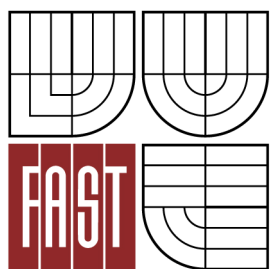




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF ROAD STRUCTURES

PROBLEMATIKA ÚDRŽBY A OPRAV VOZOVEK

MAINTENANCE AND RECONSTRUCTION OF PAVEMENTS ISSUES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Petra Masaříková

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR HÝZL, Ph.D.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav pozemních komunikací

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Petra Masaříková
Název	Problematika údržby a oprav vozovek
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Petr Hýzl, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2011
Datum odevzdání bakalářské práce	25. 5. 2012
V Brně dne 30. 11. 2011	

.....
doc. Dr. Ing. Michal Varaus
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Technické podmínky MD č. 82 Katalog poruch netuhých vozovek
Technické podmínky MD č. 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek
Firemní materiály a internetové zdroje k dané problematice
Sborníky s konferencí Asfaltové vozovky 2003,2005,2009,2011

Zásady pro vypracování

V práci rešeršního typu bude věnována pozornost možnostem pro efektivní zlepšení stavu pozemních komunikací na silniční síti v České republice.

Předepsané přílohy

- 1.Úvod
- 2.Teoretický rozbor problematiky údržby a oprav vozovek
- 3.Závěry
- 4.Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

Ing. Petr Hýzl, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce se věnuje poruchám vozovek podle TP 82 Katalog poruch netuhých vozovek a jejich následným možnostem oprav. Součástí je popis technologií údržby a oprav pozemních komunikací podle TP 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek a dále nové možnosti technologií oprav a údržby. Dále je v práci uvedeno porovnání technologií oprav a údržby z několika hledisek.

Klíčová slova

poruchy netuhých vozovek, návrh běžné údržby, návrh údržby a opravy, stav silniční sítě, technologie údržby a opravy, recyklace asfaltových vrstev, systém hospodaření s vozovkou

Abstract

The Bachelor thesis deals with failures of roadways on the basis of the TP 82 Catalog failures of flexible pavements and their subsequent options of reparations. It includes the description of technology maintenance and reparations of roads on the basis of the TP 87 Design of maintenance and reparations of flexible roads and new options of technology of reparations and maintenance. Further in this thesis there is a comparison of technologies of reparations and maintenance according to several criteria.

Keywords

failures of flexible pavements, proposal common maintenance, proposal maintenance and repair, situation of the road network, technology maintenance and repair, recycling of bituminous layers, system of management with the road

Bibliografická citace VŠKP

MASARÍKOVÁ, Petra. *Problematika údržby a oprav vozovek*. Brno, 2012. 67 s.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemních komunikací. Vedoucí práce Ing. Petr Hýzl, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně, a že jsem uvedl(a) všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 25.5.2012

.....
podpis autora

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Petrovi Hýzlovi, Ph.D. za profesionální přístup a dále svojí rodině za podporu při studiu.

OBSAH:

1. ÚVOD	- 10 -
2. STAV SILNIČNÍ SÍTĚ U NÁS.....	- 11 -
2.1 Stav silniční sítě v Jihomoravském kraji	- 14 -
3. PORUCHY NETUHÝCH VOZOVEK	- 16 -
3.1 Mechanismy porušování vozovek	- 16 -
3.1.1. Ztráta hmoty z krytu	- 16 -
3.1.2 Trhliny	- 17 -
3.1.3 Deformace vozovky	- 20 -
3.1.4. Jiné poruchy	- 22 -
3.2 Přehled typů poruch dle katalogu poruch	- 22 -
4. BĚŽNÁ ÚDRŽBA A OPRAVY VOZOVEK	- 34 -
4.1 Základní pojmy	- 34 -
4.2 Zásady plánování a navrhování údržby nebo oprav	- 35 -
4.2.1 Sít'ová úroveň.....	- 36 -
4.2.2 Projektová úroveň	- 37 -
4.2.3 Podklady pro sít'ovou úroveň	- 37 -
4.2.4 Podklady pro projektovou úroveň.....	- 38 -
4.3 Návrh údržby a opravy vozovek.....	- 39 -
4.3.3 Návrh opravy	- 39 -
4.4 Ekonomické posouzení a rozhodnutí o údržbě a opravách.....	- 40 -
4.5 Návrh běžné údržby	- 41 -
4.5.1 Postřiky, nátěry a těsnění trhlín	- 42 -
4.5.2 Vysprávký krytu vozovky.....	- 43 -
4.6 Návrh údržby	- 43 -
4.6.1 Poruchy a technologie.....	- 44 -
4.6.2 Případy, kdy se nesmí údržba provádět	- 44 -
4.7 Návrh údržby a opravy trvalých deformací krytu z asfaltových směsí	- 45 -
4.7.1 Omezený vývoj trvalé deformace	- 45 -
4.7.2 Pokračující vývoj trvalých deformací	- 45 -
4.7.3 Případy nepřípustné opravy trvalých deformací	- 46 -
4.8 Návrh opravy zesílením vozovky	- 47 -

