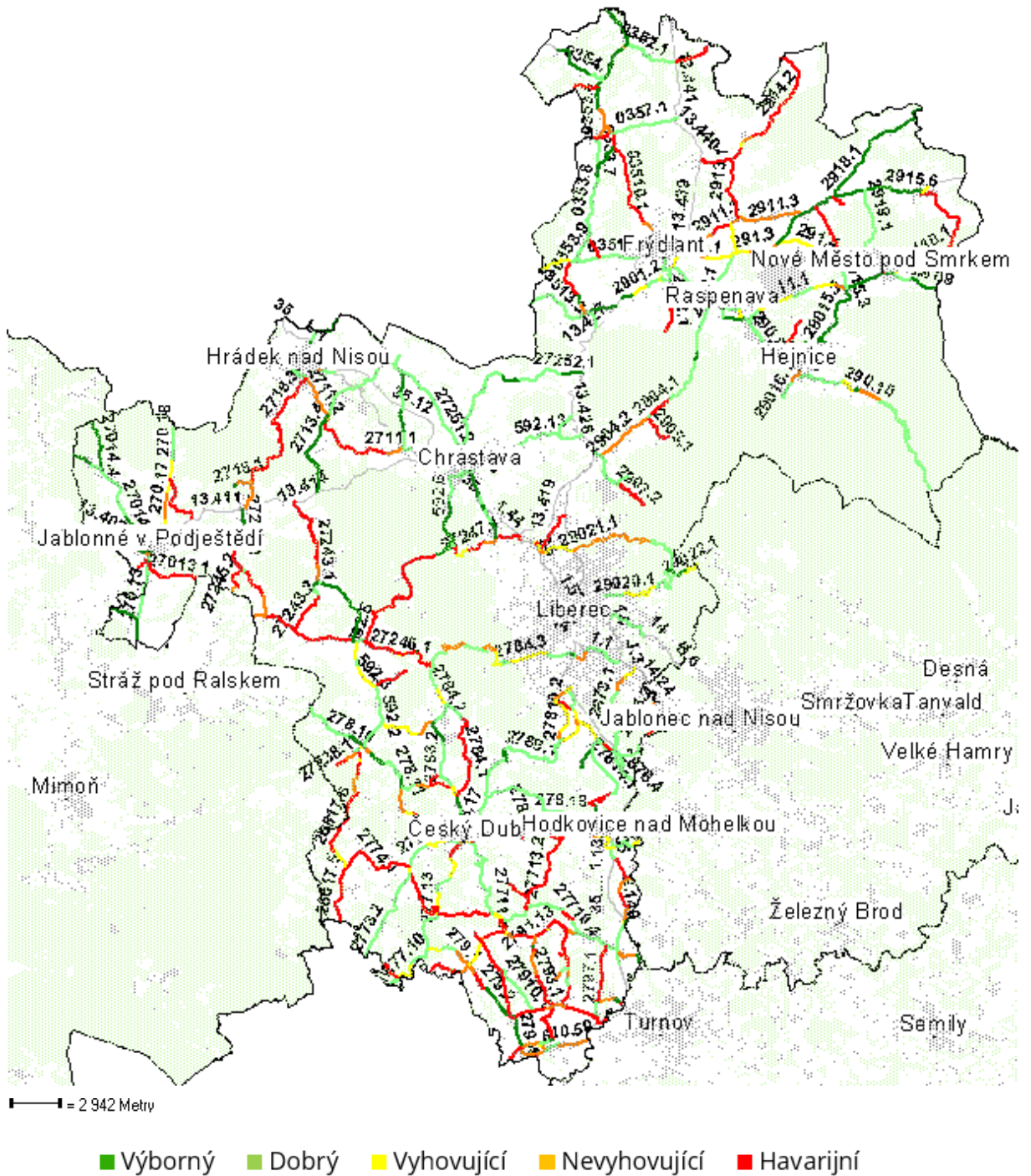
Graf 35: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2018



Graf 36: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2019



Mapa stavu vozovek v okrese Liberec k 30. 6. 2019



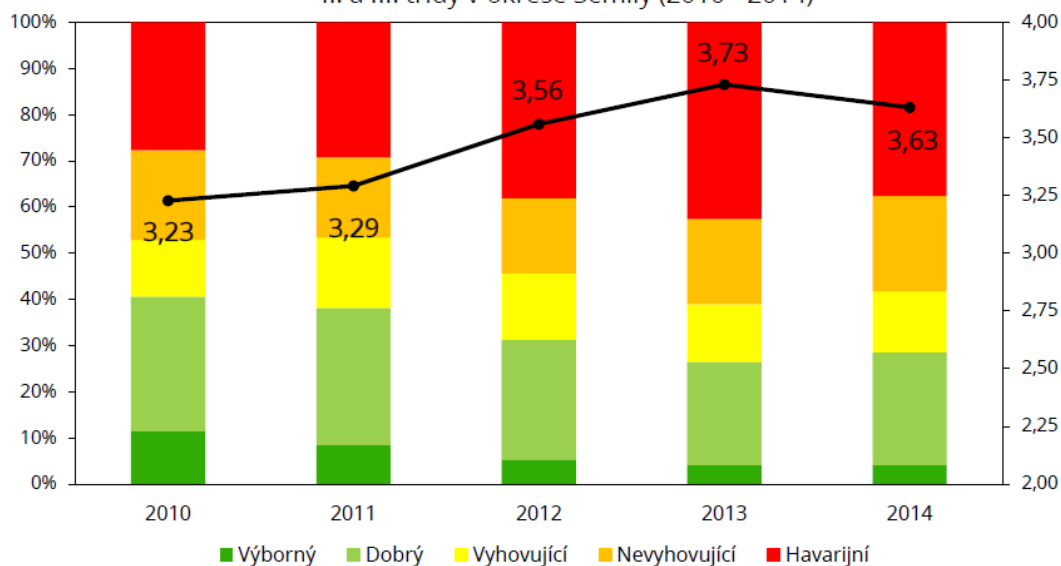
Obrázek 33: Mapa stavu vozovek okres Liberec

D. Okres Semily – silnice II. a III. třídy

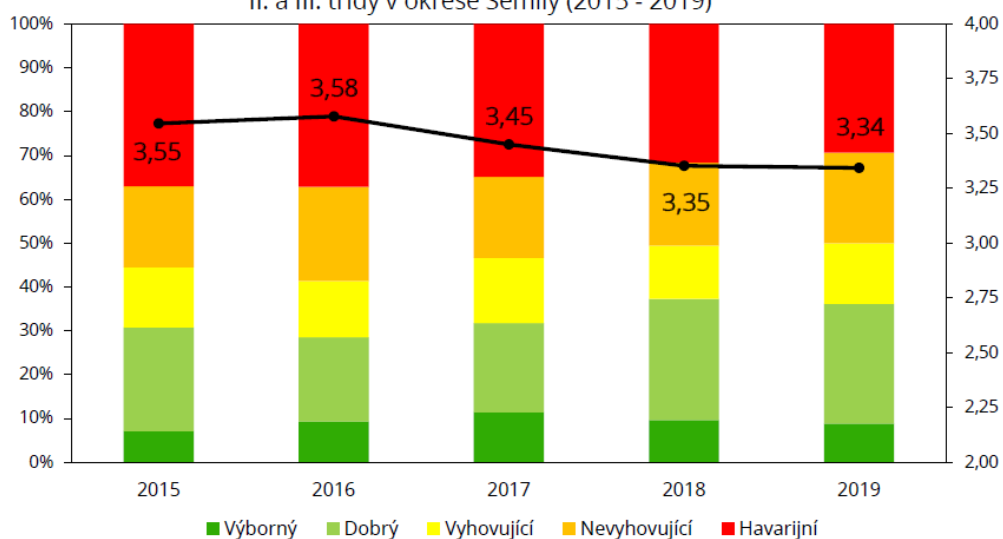
Tabulka 12: Vývoj stavu vozovek v okrese Semily II. a III. třída 2010–2019

Třída	Rok	Stav dle TP 87					Celkem [m]	Průměrná klasifikace
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
		[m]						
II. a III. třída	2010	64 155	163 885	68 844	109 238	155 388	561 510	3,23
	2011	47 266	166 710	85 553	96 970	163 888	560 387	3,29
	2012	29 894	145 331	80 455	91 856	213 347	560 883	3,56
	2013	22 737	125 772	70 200	103 051	239 026	560 786	3,73
	2014	23 075	136 786	73 967	116 063	210 442	560 333	3,63
	2015	39 751	132 305	77 019	103 467	207 242	559 784	3,55
	2016	52 055	107 560	71 774	120 471	207 550	559 410	3,58
	2017	63 680	113 851	83 313	103 700	194 909	559 453	3,45
	2018	53 696	154 816	68 213	105 808	176 937	559 470	3,35
	2019	49 381	152 472	77 568	115 219	164 071	558 711	3,34

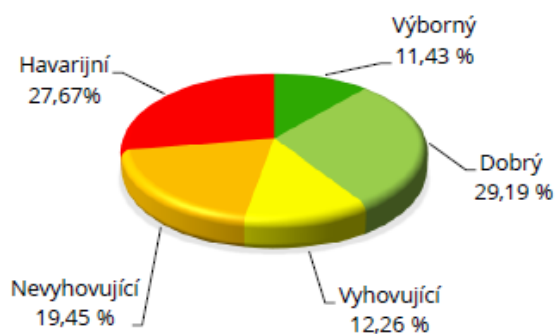
Graf 49: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Semily (2010 - 2014)



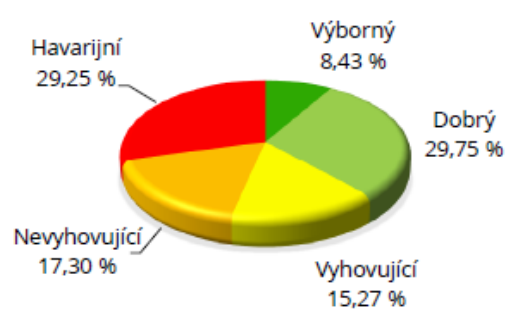
Graf 50: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Semily (2015 - 2019)



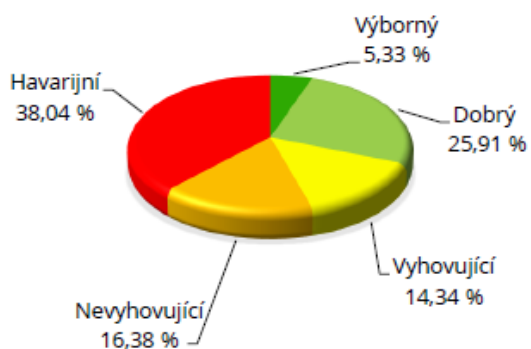
Graf 51: Stav povrchu vozovek okres Semily 2010



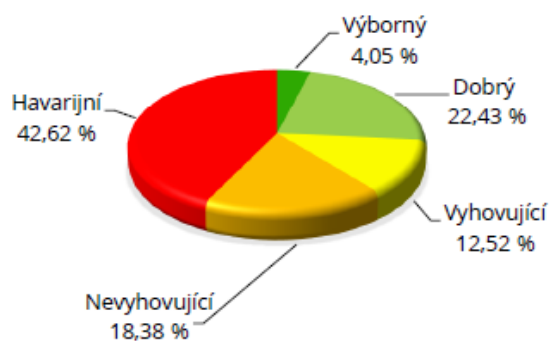
Graf 52: Stav povrchu vozovek okres Semily 2011



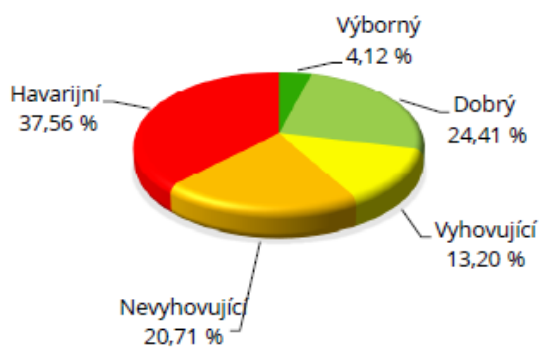
Graf 53: Stav povrchu vozovek okres Semily 2012



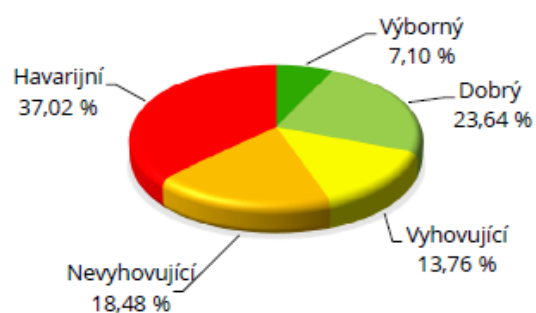
Graf 54: Stav povrchu vozovek okres Semily 2013



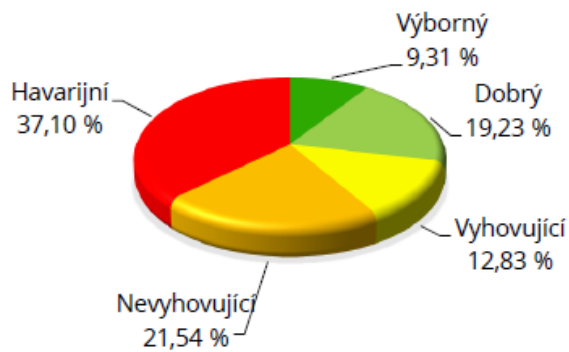
Graf 55: Stav povrchu vozovek okres Semily 2014



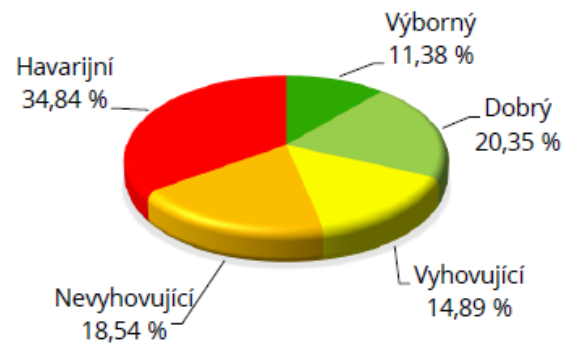
Graf 56: Stav povrchu vozovek okres Semily 2015



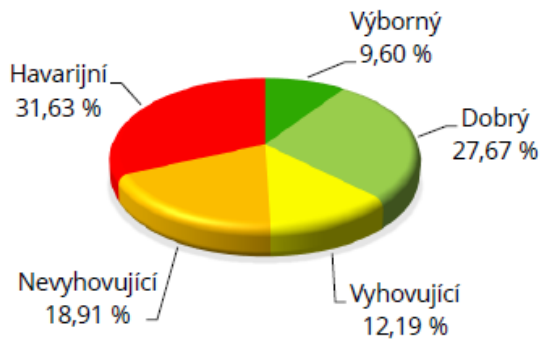
Graf 57: Stav povrchu vozovek okres Semily 2016



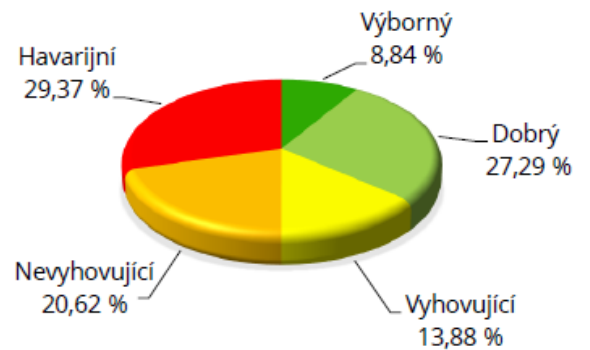
Graf 58: Stav povrchu vozovek okres Semily 2017



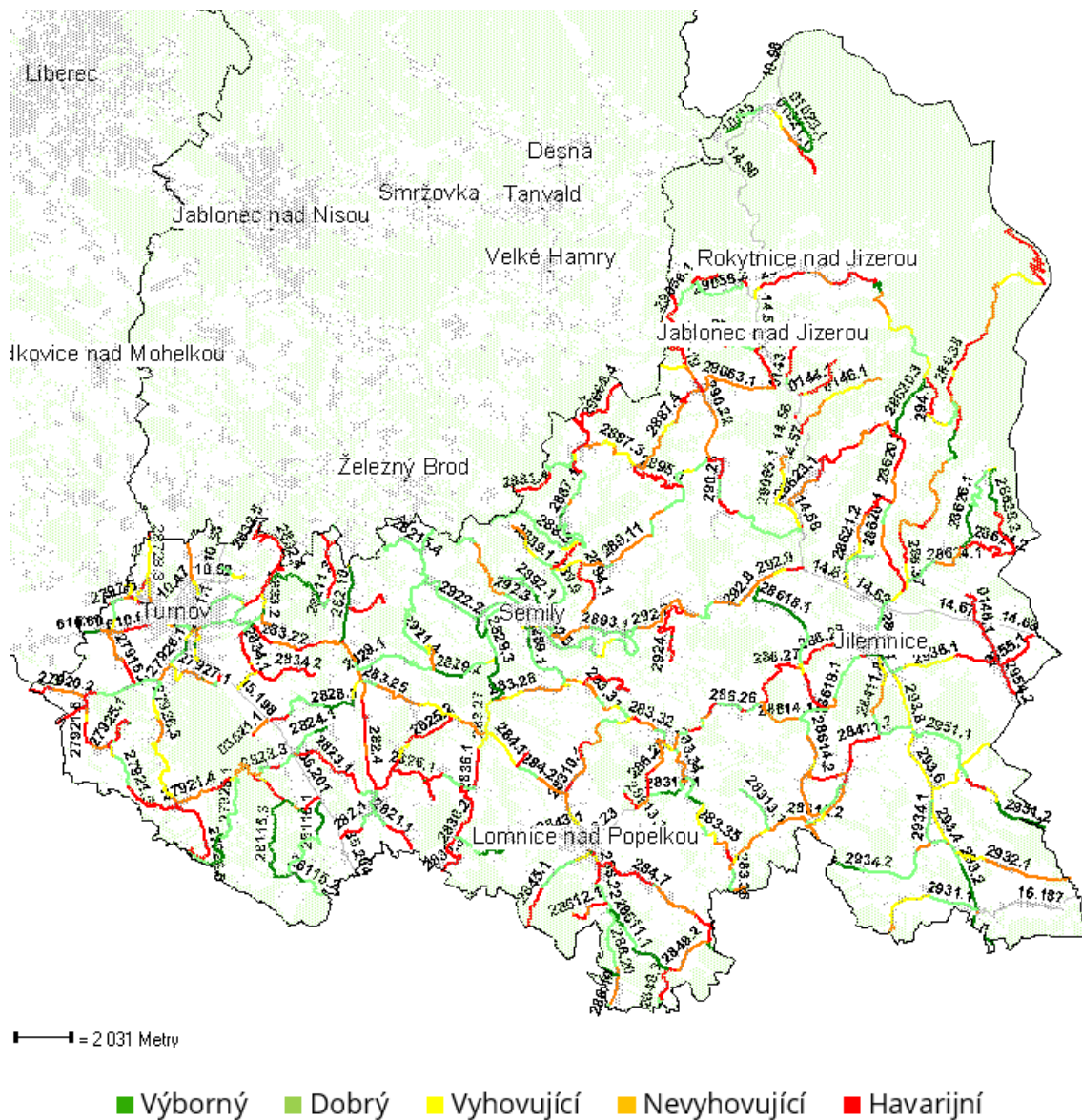
Graf 59: Stav povrchu vozovek okres Semily 2018



Graf 60: Stav povrchu vozovek okres Semily 2019



Mapa stavu vozovek v okrese Semily k 30. 6. 2019



Obrázek 34: Mapa stavu vozovek okres Semily

Z dlouhodobě analyzovaných dat o průměrné klasifikaci vozovek v Libereckém kraji lze sledovat zhoršování stavu mezi roky 2010 až 2012, následně krátkou stagnaci a poté stabilní zlepšování stavu od roku 2014 až do současnosti. Zhoršování stavu od roku 2010 nelze chápat jako nefunkčnost systému, protože má své technické odůvodnění. Jak lze vyčíst z tabulky č. 13 v období mezi roky 2006 až 2009 bylo opraveno velké množství úseků (v průměru přes 94km/rok), tím se dostala výsledná známka celé sítě silnic II. a III. třídy na hodnotu 3,18. V následujících letech pokleslo množství opravených úseků téměř 3,5 krát a klasifikační stav se začal postupně

zhoršovat. Zhoršování mezi lety 2010 až 2012 lze tedy přičíst na vrub proinvestování většího množství peněz v dřívějších letech, zvýšení hodnoty silniční sítě a následného šetření. Navíc v roce 2010 zasáhla oblast okolo řek Smědá a Lužická Nisa povodeň, která vytvořila škodu na majetku Krajské správy silnic Libereckého kraje 2 miliardy korun. [13]

Od roku 2014, kdy byla výsledná známka na hodnotě 3,52 již dochází ke stabilnímu zlepšování stavu až do současnosti (2019), a známka se vrátila díky vysokému množství opravovaných úseků (téměř 80km/rok) na hodnotu 3,21.

Tabulka 13: Délky opravených úseků silnic II. a III. třídy v Libereckém kraji

Rok	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Délka opravených úseků [m]	80 537	101 777	99 499	95 622	29 910	25 795	20 968
Rok	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Délka opravených úseků [m]	33 231	53 160	83 109	88 275	83 698	82 162	

4.2 POROVNÁNÍ RUČNÍ A AUTOMATICKÉ METODY TVORBY SEKČÍ V PROCESU VYHODNOCOVÁNÍ DAT

Při vyhodnocování dat se provádí tvorba homogenních sekčí. Tyto sekce lze vytvářet ručně anebo je generovat automaticky po stálé vzdálenosti. Varianta ruční tvorby sekčí vychází z technického názoru člověka, který vyhodnocování provádí. Při užití softwarového vybavení RoSy®PMS si otevře úsek silnice v modulu Processing a vkládá sekce do míst, která považuje za ideální pro vytvoření rozhraní. Vhodnými místy jsou změny charakteru poruch a změny míry zasažení povrchu vozovky poruchami. Tento postup je relativně pracný, ale výhodou je že každá vytvořená hranice má technické opodstatnění. Proti tomu stojí varianta automatického generování sekčí. Automaticky vytvářené sekce se generují po konkrétní vzdálenosti, která by svou dostatečně malou délkou (např. 100 m) měla zaručit homogenitu úseku. Výhodou této metody je rychlé a málo pracné vytvoření sekčí, ale nevýhodou je že hranice sekčí nemusejí mít technické opodstatnění.

V této části jsem provedl analýzu vývoje klasifikačních stavů vozovek II. a III. třídy v Libereckém kraji na ručně vytvořených sekčích a na automaticky generovaných sekčích po 100 m, obojí pro roky 2018 a 2019. Porovnal jsem vývoj výsledné známky s délkou opravených úseků v jednotlivých okresech. Z tohoto porovnání by mělo být možné odhadovat přesnost obou metod.

Tabulka 14: Výsledné stavy vozovek II. třídy při ruční tvorbě sekcí (Lib. kraj)

Ruční tvorba sekcí		Stav					Výsledná průměrná známka	
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
		[m]						
II. třída	LCL	2018	14 597	50 184	26 251	18 849	33 158	3,04
		2019	18 521	52 891	21 970	16 187	33 685	2,96
	LJN	2018	543	22 957	8 868	5 043	2 861	2,67
		2019	1 740	21 744	4 625	5 240	6 923	2,85
	LLB	2018	26 629	52 143	13 156	7 485	18 389	2,48
		2019	11 589	65 377	18 906	10 484	11 444	2,53
	LSM	2018	11 077	60 247	28 305	41 486	48 014	3,29
		2019	10 485	45 472	35 693	50 846	46 610	3,41
	Celkem	2018	52 846	185 531	76 580	72 863	102 422	2,97
		2019	42 335	185 484	81 194	82 757	98 662	3,02

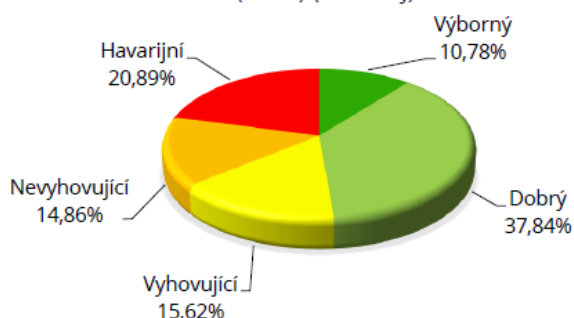
Tabulka 15: Výsledné stavy vozovek II. třídy při automatické tvorbě sekcí (Lib. kraj)

Automatická tvorba sekcí		Stav					Výsledná průměrná známka	
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
		[m]						
II. třída	LCL	2018	34 022	30 541	13 490	22 577	42 409	3,05
		2019	38 829	31 531	14 838	17 750	40 306	2,90
	LJN	2018	11 682	11 279	8 326	4 698	4 287	2,46
		2019	9 353	12 934	5 527	3 758	8 700	2,71
	LLB	2018	53 962	24 316	9 153	10 580	19 791	2,30
		2019	42 385	34 989	12 368	15 073	12 884	2,33
	LSM	2018	32 930	41 375	25 224	25 575	63 972	3,22
		2019	24 282	40 257	32 291	25 947	66 276	3,35
	Celkem	2018	132 596	107 511	56 193	63 430	130 459	2,89
		2019	114 849	119 711	65 024	62 528	128 166	2,92

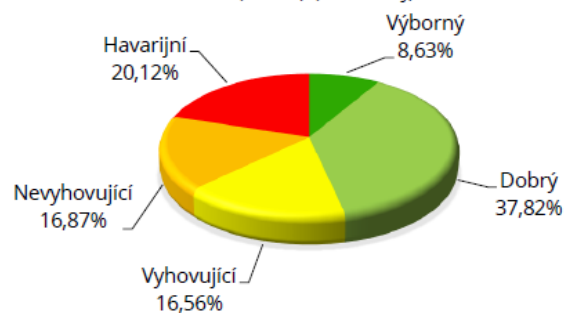
Tabulka 16: Opravené délky vozovek II. třídy v roce 2018 (Lib. kraj)

	Okres	Opravená délka 2018 [m]	Celková délka [m]	Opravené %
II. třída	LCL	4516	143254	3,15
	LJN	1	40272	0,00
	LLB	7644	117800	6,49
	LSM	4633	186772	2,48

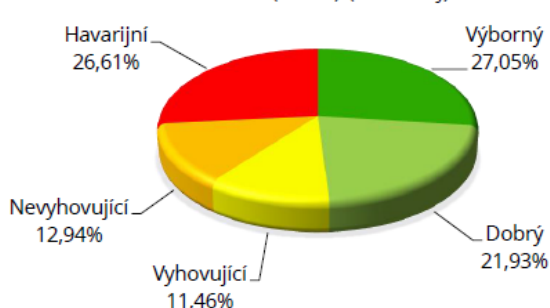
Graf 61: Stav vozovek II. třídy při ručním vyhodnocení (2018) (Lib. kraj)



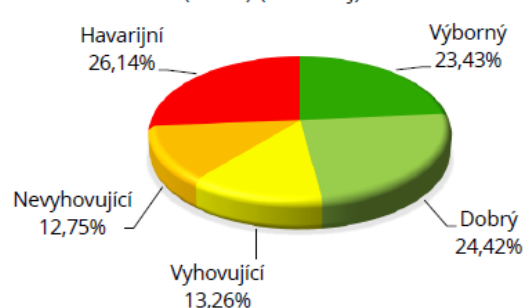
Graf 62: Stav vozovek II. třídy při ručním vyhodnocení (2019) (Lib. kraj)



Graf 63: Stav vozovek II. třídy při automatickém vyhodnocení (2018) (Lib. kraj)



Graf 64: Stav vozovek II. třídy při automatickém vyhodnocení (2019) (Lib. kraj)



Při porovnávání výsledků ručního a automatického vytváření sekcí je první viditelný rozdíl ve výsledné průměrné klasifikační známce. U ruční metody se známka zhoršuje z 2,97 (rok 2018) na hodnotu 3,02 (rok 2019). U automatické metody se zhoršuje podobně, ale hodnota je přibližně o desetinu lepší z 2,89 (rok 2018) na hodnotu 2,92 (rok 2019). V grafech lze sledovat velký rozdíl u podílu výborných a dobrých úseků (u ruční tvorby přibližně 9 % výborných a 38 % dobrých, zatímco u automatické tvorby je to 25 % výborných a jen 23 % dobrých). Tento fakt lze snadno vysvětlit, když vezmeme úsek dlouhý např. 1 km, který bude porušen jednou jedinou např. první vytvořenou příčnou trhlinou. U ruční tvorby sekcí je pravděpodobné, že ji technik nebude omezovat do separované sekce a ponechá tak celý úsek o délce 1 km ve stavu 2 (dobrý). U automaticky generovaných sekcí po 100 m vznikne 9 sekcí po 100 m, které budou ve stavu výborném a 1 sekce ve stavu dobrém.