4.8.1 Případy nepřipustné opravy zesílením	- 47 -
4.8.2 Upřesnění oprav nižších vrstev vozovky	- 48 -
4.8.3 Zlepšení geometrických charakteristik povrchu vozovky	- 49 -
4.8.4 Výměna obrusné vrstvy s opravou ložní vrstvy.....	- 49 -
4.8.5 Výměna krytových vrstev s opravou podkladu	- 49 -
4.8.6 Prosté zesílení vozovky	- 50 -
4.8.7 Zesílení dlážděné vozovky.....	- 50 -
4.8.8 Zesílení okraje vozovky.....	- 51 -
4.9 Návrh opravy s využitím recyklace vrstev vozovky na místě	- 51 -
4.9.1 Recyklace asfaltových vrstev za horka.....	- 52 -
4.9.2 Recyklace asfaltových vrstev za studena asfaltovou emulzí nebo zpěněným asfaltem.....	- 53 -
4.9.3 Recyklace za studena s hydraulickými pojivy	- 54 -
4.10 Návrh rekonstrukce vozovky	- 55 -
4.11 Technologie údržby nebo opravy vozovek.....	- 55 -
4.11.1 Údržba povrchu nátěry.....	- 56 -
4.11.2 Údržba mikrokobercem za studena.....	- 57 -
4.11.3 Trysková metoda.....	- 57 -
4.11.4 Technologie ITHR strojem Silkot.....	- 59 -
4.11.5 BG Quick	- 60 -
4.11.6 Metoda Slurry Seal	- 62 -
4.11.7 Rocbinda	- 62 -
5. POROVNÁNÍ TECHNOLOGIÍ OPRAV A ÚDRŽBY	- 64 -
6. ZÁVĚR	- 67 -

1. ÚVOD

Současný stav pozemních komunikací u nás není zrovna ideální ve srovnání s okolními vyspělými zeměmi. A je otázkou, jestli ho lze za současných ekonomických poměrů a omezujících opatření vůbec zlepšit. [22]

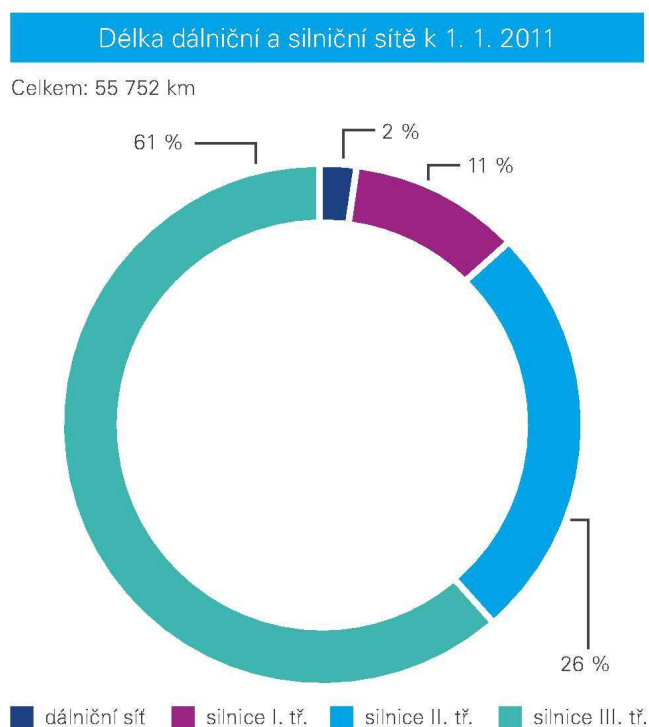
Měly by probíhat běžné, hlavní a mimořádné prohlídky na všech kategoriích silnic. Běžnou prohlídkou se zjišťuje především správná funkce dopravního značení, bezpečnostního zařízení a závady ve sjízdnosti. Hlavní prohlídka se provádí při uvedení nového nebo rekonstruovaného úseku komunikace do provozu a před skončením záruční doby. Cílem prohlídky je zjištění stavebně technického stavu, včetně jejich součástí a příslušenství. Mimořádnou prohlídku zajišťuje vlastník nebo správce mimo termíny běžných a hlavních prohlídek. Provádí se zejména při náhlém poškození vozovky, výrazné změně dopravního zatížení a při nutnosti získat vstupní data pro systémy hospodaření s vozovkou.