Vzhledem k tomu, že jak celkový vývoj stavu z roku 2018 na rok 2019, tak i dílčí vývoje jednotlivých okresů vykazují u obou metod podobný trend, lze odhadovat obdobnou přesnost. Při detailnějším rozboru procentuálně zastoupených klasifikačních stavů jsou již patrné větší rozdíly.

Automatická tvorba sekcí výrazně zjednodušuje činnost vyhodnocování, avšak délka takto vytvořených sekcí nereflektuje skutečnou

délku prováděných oprav, takže v konečném důsledku přidá práci v procesu plánování.

4.3 CYKLUS SHV V LIBERECKÉM KRAJI

Cyklus systému hospodaření s vozovkou probíhá v Libereckém kraji částečně odlišně, proto zde bude popsán pro snadnější pochopení následující části diplomové práce.

Odbor dopravy krajského úřadu Libereckého kraje má např. pro rok 2019 objednaný sběr poruch. Na jaře roku 2019 se provede sběr poruch v rámci síťové úrovně SHV a vypracuje se zpráva o stavu vozovek. Sběr poruch se provádí na celé síti vozovek II. třídy a na polovině délky vozovek III. třídy. Zpráva se předá odboru dopravy a Krajské správě silnic Libereckého kraje. Na základě této zprávy lze vybírat úseky vhodné k opravě a provádět přípravu staveb pro sezónu 2020 a následující. Výsledky stavebních prací, které probíhají již během sezóny 2019 jsou do konce listopadu předány zpracovateli SHV. Proběhne zpracování dat o provedených opravách a zaktualizuje se databáze. Provede se opětovné vyhodnocení stavu vozovek (již s aktualizovanými daty) a zpracuje se finální zpráva, která už obsahuje i finanční plán.

4.4 AKTUALIZOVANÉ HODNOCENÍ STAVU VOZOVEK

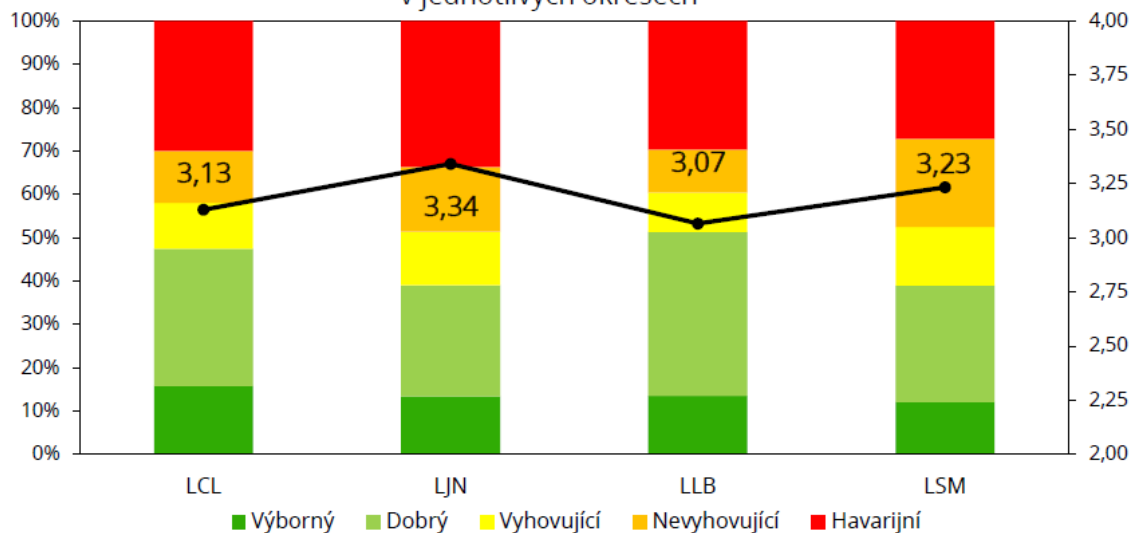
Uvádět výsledky z aktualizovaných dat je nezbytné, protože výpočet plánů údržby a oprav se provádí právě na již zaktualizované databázi. V této kapitole jsou zobrazeny stavy vozovek platné k prosinci roku 2019 (se zpracovanými opravami ze sezóny 2019). Klasifikační známky se většinou logicky zlepšují, může ale dojít vlivem vyřazení nadprůměrně hodnoceného úseku ze sítě i ke zhoršení.

A. Hodnocení stavu povrchu vozovek dle TP 87 silnic II. a III. třídy k prosinci 2019

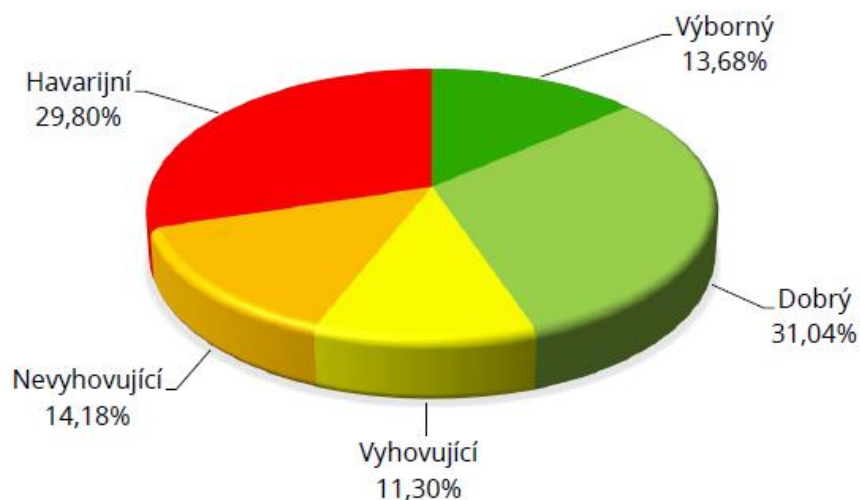
Tabulka 17: Aktualizovaný stav povrchu vozovek Liberecký kraj 2019 II. a III. třída

Třída	Okres	Stav dle TP 87					Celkem [m]	Průměrná klasifikace
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
II. a III. třída	LCL	85 962	173 149	57 836	65 677	163 437	546 061	3,13
	LJN	50 806	97 540	47 008	56 709	128 100	380 163	3,34
	LLB	79 556	222 374	53 776	58 095	174 472	588 273	3,07
	LSM	67 306	150 434	75 613	113 520	151 941	558 814	3,23
Celkem [m]		283 630	643 497	234 233	294 001	617 950	2 073 311	3,18

Graf 65: Aktualizovaný stav povrchu vozovek silnic II. a III. třídy v jednotlivých okresech



Graf 66: Aktualizovaný stav povrchu vozovek silnic II. a III. třídy v Libereckém kraji

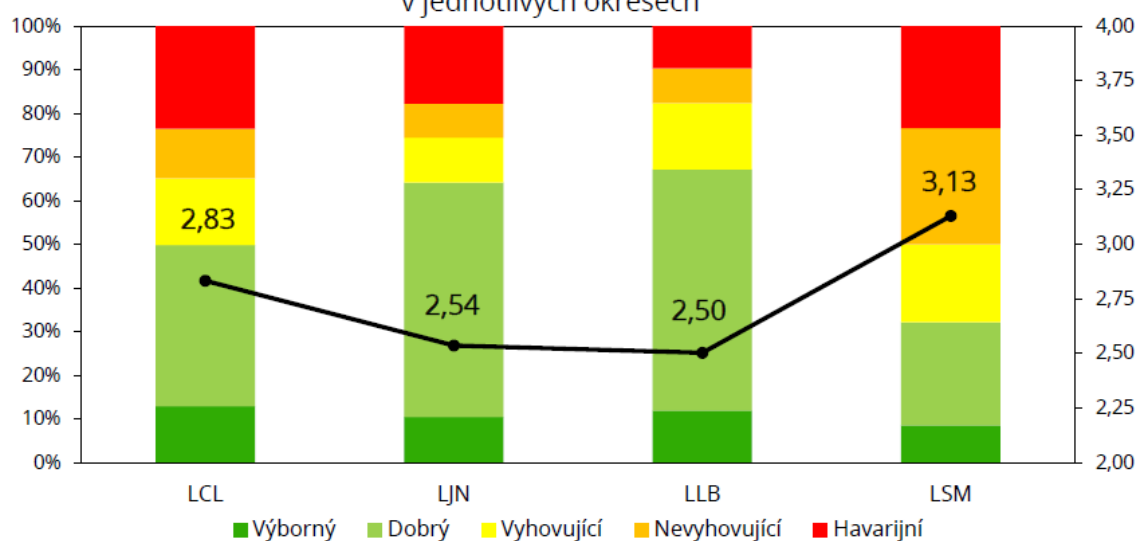


B. Hodnocení stavu povrchu vozovek dle TP 87 silnic II. třídy k prosinci 2019

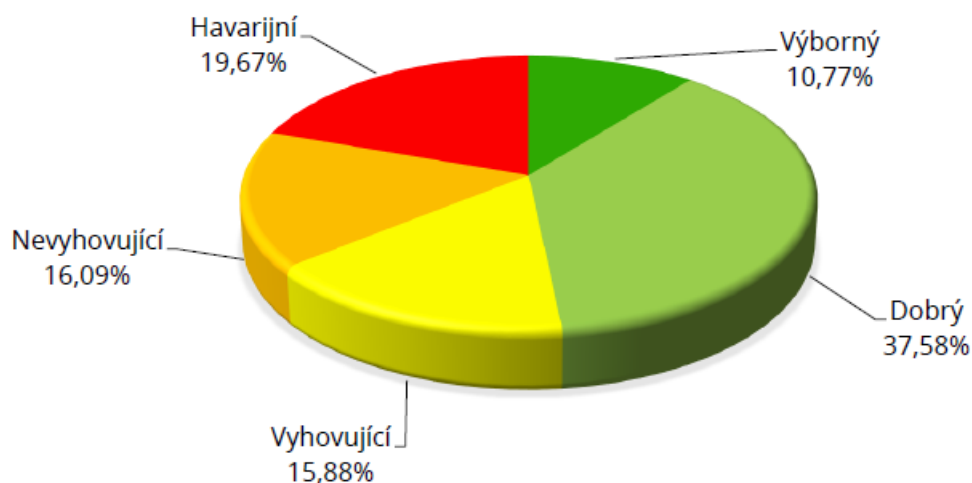
Tabulka 18: Aktualizovaný stav povrchu vozovek Liberecký kraj 2019 II. třída

Třída	Okres	Stav dle TP 87					Celkem [m]	Průměrná klasifikace
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
II. třída	LCL	18 521	52 891	21 970	16 187	33 685	143 254	2,83
	LJN	4 215	21 625	4 154	3 126	7 152	40 272	2,54
	LLB	14 026	65 063	18 005	9 326	11 380	117 800	2,50
	LSM	16 084	44 778	33 783	50 307	44 293	189 245	3,13
Celkem [m]		52 846	184 357	77 912	78 946	96 510	490 571	2,86

Graf 67: Aktualizovaný stav povrchu vozovek silnic II. a III. třídy v jednotlivých okresech



Graf 68: Aktualizovaný stav povrchu vozovek silnic II. třídy v Libereckém kraji

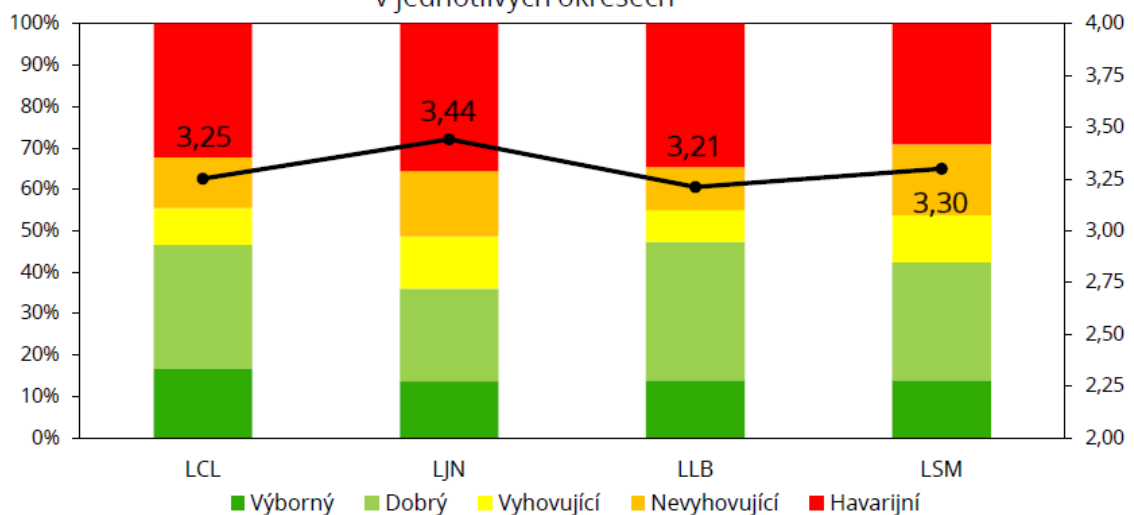


C. Hodnocení stavu povrchu vozovek dle TP 87 silnic III. třídy k prosinci 2019

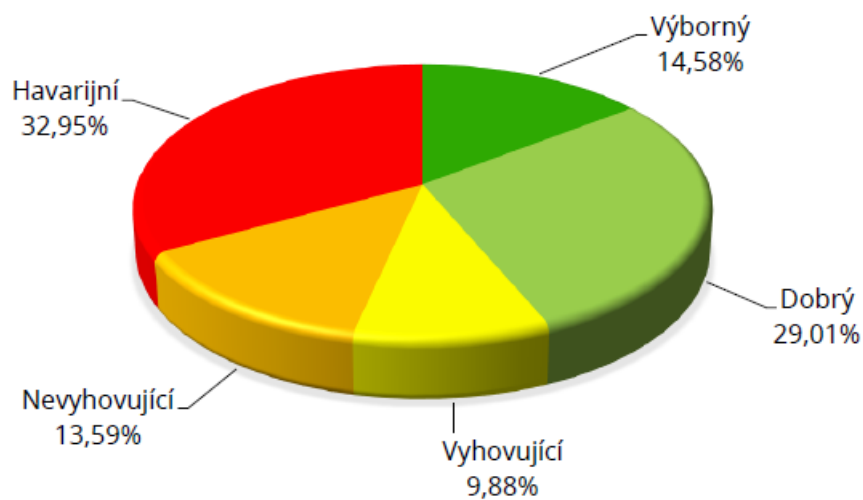
Tabulka 19: Aktualizovaný stav povrchu vozovek Liberecký kraj 2019 III. třída