Cílem údržby a oprav je odstranit závady ve sjízdnosti, opotřebení nebo poškození komunikace, jejich součástí a příslušenství. Součástí údržby jsou také opatření, která neprodleně po zjištění závady zajišťují usměrnění dopravy na závadných úsecích komunikací.

Dle rozsahu a povahy prací se dělí na běžnou a souvislou údržbu a na opravu. Běžná údržba zahrnuje zejména drobné místně vymezené práce, včetně ošetřování silniční vegetace. Souvislá údržba zahrnuje rozsáhlejší práce sloužící k zachování a k obnově původních vlastností vozovky komunikace obnovením nebo zlepšením proměnných parametrů její obrusné vrstvy. [21]

2. STAV SILNIČNÍ SÍTĚ U NÁS

Na území České republiky bylo k 1.1.2011 v provozu 733,9 km dálnic, 422,3 km rychlostních silnic, 5 832,3 km ostatních silnic I. třídy, 14 634,8 km silnic II. třídy, 34 128,6 km silnic III. třídy, celkem 55 751,9 km silničních komunikací. [7]



Graf 1: Délka dálniční a silniční sítě [7]

V důsledku dlouhodobého nedostatku finančních prostředků na provádění údržby a opravy pozemních komunikací je jejich stavební stav poměrně špatný. U komunikací ve vlastnictví státu bylo prováděno pravidelné zjišťování stavu povrchových vlastností pomocí měřících vozů. Tato činnost byla však v posledních letech omezena a je potřeba ji co nejrychleji obnovit. Následně je žádoucí aktualizovat u komunikací ve vlastnictví státu systém hospodaření s vozovkou a plně jej používat. Podle výsledku měření proměnných parametru provedených na komunikacích ve vlastnictví státu bylo zjištěno, že z hlediska protismykových vlastností nevyhovuje 23,1 % změřených úseků dálnic, 20,6 % rychlostních silnic a 9,3 % ostatních silnic I. třídy. Z provedených měření únosnosti bylo zjištěno, že svou únosností nevyhovuje 47,7 % změřených úseků silnic I. třídy. Ještě horší situace stavebního stavu vozovek je u silnic ve vlastnictví krajů. U některých krajů dochází bez ohledu na zhoršující se stav silnic k poklesu finančních prostředků vydávaných na

údržbu a opravy silnic. I zde by bylo potřebné postupně zavádět systém hospodaření s vozovkou. [6]

Podobná situace je i ve většině měst a obcí. Obecně lze konstatovat, že města nad 50 000 obyvatel trpí jak nedostatečným rozvojem kapacitní silniční infrastruktury, tak i kapacit pro odstavování a parkování vozidel.

Mnoho z menších měst a obcí trpí nadměrnou průjezdnou dopravou a absencí vhodných obchvatů, případně takových úprav průtahů státních, případně krajských silnic, které by co nejvíce eliminovaly nepříznivý dopad tranzitní dopravy na jejich životní podmínky.

Stav povrchu vozovek (protismykové vlastnosti a rovnost) ovlivňují bezpečnost silničního provozu. [6]

Nejvýznamnější vnější vlivy na silniční infrastrukturu dané rozvojem společnosti v posledních 20 letech jsou:

- výrazné zvýšení intenzit dopravy, několikanásobné zvýšení objemu přeprav zboží a materiálů, několikanásobný nárůst intenzit osobních vozidel,
- požadavky obyvatelstva na zvýšení bezpečnosti silničního provozu a snížení dopadů silničního provozu na životní prostředí,
- zvýšené požadavky dopravy a životního prostředí vedly k neharmonickému rozvoji výstavby, údržby a oprav silniční infrastruktury. [8]

Vývoj průměrných intenzit dopravy a dopravních výkonů				
Intenzita (voz/24h)				
Rok	Dálnice	I. třídy	II. třídy	III. třídy
2004	27 984	9 140	2 480	649
2005	31 690	9 668	2 567	686
2006	32 641	9 861	2 618	700
2007	31 699	10 236	2 670	714
2008	32 415	10 502	2 740	732
2009	31 860	10 817	2 850	762
2010**	30 915	9 112	2 385	611
2010*	27 555	8 470	2 312	598
Dopravní výkon (1000 vozokm/24h)				
Rok	Dálnice	I. třídy	II. třídy	III. třídy
2004	14 448	56 270	36 372	22 205
2005	17 147	59 492	37 649	23 415
2006	18 481	60 864	38 381	23 879
2007	20 239	63 373	39 103	24 347
2008	21 596	65 213	39 982	25 022
2009	21 826	67 048	41 668	26 029
2010**	22 687	56 992	34 904	20 853
2010*	20 221	52 977	33 836	20 409

2010** dle metodiky do roku 2005 – počítání přívěsů a návěsů za dvě vozidla
2010* počítání návěsů a přívěsů za jedno vozidlo

Tabulka 1: Vývoj průměrných intenzit dopravy [7]

Zatížení od dopravy má rozhodující vliv na životnost konstrukce vozovky. Příliš tenké konstrukce vozovek nebo nadměrná zatížení vedou k vyčerpání životnosti a vzniku únavových trhlin. Problémem, který existuje na českých silnicích, je nedostatečná kontrola hmotnosti vozidel. U těžkých nákladních vozidel je dovolené zatížení na nápravu 100 kN, u hnané nápravy pak 115 kN. Ekonomický tlak a snaha o úsporu nákladů vede firmy k přetěžování vozidel a to pak vede k poškození vozovek. [22]

Průměrný počet obyvatel na 1 osobní automobil k 31.12.2011 je 2,30 v celé České republice. Číslo se stále snižuje, počet aut tedy roste rychleji než počet obyvatel. Největší hustota automobilů v ČR je v hlavním městě, na jedno auto tam připadá 1,88 obyvatel. [9] Zanedbaný rozvoj silniční infrastruktury v poválečných letech a snaha o urychlenou výstavbu kapacitních pozemních komunikací v posledních 15 letech vedly k těmto důsledkům:

- vysoký nárůst finančních prostředků do výstavby,
- zvýšená poptávka zvýšila rozsahy staveb (velkorysé navrhování tras, křižovatek, ochrana životního prostředí, doprovodné stavby, úpravy přilehlých komunikací),
- zvýšená poptávka po pracích vedla ke zvýšení cen materiálů a prací,
- energetická krize vedla ke zvýšení cen zejména pohonných hmot, asfaltů a všech energeticky náročných materiálů,
- snižování finančních prostředků na údržbu a opravy,
- odklon od posuzování stavu vozovek, zanedbávání údržby a oprav a přechod na náročné opravy. [8]

Asfalt jako všeobecně používaný materiál na výstavbu, údržbu a opravu silnic a místních komunikací se stává nedostatkovým a jeho cena roste s cenou ropy, pohonných hmot, olejů a modifikačních přísad, které jsou obvykle také původem z rop. [6]