Třída	Okres	Stav dle TP 87					Celkem [m]	Průměrná klasifikace
		Výborný	Dobrý	Vyhovující	Nevyhovující	Havarijní		
III. třída	LCL	67 441	120 258	35 866	49 490	129 752	402 807	3,25
	LJN	46 591	75 915	42 854	53 583	120 948	339 891	3,44
	LLB	65 530	157 311	35 771	48 769	163 092	470 473	3,21
	LSM	51 222	105 656	41 830	63 213	107 648	369 569	3,30
Celkem [m]		230 784	459 140	156 321	215 055	521 440	1 582 740	3,29

Graf 69: Aktualizovaný stav povrchu vozovek silnic III. třídy v jednotlivých okresech

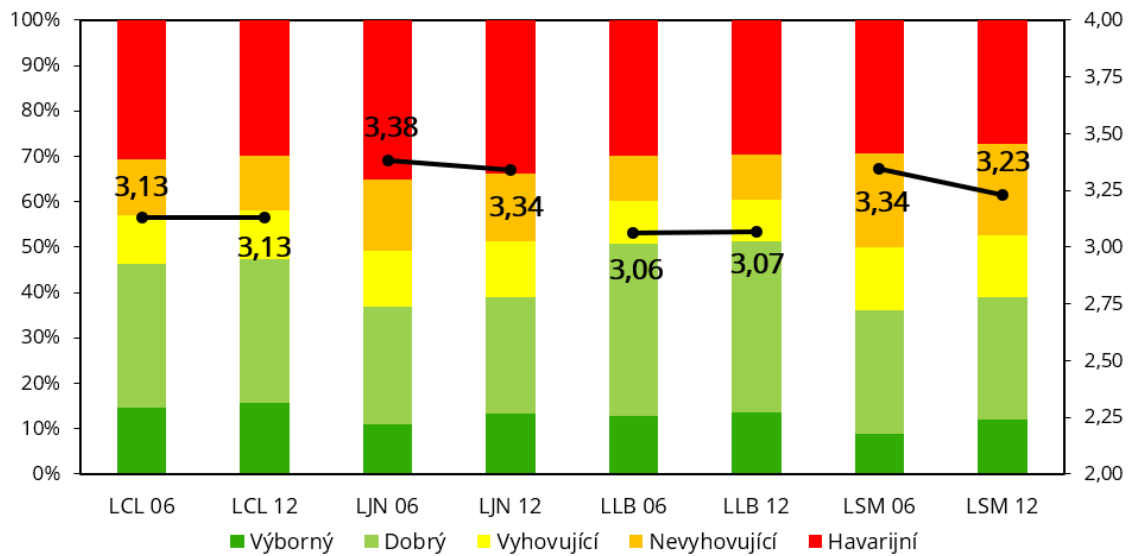


Graf 70: Aktualizovaný stav povrchu vozovek silnic III. třídy v Libereckém kraji



D. Porovnání stavu silnic mezi červnem a prosincem 2019 (II. a III. třída)

Graf 71: Změna stavu silnic v Libereckém kraji mezi červnem a prosincem 2019



Výsledný stav vozovek dle TP 87 se nejmarkantněji změnil v okrese Semily, kde byla opravena největší délka vozovek. Zhoršení o jednu setinu v Libereckém okrese je způsobné změnou délky silniční sítě, ke které došlo pravděpodobně vyřazením jednoho nebo více úseků, které měly nadprůměrný klasifikační stav.

4.5 PLÁNY ÚDRŽBY A OPRAV

Na základě výsledků ze sběru a zpracování poruch vozovek silniční sítě je možné sestavovat plány údržby a oprav. Ke každému typu porušení se hledá řešení, které optimalizuje technologickou správnost a ekonomickou výhodnost (odpovídá se na otázku co, jak a kdy spravovat).

Plány se sestavují zpravidla na 10 let. Pro jejich zhotovení je nutné kromě databáze o porušení silniční sítě znát i finanční výhled na dobu, pro kterou je plán prováděn. Dalšími nezbytnými vstupy jsou ceny jednotlivých technologií, konstrukčních vrstev (plus informace o dříve provedených opravách) aj.

Plány se optimalizují s ohledem na konkrétní ekonomický parametr, používá se poměr benefit/cost (B/C), čistá aktuální hodnota (NPV) a vnitřní míra návratnosti (IRR). Plány se provádějí variantně. První variantou je tzv. finanční plán, jedná se o ekonomicky neomezený plán, který optimalizuje technologický návrh údržby a oprav. Teoretickým výstupem z finančního plánu je ideální suma financí, kterou je vhodné investovat do silniční sítě. Další variantou jsou rozpočty. U rozpočtů se předem definuje množství peněz, které bude každý jednotlivý rok (v rámci 10 letého plánu) k dispozici. Důsledkem toho, že mají tyto varianty omezené finanční prostředky je, že se již nepočítá s údržbou a opravami celé sítě, ale optimalizuje se výběr právě s ohledem na vybraný ekonomický parametr.

V rámci diplomové práce jsem provedl návrh plánů údržby a oprav ve variantách finančního plánu a dvou rozpočtů. První rozpočet vychází z finančního výhledu poskytnutého Libereckým krajem a počítá s celkovou sumou 3,5 mld. korun (prvních 5 let po 400 mil., druhých 5 let po 300 mil. korun). Druhý rozpočet jsem zvolil s přihlédnutím k finančnímu výhledu v dřívějších letech, ve kterých se opravovalo výrazně méně (roky 2013 a 2014). Tento rozpočet počítá s celkovou sumou pouze 1,25 mld. korun (prvních 5 let po 150 mil., druhých 5 let po 100 mil. korun).

Jednotlivé varianty budou vzájemně porovnávány z hledisek průměrné zbytkové životnosti vozovek, hodnoty silniční sítě a množství rizikových úseků. Rizikovými úseky se rozumí úseky, na něž se ve výhledu 10 letého plánu nevyjde provedení žádné opravy.

Tabulka 20: Rozdělení nákladů (finanční plán) (2020-2024)

Finanční plán	2020	2021	2022	2023	2024
	[tis. korun]				
Souvislá oprava a údržba	1 866 469	398 394	181 527	44 501	61 304
Nutná údržba před opravou	35 184	7	66	134	1 099
Běžná údržba	48 854	5 537	2 769	1 387	6 553
Celkem	1 950 507	403 938	184 362	46 022	68 956
Údržba k zajištění bezp.	1 386	658	729	1 704	1 694
Celkem v roce	1 951 893	404 596	185 091	47 726	70 650

Tabulka 21: Rozdělení nákladů (finanční plán) (2025-2029)

Finanční plán	2025	2026	2027	2028	2029	Celkem
	[tis. korun]					
Souvislá oprava a údržba	57 193	63 880	38 123	256 511	228 662	3 196 564
Nutná údržba před opravou	318	282	312	796	831	39 029
Běžná údržba	8 430	3 662	285	1 925	2 620	82 022
Celkem	65 941	67 824	38 720	259 232	232 113	3 317 615
Údržba k zajištění bezp.	1 834	2 182	2 906	3 722	4 641	21 456
Celkem v roce	67 775	70 006	41 626	262 954	236 754	3 339 071

Tabulka 22: Rozdělení nákladů (rozpočet 1) (2020-2024)

Rozpočet 1 (3,5 mld.)	2020	2021	2022	2023	2024
	[tis. korun]				
Souvislá oprava a údržba	325 175	398 824	399 286	398 024	392 307
Nutná údržba před opravou	34 457	5	29	137	1 042
Běžná údržba	40 326	1 161	679	1 821	6 644
Celkem	399 957	399 990	399 994	399 983	399 993
Údržba k zajištění bezp.	3 967	4 017	4 326	4 909	5 627
Celkem v roce	403 923	404 031	404 329	404 898	405 595

Tabulka 23: Rozdělení nákladů (rozpočet 1) (2025-2029)

Rozpočet 1 (3,5 mld.)	2025	2026	2027	2028	2029	Celkem
	[tis. korun]					
Souvislá oprava a údržba	299 396	299 768	299 048	297 667	298 568	3 408 063
Nutná údržba před opravou	290	120,213	388,996	930,329	1 428,582	38 827
Běžná údržba	255	101,317	290,944	1 387,908	0	52 665
Celkem	299 940	299 990	299 728	299 985	299 996	3 499 555
Údržba k zajištění bezp.	7 369	9 567	12 133	16 187	21 512	89 615
Celkem v roce	307 298	309 549	311 879	316 137	321 496	3 589 135

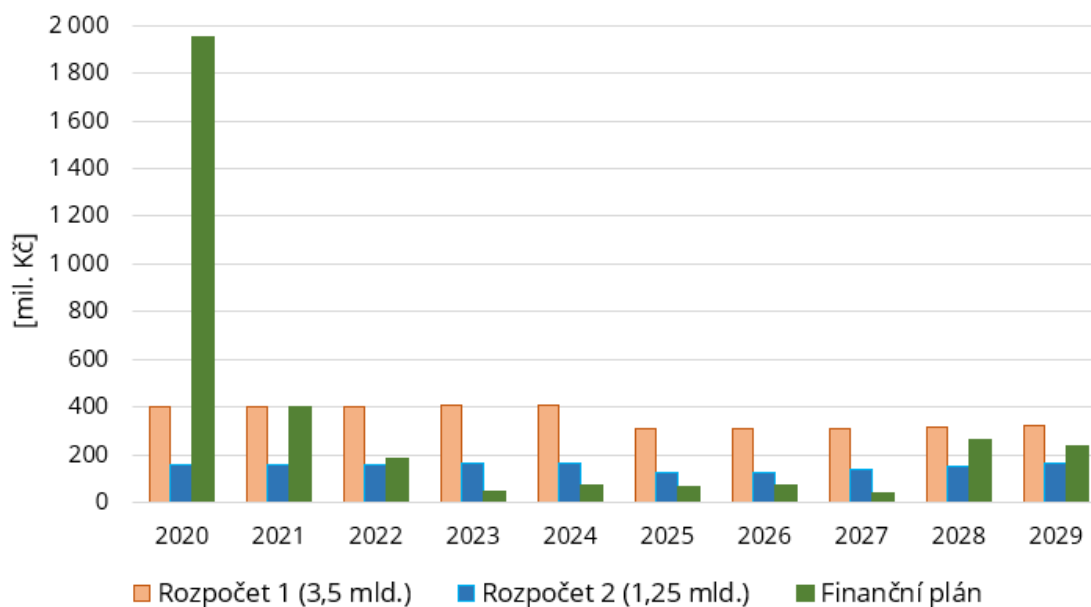
Tabulka 24: Rozdělení nákladů (rozpočet 2) (2020-2024)

Rozpočet 2 (1,25 mld.)	2020	2021	2022	2023	2024
	[tis. korun]				
Souvislá oprava a údržba	126 669	145 446	128 944	130 491	126 826
Nutná údržba před opravou	11 059	2 171	17 381	17 117	20 935
Běžná údržba	12 271	2 382	3 632	2 341	2 237
Celkem	149 999	149 999	149 957	149 950	149 998
Údržba k zajištění bezp.	5 889	7 422	9 856	13 378	17 219
Celkem v roce	155 874	157 436	159 823	163 321	167 180

Tabulka 25: Rozdělení nákladů (rozpočet 2) (2025-2029)

Rozpočet 2 (1,25 mld.)	2025	2026	2027	2028	2029	Celkem
	[tis. korun]					
Souvislá oprava a údržba	85 437	98 920	98 734	99 282	99 667	1 140 417
Nutná údržba před opravou	13 550	83	320	312	321	83 250
Běžná údržba	1 003	990	942	401	11	26 211
Celkem	99 990	99 993	99 997	99 996	99 999	1 249 878
Údržba k zajištění bezp.	22 187	28 530	37 098	48 898	64 785	255 262
Celkem v roce	122 160	128 535	137 102	148 867	164 784	1 505 082

Graf 72: Celkové finanční prostředky pro každý rok



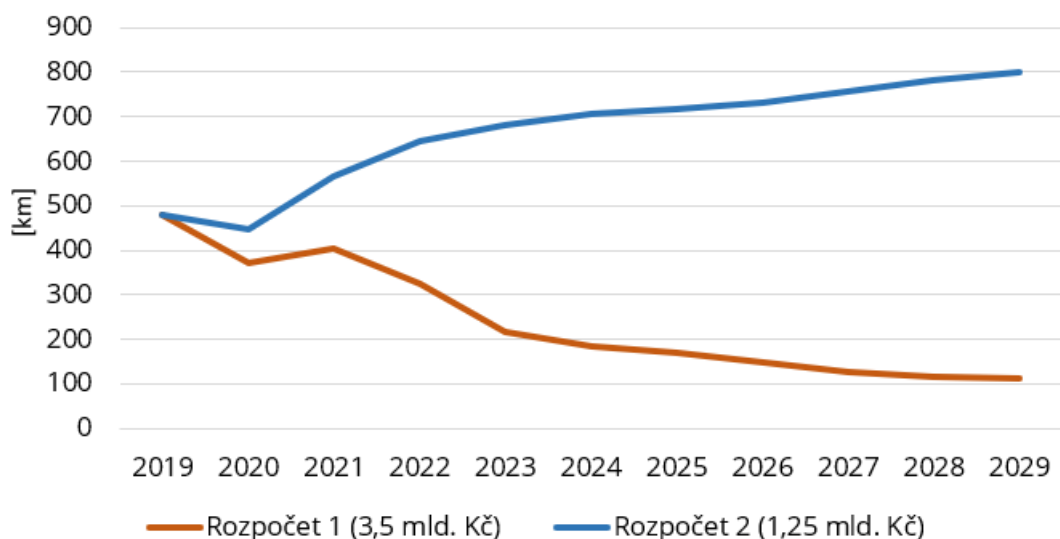
4.5.1 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT PLÁNU Z HLEDISKA MNOŽSTVÍ RIZIKOVÝCH ÚSEKŮ

Srovnání bude provedeno pouze pro dvě varianty rozpočtu, protože u finančního plánu není z principu jeho tvorby možná existence rizikových úseků.