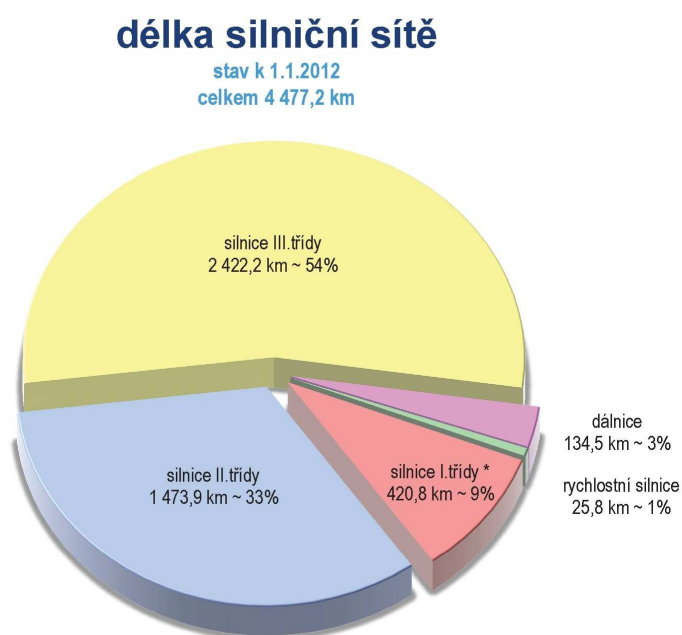
Stále rostoucí dopravní zatížení si vyžaduje používání asfaltových směsí s lepšími fyzikálně mechanickými vlastnostmi. To vede k rozšíření používání asfaltů modifikovaných přísadami na bázi polymerů. Modifikací pojiva polymery se dosáhne zlepšení vlastností jak za nízkých, tak za vysokých teplot (záleží na množství a druhu přidávaného polymeru). [4]

Nárůst dopravního zatížení, popojíždění a stání přetížených kamionů při neplynulém provozu i častější výskyt extrémních teplot v letním období způsobuje, že jedním z vážných problémů naší silniční sítě je vznik trvalých deformací vozovek, označovaných

obvykle jako vyjíždění kolejí. Zvýšení odolnosti asfaltových vozovek proti těmto deformacím se dociluje různými způsoby. [4]

2.1 Stav silniční sítě v Jihomoravském kraji

Jako konkrétní příklad stavu silniční sítě jsem si zvolila Jihomoravský kraj a to na silnicích II. a III. tříd, které vlastní kraj a spravuje je Správa a údržba silnic. Kolik procent zahrnují silnice II. a III. tříd z celkové délky silniční sítě v Jihomoravském kraji je uvedené na následujícím grafu.



Graf 2: Délka silniční sítě v Jihomoravském kraji [12]

Předpokladem k dobrému dlouhodobému hospodaření se sítí silnic je dostatek informací o stavu vozovek a jeho pravidelnému vyhodnocování včetně tvorby plánů údržby a oprav. Tyto informace a podklady pro všechny úrovně správy sítě silnic je schopen poskytovat systém RoSy PMS prostřednictvím jednotlivých programových modulů systému. [10]



Graf 3: Stav povrchu vozovek v Jihomoravském kraji [10]

Z koláčového grafu znázorňující celkové procentuální rozdělení stavu povrchu vozovek na silnicích II. a III. třídy v Jihomoravském kraji vyplývá, že v nevyhovujícím stavu je celkem 24% silnic a ve stavu havarijním 37% silnic. V celém Jihomoravském kraji je tedy 61% (2372 km) povrchu vozovek silnic II. a III. třídy v takovém stavu, který vyžaduje bezprostřední provedení údržby a opravy. [10]

Nejhůře na tom v Jihomoravském kraji je okres Blansko, kde 50% silnic II. a III. tříd je v havarijním stavu a 17% je v nevyhovujícím stavu. [11]

Na jihu Moravy by po roce 2012 měly být v lepším stavu desítky kilometrů silnic. Kraj plánuje do silnic investovat zhruba dvě miliardy korun, a to převážně z evropských dotací a také z půjčky od Evropské investiční banky. Hlavní část výdajů má jít na silnice druhých a třetích tříd, pro které krajští silničáři počítají s 29 stavbami. Náklady projektů vyčíslili na 1,7 miliardy korun. [5]

3. PORUCHY NETUHÝCH VOZOVEK

Porucha vozovky je souhrn poškození, které ovlivňují provozní funkce vozovky a únosnost konstrukce vozovky. [1]

3.1 Mechanismy porušování vozovek

Každá hmota účinkem zatížení provozem, účinky klimatického prostředí a teplotními změnami podléhá poškozování a porušování. [1]

3.1.1. Ztráta hmoty z krytu

Ztráta protismykových vlastností povrchu vozovky

Rozumí se tím požadavek smykového tření jako odporu při relativním pohybu povrchu pneumatiky vůči povrchu vozovky pro brzdění a nebo zrychlování a změně směru vozidla. Čím lépe tvarované oba povrchy jsou a čím více pevný a ostrý je materiál na povrchu vozovky, tím lepší a trvanlivější smykové tření je možné očekávat.