Tabulka 26: Vývoj délek rizikových úseků

Rok	2019	2020	2021	2022	2023		
Rozpočet 1 (3,5 mld. Kč)	479	372	405	326	217	[km]	
Rozpočet 2 (1,25 mld. Kč)	479	446	565	644	682		
Rok	2024	2025	2026	2027	2028	2029	
Rozpočet 1 (3,5 mld. Kč)	185	169	147	125	117	111	
Rozpočet 2 (1,25 mld. Kč)	706	718	731	758	781	800	[km]

Graf 73: Vývoj délky rizikových úseků



4.5.2 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT PLÁNU Z HLEDISKA ZBYTKOVÉ ŽIVOTNOSTI SILNIČNÍ SÍTĚ

Tabulka 27: Vývoj životnosti silniční sítě (varianta finanční plán) (2019-2023)

Finanční plán	2019	2020	2021	2022	2023
okres	[roky]				
Česká Lípa	5,71	9,34	9,54	8,78	7,87
Jablonec n. Nisou	4,87	9,18	9,06	8,73	7,80
Liberec	6,29	9,17	9,12	8,52	7,66
Semily	5,30	8,78	8,72	8,28	7,44
Průměrná životnost	5,62	9,11	9,12	8,56	7,68

Tabulka 28: Vývoj životnosti silniční sítě (varianta finanční plán) (2024-2029)

Finanční plán	2024	2025	2026	2027	2028	2029
okres	[roky]					
Česká Lípa	7,11	6,37	5,69	4,88	4,59	4,45
Jablonec n. Nisou	7,15	6,50	5,80	4,99	5,07	5,20
Liberec	7,03	6,30	5,55	4,80	4,81	4,84
Semily	7,03	6,27	5,50	4,74	5,31	5,22
Průměrná životnost	7,07	6,35	5,62	4,84	4,93	4,90

Tabulka 29: Vývoj životnosti silniční sítě (varianta rozpočet 1) (2019-2023)

Rozpočet 1	2019	2020	2021	2022	2023
okres	[roky]				
Česká Lípa	5,71	6,38	6,51	6,50	6,61
Jablonec n. Nisou	4,87	5,85	6,03	6,27	6,49
Liberec	6,29	7,10	7,39	7,31	7,12
Semily	5,30	5,92	5,82	6,17	6,18
Průměrná životnost	5,62	6,37	6,49	6,60	6,62

Tabulka 30: Vývoj životnosti silniční sítě (varianta rozpočet 1) (2024-2029)

Rozpočet 1	2024	2025	2026	2027	2028	2029
okres	[roky]					
Česká Lípa	6,21	5,59	5,20	4,91	5,18	6,09
Jablonec n. Nisou	6,26	5,71	5,33	4,82	5,18	5,60
Liberec	6,58	6,03	5,39	4,99	4,76	5,26
Semily	6,40	6,12	5,59	5,35	5,70	5,97
Průměrná životnost	6,38	5,88	5,38	5,04	5,20	5,74

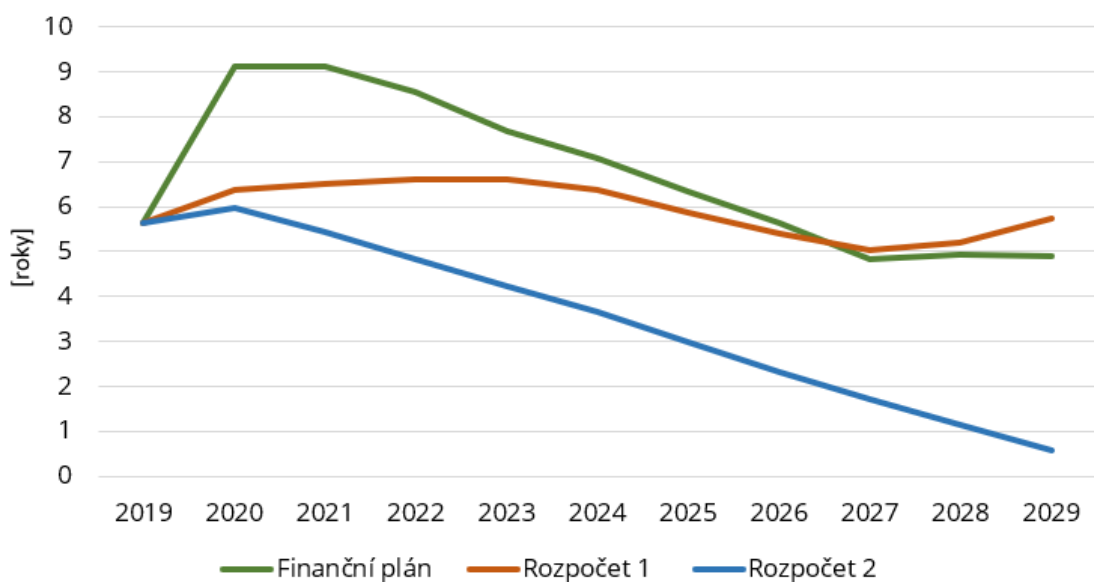
Tabulka 31: Vývoj životnosti silniční sítě (varianta rozpočet 2) (2019-2023)

Rozpočet 2	2019	2020	2021	2022	2023
okres	[roky]				
Česká Lípa	5,71	6,10	6,14	5,48	4,85
Jablonec n. Nisou	4,87	5,20	4,44	3,96	3,28
Liberec	6,29	6,34	5,56	4,86	4,12
Semily	5,30	5,95	5,20	4,70	4,32
Průměrná životnost	5,62	5,97	5,43	4,83	4,23

Tabulka 32: Vývoj životnosti silniční sítě (varianta rozpočet 2) (2024-2029)

Rozpočet 2	2024	2025	2026	2027	2028	2029
okres	[roky]					
Česká Lípa	4,18	3,49	3,13	2,46	1,81	1,20
Jablonec n. Nisou	2,65	1,99	1,15	0,60	0,18	-0,49
Liberec	3,51	2,91	2,14	1,68	0,92	0,38
Semily	3,91	3,18	2,43	1,74	1,32	0,77
Průměrná životnost	3,65	2,98	2,32	1,72	1,14	0,56

Graf 74: Vývoj životnosti silniční sítě II. a III. třídy pro varianty plánu



4.5.3 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT PLÁNU Z HLEDISKA HODNOTY VOZOVKY

Tabulka 33: Vývoj hodnoty silniční sítě (varianta finanční plán) (2019-2023)

Finanční plán	2019	2020	2021	2022	2023
okres	[mil. Kč]				
Česká Lípa	2 691	2 793	2 806	2 801	2 792
Jablonec n. Nisou	1 705	1 776	1 779	1 780	1 771
Liberec	2 802	2 879	2 886	2 884	2 872
Semily	2 685	2 777	2 780	2 777	2 762
Hodnota celkem	9 883	10 223	10 250	10 241	10 197

Tabulka 34: Vývoj hodnoty silniční sítě (varianta finanční plán) (2024-2029)

Finanční plán	2024	2025	2026	2027	2028	2029
okres	[mil. Kč]					
Česká Lípa	2 789	2 784	2 777	2 760	2 750	2 746
Jablonec n. Nisou	1 771	1 769	1 764	1 752	1 752	1 757
Liberec	2 874	2 870	2 858	2 841	2 836	2 841
Semily	2 773	2 766	2 753	2 732	2 744	2 745
Hodnota celkem	10 207	10 189	10 152	10 085	10 082	10 089

Tabulka 35: Vývoj hodnoty silniční sítě (varianta rozpočet 1) (2019-2023)

Rozpočet 1	2019	2020	2021	2022	2023
okres	[mil. Kč]				
Česká Lípa	2 691	2 711	2 716	2 725	2 739
Jablonec n. Nisou	1 705	1 723	1 726	1 734	1 741
Liberec	2 802	2 825	2 835	2 842	2 847
Semily	2 685	2 703	2 697	2 710	2 716
Hodnota celkem	9 883	9 961	9 974	10 010	10 044

Tabulka 36: Vývoj hodnoty silniční sítě (varianta rozpočet 1) (2024-2029)

Rozpočet 1	2024	2025	2026	2027	2028	2029
okres	[mil. Kč]					
Česká Lípa	2 747	2 746	2 744	2 736	2 741	2 786
Jablonec n. Nisou	1 748	1 748	1 742	1 731	1 736	1 759
Liberec	2 849	2 850	2 835	2 820	2 809	2 850
Semily	2 735	2 737	2 725	2 712	2 721	2 750
Hodnota celkem	10 079	10 081	10 045	10 000	10 006	10 144

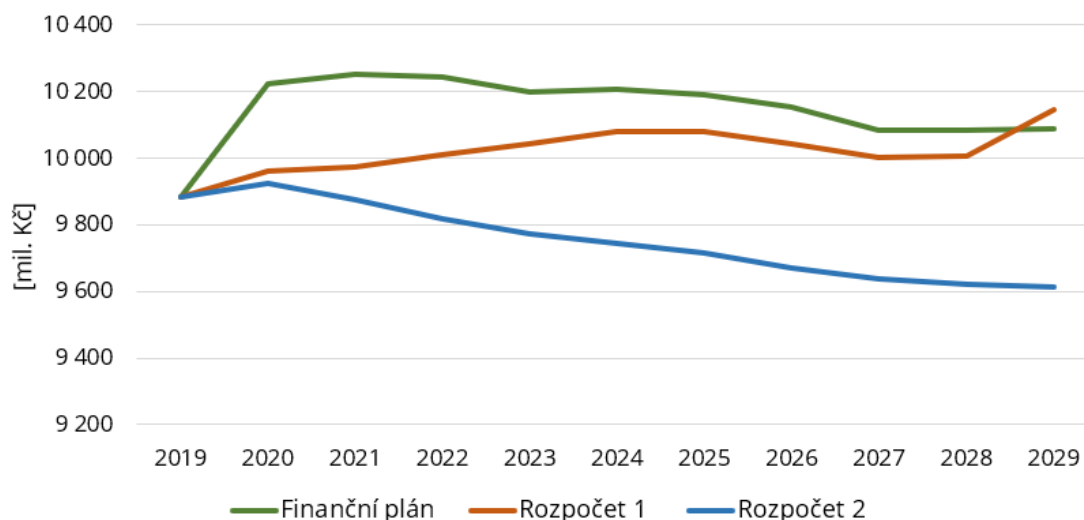
Tabulka 37: Vývoj hodnoty silniční sítě (varianta rozpočet 2) (2019-2023)

Rozpočet 2	2019	2020	2021	2022	2023
okres	[mil. Kč]				
Česká Lípa	2 691	2 706	2 711	2 694	2 684
Jablonec n. Nisou	1 705	1 711	1 697	1 687	1 677
Liberec	2 802	2 804	2 783	2 766	2 752
Semily	2 685	2 704	2 682	2 668	2 658
Hodnota celkem	9 883	9 925	9 873	9 816	9 772