Ztráta nastane:

- uzavřením povrchu do hladké plochy bez vystupujících zrn kameniva – dojde ke ztrátě makrotextury povrchu vozovky,
- vyhlazením zrn kameniva v povrchu vozovky vlivem dotyku s pneumatikami – dojde ke ztrátě mikrotextury.

Oba jevy vedou ke ztrátě protismykových vlastností povrchu vozovky zjistitelné měřením podélného součinitele tření (f_p) nebo bočního součinitele tření (f_b). [1]

Ztráta hmoty z krytu

Spojení zrn kameniva je účinkem zatížení, působením vody, stárnutím asfaltu a drobením kameniva narušováno. Postupně tak ubývá hmota ohrusné vrstvy.

U krytů z asfaltových směsí se nejprve uvolňuje asfaltový tmel (směs asfaltu a kameniva do 2mm). Ubýváním tmele se odkrývají hrubá zrna kameniva a nejsou-li již do směsi zaklíněna, vylamují se. Pokud se tento proces ponechá svému vývoji, vzniká další uvolňování zrn a ubývání vrstvy tak, až je odstraněna ohrusná vrstva celá a proces pokračuje i do dalších vrstev krytu, případně podkladu.

Zatřídění do stádií:

- ztráta tmelu,
- vylamování hrubého kameniva (povrchová koroze),
- výtluk v obrusné vrstvě (hloubková koroze),
- výtluk v krytu. [1]

3.1.2 Trhliny

Mrazové trhliny

Podle základních vlastností asfaltu musí při velmi nízkých teplotách docházet ke smršťování stejně jako u betonu. Pokud teploty poklesnou pod -20°C nebo při rychlém poklesu teploty povrchu i při vyšší teplotě, pak se na povrchu tvoří smršťovací trhlinka, která se v povrchu a hloubce vrstvy dále šíří a oslabí asfaltové vrstvy.

Vývoj porušení příčnou trhlinou:

- úzká trhlina části šířky vozovky,
- úzká trhlina přes celou šířku vozovky,
- větvení trhliny nebo vytváření přidružených trhlinek,
- prohlubování a vznik široké trhliny s olamováním hran a případně vývojem přidružených trhlín. [1]

Tvorbu nízkoteplotních příčných trhlín ovlivňují tyto faktory:

- index mrazu,
- gradace asfaltového pojiva,
- tloušťka asfaltových vrstev.

Modifikovaný asfalt má menší teplotní citlivost. Je tedy při vysokých teplotách tvrdší a při nízkých teplotách měkčí než obyčejný asfalt. [25]

Reflexní trhliny

Při výstavbě podkladů stmelovaných hydraulickými pojivy, stejně jako u betonu, dochází při tvrdnutí vrstvy ke smršťování. Pokud smršťování vyvolá ve vrstvě tahové napětí vyšší než pevnost materiálu vrstvy, dojde ke vzniku příčných trhlín přes celou šířku vrstvy.

Po vzniku smršťovacích trhlín dochází k jejich rozevírání a uzavírání teplotní roztažností v závislosti na teplotě vrstvy. Pokud je vrstva překryta asfaltovými vrstvami, spojením

vrstev tohoto podkladu se pohyby teplotní roztažnosti přenáší do asfaltových vrstev a trhliny začne prorůstat až na povrch vozovky. Rozšiřování a uzavírání trhlín pokračuje, trhlínami proniká voda a trhlíny jsou vyplňovány pískem a nečistotami.