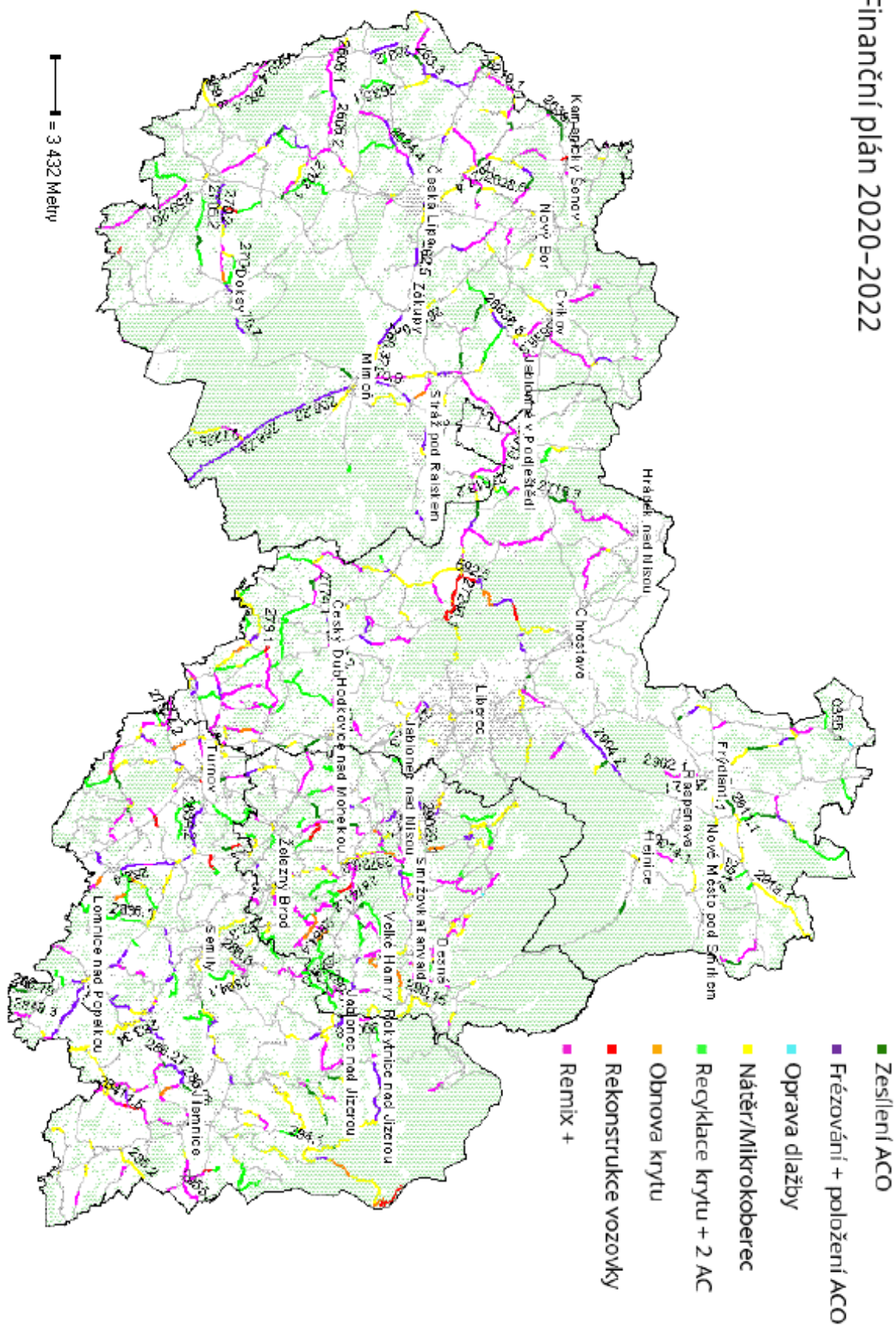
Tabulka 38: Vývoj hodnoty silniční sítě (varianta rozpočet 2) (2024-2029)

Rozpočet 2	2024	2025	2026	2027	2028	2029
okres	[mil. Kč]					
Česká Lípa	2 676	2 669	2 666	2 659	2 653	2 648
Jablonec n. Nisou	1 671	1 666	1 656	1 650	1 650	1 650
Liberec	2 741	2 734	2 719	2 712	2 702	2 701
Semily	2 654	2 645	2 630	2 617	2 616	2 613
Hodnota celkem	9 743	9 714	9 671	9 638	9 621	9 612

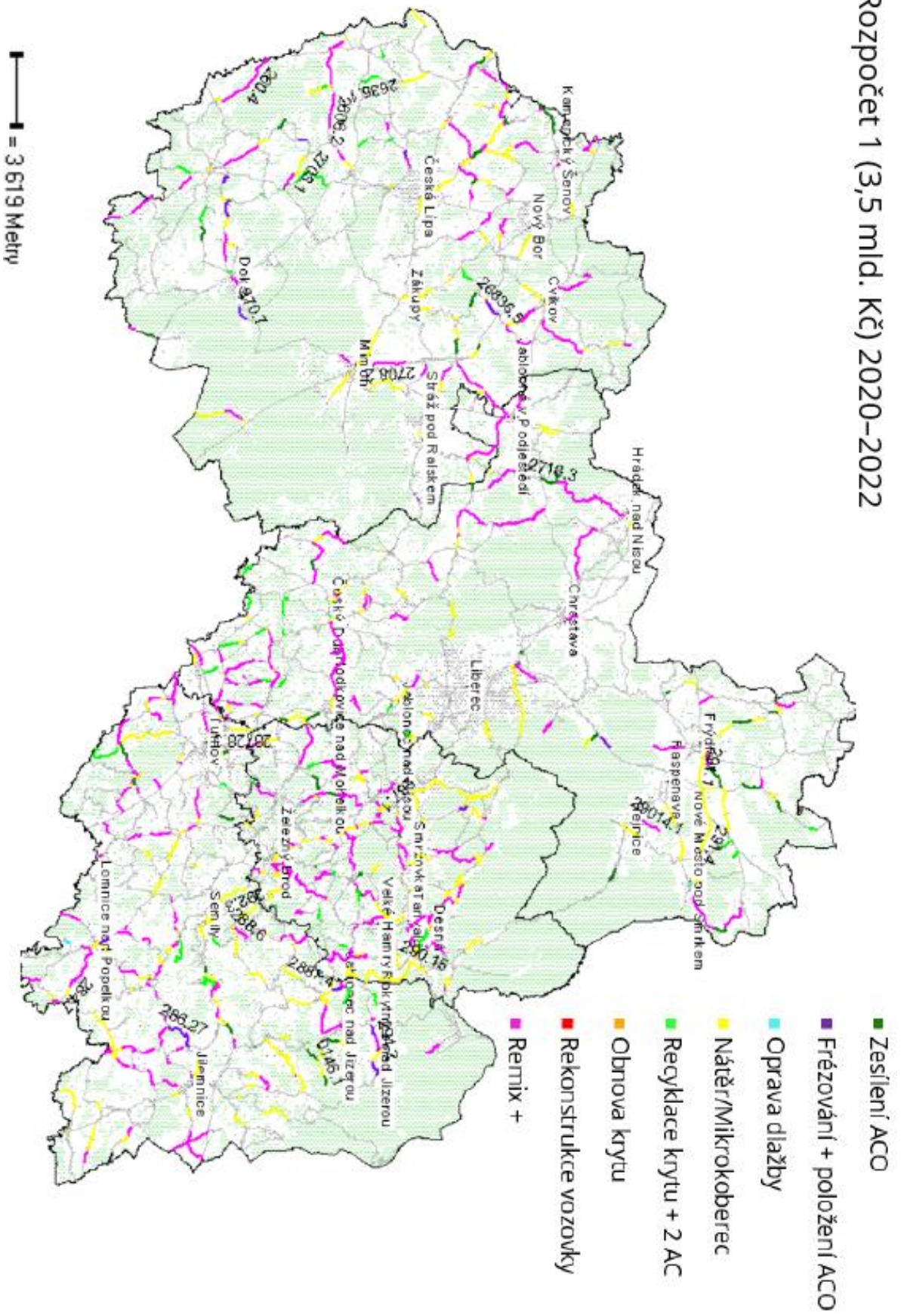
Graf 75: Vývoj hodnoty silniční sítě II. a III. třídy pro varianty plánu



Finanční plán 2020–2022

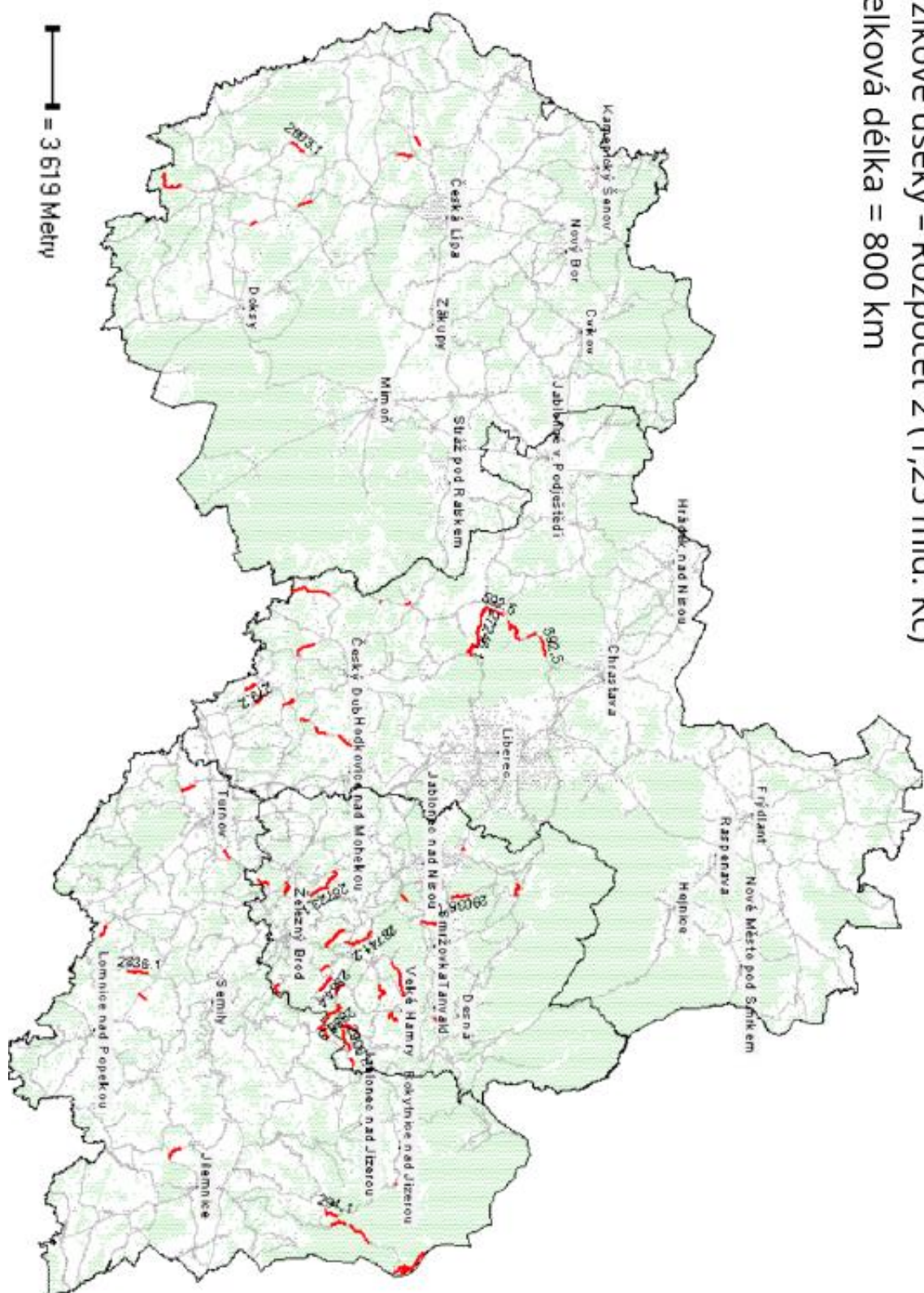


Rozpočet 1 (3,5 mld. Kč) 2020–2022



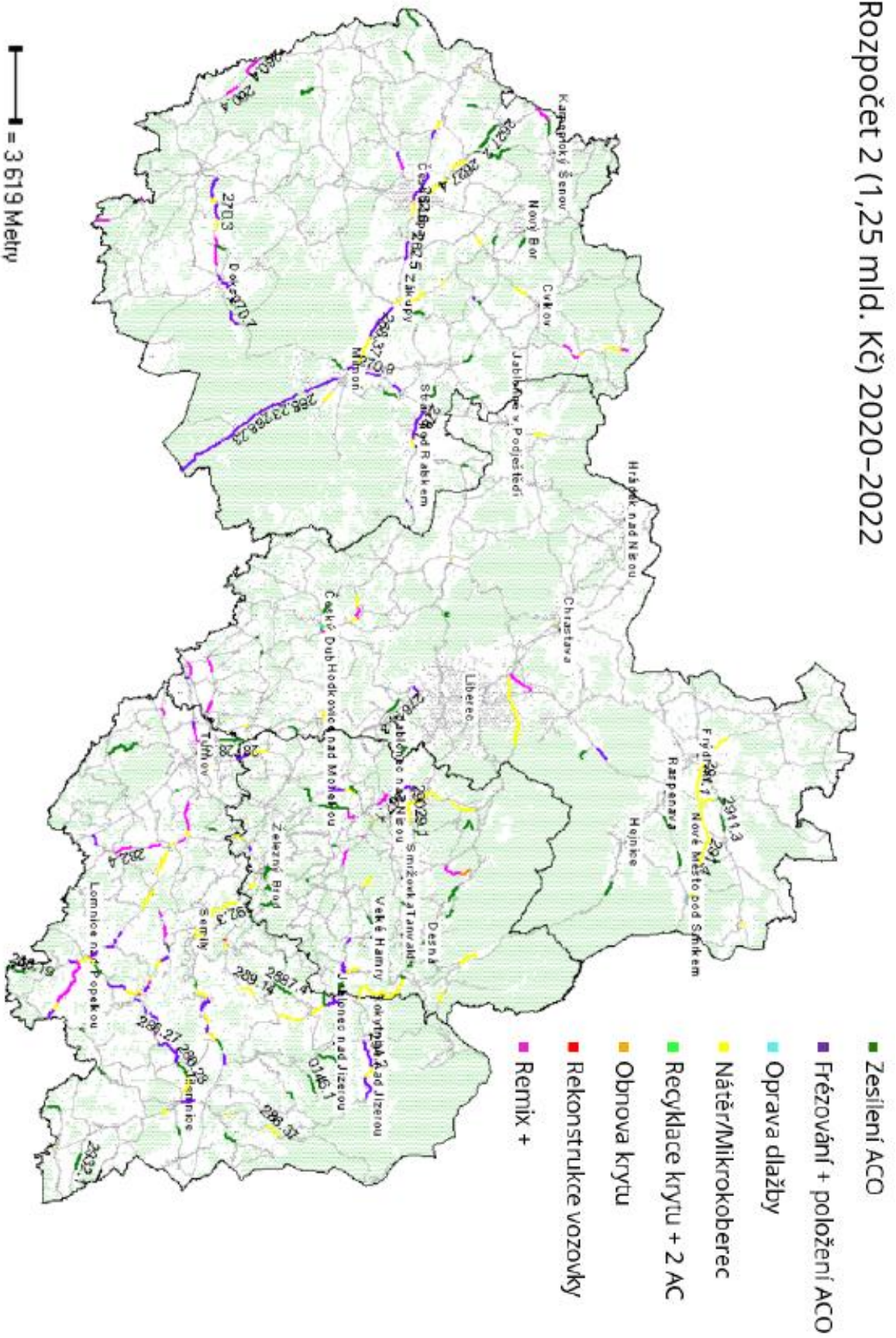
Obrázek 36: Mapa oprav v prvních 3 letech rozpočtu 1

Rizikové úseky – Rozpočet 2 (1,25 mld. Kč)
 Celková délka = 800 km



Obrázek 37: Mapa rizikových úseků rozpočtu 1

Rozpočet 2 (1,25 mld. Kč) 2020-2022



Obrázek 38: Mapa oprav v prvních 3 letech rozpočtu 2

Finanční plán (FP) byl vyčíslen na přibližně 3,3 mld. Kč., rozpočet 1 (R1) (poskytnutý Libereckým krajem) počítá tedy s ještě větší sumou (3,5 mld. Kč.), ale zcela jinak rozprostřenou. Zatímco FP si vyžádá investici v prvním roce téměř 2 mld. Kč. a následně rychle klesne na dalších 7 let a opět vzroste až na konci 10 letého plánu, tak R1 počítá s téměř rovnoměrným investováním celých 10 let. Tento rozdíl je patrný z map. Tím, že je ve variantě FP k dispozici velké množství peněz okamžitě je možné provádět i dražší technologie. Ve větší míře jsou zastoupeny rekonstrukce, recyklace, popř. frézování a pokládání nové obrusné vrstvy.

U varianty rozpočtu 2 (R2), který počítá s 1,25 mld. Kč. je jeho nedostatečnost patrná již z nákladů v jednotlivých letech, protože se systematicky z roku na rok výrazně zvyšují náklady na údržbu k zajištění bezpečnosti. Nakonec jsou finální náklady přes 1,5 mld., výdaje na tuto údržbu tak spolknou 17 % z celé sumy (u FP je to 0,6 % a u R1 je to 2,5 %).

Z porovnání zbytkové živostnosti silniční sítě lze vyčíst, že jak varianta FP, tak i R1 skončí po 10 letech na podobné hodnotě (kolem 5 až 6 let). Varianta R2 je zcela nedostatečná, začíná okamžitě klesat a po deseti letech se blíží hodnotě 0.

Důležitá je analýza hodnoty silniční sítě, a z té je vidět progres u obou dražších variant, které obě končí vysoko nad počátečním stavem. Hodnota u levnější varianta opět systematicky klesá.

Co odlišuje variantu FP od R1 to jsou rizikové úseky. Zatímco u FP je nemožná existence rizikových úseků tak u R1 jich zbývá po 10 letech 111 km. Ve variantě R2 se délka rizikových úseků rychle zvyšuje až na hodnotu 800 km (po deseti letech).

4.5.4 STABILITA FINANČNÍHO VÝHLEDU

Jak bylo zmíněno, plány údržby a oprav se zhotovují zpravidla na 10 let. Při vytváření plánu nelze chápat jednotlivé roky jako samostatné plány, které by fungovaly separovaně bez součinnosti s provedenými opravami v letech předcházejících a následujících. Jednotlivé technologie oprav mají svou cykličnost, popř. návaznost na další technologie. Proto je třeba plnit plán systematicky celý.

Aby bylo možné plnit celý plán systematicky, musí být (alespoň přibližně) reálný finanční výhled na celých 10 let dopředu. Finanční výhled pro investování do silnic Libereckého kraje začal být stabilní v posledních 3 letech. Následující tabulky ukazují velké rozdíly v odhadu finančních prostředků pro konkrétní roky.

Tabulka 39: Finanční výhled na roky 2012 až 2020

		Finanční výhled na rok								
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
		[tis. Kč]								
Finanční výhled z roku	2011	200 000	200 000	200 000	50 000	50 000	50 000	35 000	35 000	35 000
	2012		200 000	50 000	50 000	50 000	35 000	35 000	35 000	35 000
	2013			300 000	300 000	200 000	200 000	200 000	50 000	50 000
	2014				150 000	100 000	100 000	100 000	50 000	50 000
	2015					270 000	270 000	270 000	270 000	270 000
	2016						300 000	200 000	200 000	200 000
	2017							400 000	400 000	400 000
	2018								400 000	400 000
	2019									400 000

Tabulka 40: Finanční výhled na roky 2021 až 2029

		Finanční výhled na rok								
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
		[tis. Kč]								
Finanční výhled z roku	2011	35 000								
	2012	35 000	35 000							
	2013	35 000	35 000	35 000						
	2014	50 000	50 000	50 000	50 000					
	2015	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000				
	2016	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000			
	2017	400 000	400 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000		
	2018	400 000	400 000	400 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	
	2019	400 000	400 000	400 000	400 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000

Tabulka 41: Celková suma rozpočtů z let 2011 až 2019

Rozpočet z roku	Celková uvažovaná suma na 10 let
2011	900 000 000 Kč
2012	560 000 000 Kč
2013	1 400 000 000 Kč
2014	750 000 000 Kč
2015	2 000 000 000 Kč
2016	1 500 000 000 Kč
2017	3 500 000 000 Kč
2018	3 500 000 000 Kč
2019	3 500 000 000 Kč

Např. z tabulky 39 je možné vyčíst, že v roce 2011 bylo uvažováno na opravy v roce 2014 s 200 mil. Kč., v roce 2012 výhled klesl na jednu čtvrtinu (tedy 50 mil. Kč.) a v roce 2013 se zvedl na šestnásobek (300 mil. Kč.). Od roku 2017 je finanční výhled stabilizovaný, což je správná cesta k fungování systému hospodaření s vozovkou.

5 POTENCIÁL VYUŽÍVÁNÍ SHV

Potenciál systému hospodaření s vozovkou zdaleka nekončí u sběru poruch, stanovení klasifikačního stavu a tvorby plánů údržby a oprav. Systém je v České republice sice implementován, ale je nedostatečně využíván. Ideálním postupem by bylo další rozšiřování systému sbíráním a evidováním dat nejen o stavu silniční sítě, ale o všech užitečných parametrech. Všechna tato data by pak měla být navzájem propojena v databázi, aby bylo možné provádět komplexní dopravní analýzy. Zároveň by se měla zachovávat co možná nejvyšší kontinuita dat v čase pro maximalizování jejich vypovídající hodnoty.

Liberecký kraj si nechává nebo v minulosti nechával zpracovávat i data jiného charakteru kromě těch zpracovaných v rámci této diplomové práce. Příkladem je prováděná analýza nehodovosti, výstupem které bylo určení nehodových úseků. Taková analýza může sloužit jako další podklad v procesu přípravy staveb ke sloučení opravy a opatření vedoucí ke zvýšení bezpečnosti vozovky. Další analýza, která měla fyzický dopad na silniční síť v Libereckém kraji vycházela ze zjištění že, přibližně 50 % délky vozovek leží (z pohledu značek začátek a konec obce) v intravilánu. Tato skutečnost ale nereflektovala realitu, a proto proběhlo vytipování úseků vhodných buď k přesunu do extravilánu, nebo ke zvýšení dovolené rychlosti.

Další důležitá data pro správce představují informace o zimní údržbě. Zaprvé může SHV sloužit jako podklad právě pro plánování zimní údržby a zadruhé lze provést srovnání poruchovosti (typy a rychlosti rozvoje poruch) s mírou a typem zimní údržby. Je možné vytipovat a oddělit úseky, které je skutečně nutné ošetřovat chemickými rozmrazovacími látkami od těch, u kterých to nezbytné není.

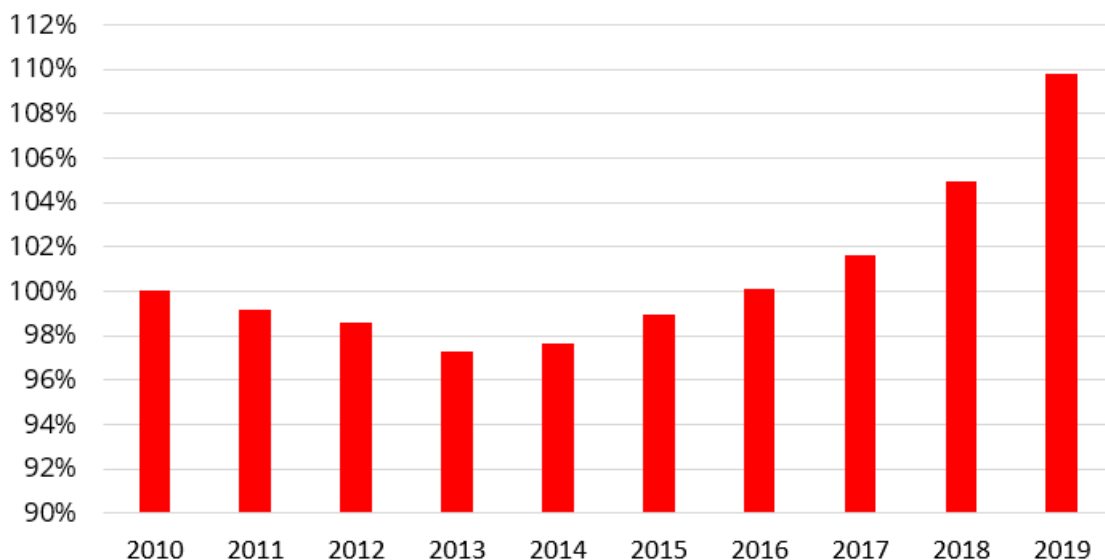
Ve fázi plánování údržby a oprav je variantou počítat nejen s jedním, či dvěma výhledovými rozpočty, ale lze uvažovat i s úvěry. Následně lze analyzovat, jak se projeví varianta se zadlužením se a následným splácením oproti běžnému financování. V případě úvěru se v konečném důsledku dostane na stavbu a opravu silnic méně peněz, lze však přesněji napodobit finanční plán.

V neposlední řadě si Liberecký kraj nechává evidovat opravy. Dlouhodobě je možné dohledat (u provedených oprav) informace o zhotoviteli, technologii, popř. informace týkající se záruky.

I přes tyto prováděné/provedené analýzy zůstává plný potenciál systému hospodaření s vozovkou stále daleko. Běžně se neprovádí pasport objektů typu svodidla, opěrných a zárubních zdí, propustků a jiných odvodňovacích nebo dopravních zařízení. Správce tyto informace může mít, ale ony nemusejí mít provázanost s ostatními daty. Dalším vylepšením může být evidování dat o únosnosti vozovky.

Vůbec nejdůležitější činností je porovnávání cen uvažovaných v rámci zhotoveného plánu údržby a oprav se skutečnými cenami za stavební práce. Na základě odchylek těchto cen pak aktualizovat vstupní ceny v databázi jinak přestanou plány korespondovat s realitou. Za posledních 10 let neproběhla žádná aktualizace cen a zároveň neprobíhá ani aktualizace technologií. Přitom se (dle dat ČSÚ) za posledních deset let zvýšila cena stavebních prací o přibližně 10 %. [14]

Graf 76. Vývoj cen stavebních prací (silnice II. a III. třídy) [14]



6. ZÁVĚR

Z analýzy dlouhodobého vývoje stavu vozovek je možné soudit, že se kvalita silniční sítě v Libereckém kraji zlepšuje. Aktuální průměrná klasifikační známka na celé síti silnic II. a III. třídy činí 3,18. Tuto skutečnost lze vysvětlit nejen vyšším objemem investovaných financí v posledních letech, ale i správným využíváním systému hospodaření s vozovkou ze strany kraje a správce sítě. V rámci této diplomové práce byla položena otázka, zda slouží SHV jako efektivní nástroj pro správu silnic na úrovni kraje. Odpověď zní ano SHV napomáhá ke zlepšování kvality, ale stále je prostor kam systém posouvat. Další posun systému vyplývá z kapitoly 5 „Potenciál využívání SHV“. Jedná se o vzájemné propojování dat vedoucí k možnosti provádět detailnější dopravní analýzy. Zároveň je třeba udržovat systém aktuální, je tedy nezbytné aktualizovat databázové vstupy. Uživatel by měl jít i více do hloubky a SHV si přizpůsobit. Je možné definovat preferované, popř. dostupnější technologie, a naopak omezit ty nedostupné.

Dalším cílem bylo vytvořit variantní střednědobé (10 leté) plány údržby a oprav. Za pomoci programového vybavení RoSy®PMS byly vytvořeny tři varianty plánu. První z nich je finanční plán, který není finančně omezen, druhým je rozpočet poskytnutý Libereckým krajem, operující s celkovou sumou 3,5 mld. Kč. Třetí je pak rozpočet, který počítá s výrazným omezením finančních prostředků (na 1,25 mld. Kč) napodobující období kolem roku 2013. Závěrem ze srovnání těchto variant, se rozpočet poskytnutý Libereckým krajem jeví jako více než dostatečný, protože finančně převýšil i sumu vycházející z finančního plánu. Třetí zhotovený rozpočet se ve všech provedených analýzách ukázal jako velmi nedostatečný a způsobil by rychlou degradaci silniční sítě.

Během provádění praktické části diplomové práce vyvstala otázka srovnání dvou variant vyhodnocování posbíraných dat o porušení silniční sítě. Jednalo se o ruční a automatickou metodu tvorby sekcí. Byly posouzeny výhody a nevýhody obou variant, nebylo však možné jednoznačně stanovit, která je lepší.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Mališ, L.: *Systém hospodaření s vozovkou*. Prezentace 2018 [cit. 20. 8. 2019]
- [2] American Association of State Highway and Transportation Officials.: *AASHTO guidelines for pavement management systems*. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C, 1990.
- [3] PavEx® Consulting s.r.o. [online]. [cit. 21. 8. 2019]. Dostupné z <https://pavex.cz/sprava-systemu-hospodareni-s-vozovkami/>
- [4] Technické podmínky MD č. 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek [online]. [cit. 26. 8. 2019]. Dostupné z http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_87.pdf
- [5] Technické podmínky MD č. 82 Katalog poruch netuhých vozovek [online]. [cit. 2. 9. 2019]. Dostupné z http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_82.pdf
- [6] Technické podmínky MD č. 170 Katalog poruch netuhých vozovek [online]. [cit. 16. 9. 2019]. Dostupné z http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_170.pdf
- [7] Gschwendt, I. a kol.: *Vozovky Obnova, zesilování a rekonstrukce*, Bratislava 2004
- [8] Uživatelský manuál pro RoSy®BASE 2002 [cit. 3. 12. 2019].
- [9] Uživatelský manuál pro RoSy®MAP 2002 [cit. 3. 12. 2019].
- [10] Uživatelský manuál pro RoSy®PLAN 2002 [cit. 3. 12. 2019].

- [11] Uživatelská příručka pro Systém sběru informací – Sběr dat VIPNG Collection 2002 [cit. 3. 12. 2019]
- [12] Kleštinec, V. Fask spol. s.r.o.: *Uživatelská příručka pro Systém sběru informací – Zpracování dat VIPNG Collection 2010* [cit. 3. 12. 2019]
- [13] Sepp, M. *Bleskové povodně*. *Idol zpravodaj*. 2010, čís. 03, s. 1.
- [14] Český statistický úřad, *Indexy cen stavebních děl v členění podle klasifikace CZ-CC*. Dostupné z https://www.czso.cz/csu/czso/ipc_cr

8. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma ročního cyklu SHV [3]	13
Obrázek 2: Schéma navrhování údržby a oprav [1]	14
Obrázek 3: Schematické znázornění postupu a plánování síťové a projektové úrovně v rámci SHV [4]	16
Obrázek 4: Zatřídění poruch postihující jednotlivé konstrukční vrstvy vozovky [5]	17
Obrázek 5: Šíření poruch do plochy vozovky od ojedinělých poruch až k celoplošným poruchám [5]	18
Obrázek 6: Schéma obvyklého způsobu rozhodování o odstraňování poruch [5]	18
Obrázek 7: Stav 1 - výborný	22
Obrázek 8: Stav 2 - dobrý	22
Obrázek 9: Stav 3 - vyhovující	23
Obrázek 10: Stav 4 - nevyhovující	23
Obrázek 11: Stav 5 - havarijní	24
Obrázek 12: Síťové trhliny v pozdním stádiu vývoje	36
Obrázek 13: Plošná deformace vozovky	27
Obrázek 14: Mozaikové trhliny	28
Obrázek 15: Výtluky vzniklé z hloubkové koroze	29
Obrázek 16: Trhlina příčná úzká mrazová	30
Obrázek 17: Ztráta makrotextury – celoplošné pocení povrchu	31
Obrázek 18: RoSyBASE hlavní okno	33
Obrázek 19: RoSyBASE okno dopravní zatížení	34
Obrázek 20: RoSyBASE okno šířek	34
Obrázek 21: RoSyBASE okno poruchy	35
Obrázek 22: RoSyBASE okno konstrukční vrstvy.....	35
Obrázek 23: RoSyMAP.....	36
Obrázek 24: Menu modulu VIPNG Collection	37
Obrázek 25: Nastavení modulu VIPNG Collection	37
Obrázek 26: Plán měření v modulu VIPNP Collection	38
Obrázek 27: Jedna silnice v modulu VIPNG Collection	39
Obrázek 28: Komponenta digitrip modulu VIPNG Collection	39
Obrázek 29: Ukázka tvorby sekcí v modulu VIPNG Processing	40
Obrázek 30: Spuštěný skript modulu VIPNG Processing	40
Obrázek 31: Mapa stavu vozovek okres Česká Lípa	51

Obrázek 32: Mapa stavu vozovek okres Jablonec nad Nisou	55
Obrázek 33: Mapa stavu vozovek okres Liberec	59
Obrázek 34: Mapa stavu vozovek okres Semily	63
Obrázek 35: Mapa oprav v prvních 3 letech finančního plánu	80
Obrázek 36: Mapa oprav v prvních 3 letech rozpočtu 1	81
Obrázek 37: Mapa rizikových úseků rozpočtu 1	82
Obrázek 38: Mapa oprav v prvních 3 letech rozpočtu 2	83
Obrázek 39: Mapa rizikových úseků rozpočtu 2	84

9. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Užití metod vizuálních prohlídek na různých úrovních pozemních komunikací [5]	19
Tabulka 2: Klasifikační stupnice stavu porušení pro síťovou úroveň SHV [5]	21
Tabulka 3: Stav povrchu vozovek Liberecký kraj 2019 II. a III. třída	42
Tabulka 4: Stav povrchu vozovek Liberecký kraj 2019 II. třída	43
Tabulka 5: Stav povrchu vozovek Liberecký kraj 2019 III. třída	44
Tabulka 6: Vývoj stavu vozovek v Libereckém kraji II. a III. třída	45
Tabulka 7: Vývoj stavu vozovek v Libereckém kraji II. třída	46
Tabulka 8: Vývoj stavu vozovek v Libereckém kraji III. třída	47
Tabulka 9: Vývoj stavu vozovek v okrese Česká Lípa II. a III. třída 2010–2019	48
Tabulka 10: Vývoj stavu vozovek v okrese Jablonec n. Nisou II. a III. třída 2010–2019	52
Tabulka 11: Vývoj stavu vozovek v okrese Liberec II. a III. třída 2010–2019	56
Tabulka 12: Vývoj stavu vozovek v okrese Semily II. a III. třída 2010–2019	60
Tabulka 13: Délky opravených úseků silnic II. a III. třídy v Libereckém kraji	64
Tabulka 14: Výsledné stavy vozovek II. třídy při ruční tvorbě sekcí (Lib. kraj)	65
Tabulka 15: Výsledné stavy vozovek II. třídy při automatické tvorbě sekcí (Lib. kraj)	65
Tabulka 16: Opravené délky vozovek II. třídy v roce 2018 (Lib. kraj)	65
Tabulka 17: Aktualizovaný stav povrchu vozovek Liberecký kraj 2019 II. a III. třída	68
Tabulka 18: Aktualizovaný stav povrchu vozovek Liberecký kraj 2019 II. třída	69
Tabulka 19: Aktualizovaný stav povrchu vozovek Liberecký kraj 2019 III. třída	70
Tabulka 20: Rozdělení nákladů (finanční plán) (2020-2024)	73
Tabulka 21: Rozdělení nákladů (finanční plán) (2025-2029)	73
Tabulka 22: Rozdělení nákladů (rozpočet 1) (2020-2024)	73
Tabulka 23: Rozdělení nákladů (rozpočet 1) (2025-2029)	73
Tabulka 24: Rozdělení nákladů (rozpočet 2) (2020-2024)	74
Tabulka 25: Rozdělení nákladů (rozpočet 2) (2025-2029)	74

Tabulka 26: Vývoj délek rizikových úseků	75
Tabulka 27: Vývoj životnosti silniční sítě (varianta finanční plán) (2019-2023)	76
Tabulka 28: Vývoj životnosti silniční sítě (varianta finanční plán) (2024-2029)	76
Tabulka 29: Vývoj životnosti silniční sítě (varianta rozpočet 1) (2019-2023) ..	76
Tabulka 30: Vývoj životnosti silniční sítě (varianta rozpočet 1) (2024-2029) ..	76
Tabulka 31: Vývoj životnosti silniční sítě (varianta rozpočet 2) (2019-2023) ..	77
Tabulka 32: Vývoj životnosti silniční sítě (varianta rozpočet 2) (2024-2029) ..	77
Tabulka 33: Vývoj hodnoty silniční sítě (varianta finanční plán) (2019-2023)	78
Tabulka 34: Vývoj hodnoty silniční sítě (varianta finanční plán) (2024-2029)	78
Tabulka 35: Vývoj hodnoty silniční sítě (varianta rozpočet 1) (2019-2023)	78
Tabulka 36: Vývoj hodnoty silniční sítě (varianta rozpočet 1) (2024-2029)	78
Tabulka 37: Vývoj hodnoty silniční sítě (varianta rozpočet 2) (2019-2023)	79
Tabulka 38: Vývoj hodnoty silniční sítě (varianta rozpočet 2) (2024-2029)	79
Tabulka 39: Finanční výhled na roky 2012 až 2020	86
Tabulka 40: Finanční výhled na roky 2021 až 2029	86
Tabulka 41: Celková suma rozpočtů z let 2011 až 2019	86

10. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Stav povrchu vozovek silnic II. a III. třídy v jednotlivých okresech	42
Graf 2: Stav povrchu vozovek silnic II. a III. třídy v Libereckém kraji	42
Graf 3: Stav povrchu vozovek silnic II. třídy v jednotlivých okresech	43
Graf 4: Stav povrchu vozovek silnic II. třídy v Libereckém kraji	43
Graf 5: Stav povrchu vozovek silnic III. třídy v jednotlivých okresech	44
Graf 6: Stav povrchu vozovek silnic III. třídy v Libereckém kraji	44
Graf 7: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v Libereckém kraji (2010–2014)	45
Graf 8: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v Libereckém kraji (2015–2019)	45
Graf 9: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. třídy v Libereckém kraji (2010–2014)	46
Graf 10: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. třídy v Libereckém kraji (2015–2019)	46
Graf 11: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích III. třídy v Libereckém kraji (2010–2014)	47
Graf 12: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích III. třídy v Libereckém kraji (2015–2019)	47
Graf 13: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Česká Lípa (2010–2014)	48
Graf 14: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Česká Lípa (2015–2019)	49
Graf 15: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2010	49
Graf 16: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2011	49
Graf 17: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2012	49
Graf 18: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2013	49
Graf 19: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2014	50
Graf 20: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2015	50
Graf 21: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2016	50
Graf 22: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2017	50
Graf 23: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2018	50
Graf 24: Stav povrchu vozovek okres Česká Lípa 2019	50
Graf 25: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Jablonec n. Nisou (2010–2014)	52

Graf 26: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Jablonec n. Nisou (2015–2019)	52
Graf 27: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2010	53
Graf 28: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2011	53
Graf 29: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2012	53
Graf 30: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2013	53
Graf 31: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2014	53
Graf 32: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2015	53
Graf 33: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2016	54
Graf 34: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2017	54
Graf 35: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2018	54
Graf 36: Stav povrchu vozovek okres Jablonec n. Nisou 2019	54
Graf 37: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Liberec (2010–2014)	56
Graf 38: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Liberec (2015–2019)	56
Graf 39: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2010	57
Graf 40: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2011	57
Graf 41: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2012	57
Graf 42: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2013	57
Graf 43: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2014	57
Graf 44: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2015	57
Graf 45: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2016	58
Graf 46: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2017	58
Graf 47: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2018	58
Graf 48: Stav povrchu vozovek okres Liberec 2019	58
Graf 49: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Semily (2010–2014)	60
Graf 50: Dlouhodobý vývoj stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v okrese Semily (2015–2019)	60
Graf 51: Stav povrchu vozovek okres Semily 2010	61
Graf 52: Stav povrchu vozovek okres Semily 2011	61
Graf 53: Stav povrchu vozovek okres Semily 2012	61
Graf 54: Stav povrchu vozovek okres Semily 2013	61
Graf 55: Stav povrchu vozovek okres Semily 2014	61
Graf 56: Stav povrchu vozovek okres Semily 2015	61
Graf 57: Stav povrchu vozovek okres Semily 2016	62

Graf 58: Stav povrchu vozovek okres Semily 2017	62
Graf 59: Stav povrchu vozovek okres Semily 2018	62
Graf 60: Stav povrchu vozovek okres Semily 2019	62
Graf 61: Stav vozovek II. třídy při ručním vyhodnocení (2018) (Lib. kraj)	66
Graf 62: Stav vozovek II. třídy při ručním vyhodnocení (2019) (Lib. kraj)	66
Graf 63: Stav vozovek II. třídy při automatickém vyhodnocení (2018) (Lib. Kraj)	66
Graf 64: Stav vozovek II. třídy při automatickém vyhodnocení (2019) (Lib. Kraj)	66
Graf 65: Aktualizovaný stav povrchu vozovek silnic II. a III. třídy v jednotlivých okresech	68
Graf 66: Aktualizovaný stav povrchu vozovek silnic II. a III. třídy v Libereckém kraji	68
Graf 67: Aktualizovaný stav povrchu vozovek silnic II. a III. třídy v jednotlivých okresech	69
Graf 68: Aktualizovaný stav povrchu vozovek silnic II. třídy v Libereckém kraji	69
Graf 69: Aktualizovaný stav povrchu vozovek silnic III. třídy v jednotlivých okresech	70
Graf 70: Aktualizovaný stav povrchu vozovek silnic III. třídy v Libereckém kraji	70
Graf 71: Změna stavu silnic v Libereckém kraji mezi červnem a prosincem 2019	71
Graf 72: Celkové finanční prostředky pro každý rok	74
Graf 73: Vývoj délky rizikových úseků	75
Graf 74: Vývoj životnosti silniční sítě II. a III. třídy pro varianty plánu	77
Graf 75: Vývoj hodnoty silniční sítě II. a III. třídy pro varianty plánu	79
Graf 76. Vývoj cen stavebních prací (silnice II. a III. třídy) [14]	88

11. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ŘSD – Ředitelství silnic a dálnic ČR
KSÚS – Krajská správa údržby silnic
KSSLK – Krajská správa silnic Libereckého kraje
SHV – Systém hospodaření s vozovkou
PMS – Pavement management systém (systém správy vozovek)
SÚ – Síťová úroveň systému hospodaření s vozovkou
PÚ – Projektová úroveň systému hospodaření s vozovkou
ISSDS ČR – Informační systém o silniční a dálniční síti České republiky
SDB – Odbor silniční databanky
ULS – Uzlový lokalizační systém
GPS – Global Positioning System (globální polohovací systém)
LCMS – Laser Crack Measurement System
MDS ČR – Ministerstvo dopravy a spojů České republiky (dnes MD ČR)
GIS – Geografický informační systém
LCL – Okres Česká Lípa
LJN – Okres Jablonec nad Nisou
LLB – Okres Liberec
LSM – Okres Semily
Remix+ – Typ recyklace vozovky prováděné za horka
ACO – Asfaltový beton pro obrusné vrstvy
ČSÚ – Český statistický úřad

12. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – Silniční síť Libereckého kraje Finanční plán na roky 2020–2022

Příloha č. 2 – Silniční síť Libereckého kraje Rozpočet 1 na roky 2020–2022

Příloha č. 3 – Silniční síť Libereckého kraje Rozpočet 3 na roky 2020–2022