Stádia trhlín:

- úzká trhlina,
- široká trhlina,
- odlamování hran trhlín,
- narušování spojení mezi asfaltovými vrstvami a vznik podružných trhlín jako trhlín mozaikovitých,
- vytváření hrbolu při vyplněných trhlínách a teplotních pohybech vrstev. [1]

Nepravidelné a mozaikové trhlíny

Vznikají mechanismy:

- zvýšené stárnutí asfaltu – za nízké teploty spolu s dopravním zatížením dochází k vývoji nepravidelných trhlinek v nejvíce namáhaném průřezu a v bodě jakéhokoliv oslabení vrstvy (porušené kamenivo, velké kamenivo, vyšší mezerovitost) a trhlínky prorůstají vrstvou zejména na okraji stopy vozidel,
- trhlínkami se do vrstvy snadněji dostává voda, účinkem vozidel pod tlakem proniká vrstvou až na spojení s vrstvou ložní a spojení se narušuje,
- asfaltové vrstvy nejsou vzájemně spojeny již při vlastní pokládce.

Trhlínky se počnou šířit souběžně se směrem pohybu vozidel, prodlužují se a větví. Následně se spojují, zahušťují a vznikají mozaikovité trhlíny jako síť trhlín o vzájemných vzdálenostech odpovídajících přibližně až tloušťce nespojené vrstvy. Mozaikovými trhlínami proniká do spojení vrstev voda, která vlivem zatížení je pod tlakem vytlačována a eroduje trhlíny. Ty se tak rozšiřují a vrstva se při hranách snižuje. Tento jev napomáhá vytváření výtluků.

Vývoj trhlín lze rozdělit do stádií:

- vznik krátké, sotva patrné nepravidelné trhlínky,
- nepravidelná podélná úzká trhlina nejčastěji vně stopy těžkých nákladních vozidel,
- větvení trhlíny do stop vozidel i mimo stopu, vznikají rozvětvené trhlíny,
- spojování trhlinek v síť trhlín,
- plošné zvětšování a zhušťování sítě trhlín,
- erodování a vylamování části vrstvy mezi trhlínami,

- vznik výtluků mezi trhlinami. [1]

Sít'ové trhliny

Opakovaným zatěžováním v místě nejvyššího namáhání na spodním líci asfaltových vrstev dojde ke vzniku narušení spojení mezi zrny a k zárodku trhliny. Trhlina se šíří k povrchu vozovky a do délky. Dosáhne-li povrchu vozovky, vozovkou se dostane voda do podloží a jeho únosnost se sníží. Trhliny se šíří, spojují v sít', méně hustou než u mozaikovitých trhlín, ale hlavně dochází k zatlačování vozovky do podloží, vyvíjí se trvalá deformace vozovky.

Mají postupně tento vývoj:

- podélná trhlina ve stopě vozidel,
- trhlina se rozšiřuje,
- prodlužuje a větví,
- vznikají sít'ové trhliny,
- příčný hrbol vytlačení podloží mimo stopu vozidel,
- plošné deformace,
- prolomení vozovky.

Sít'ové trhliny jsou základním typem poruchy konstrukce vozovky, jejíž úplné odstranění vyžaduje zásah do všech konstrukčních vrstev vozovky a tím i nejvyšší finanční náklady na jejich sanaci. [1]

Porušení pracovních spár

Na napojení postupně pokládaných obrusných vrstev vzniká oslabení průřezu spojením pokládaných pásů. Vrstva prvně pokládaného pásu nemůže být u volného okraje řádně zhutněna (směs uniká z pod kola hutnicího válce), druhá vrstva se rovněž hůře zhutňuje pro rychlejší vychládání a tak se spojované vrstvy špatně spojují.

Na spoji dochází k poruchám ze skupiny ztráty hmoty a trhlín:

- ztráta hmoty počínaje v prvně položeném pásu u podélné spáry a u napojovaného pásu u příčné spáry: ztráta asfaltového tmelu, hloubková koroze, výtlučky.
- příčná a podélná trhlina s vývojem jako u trhliny mrazové: úzká trhlina, široká trhlina, podružné trhliny jako mozaikovité trhliny, výtlučky.

Podobně se na svých stycích porušují také vysprávký. [1]

Jiné trhliny

Méně časté trhliny:

- smykové trhliny lemující poruchy zemního tělesa usmýknutím,
- podélné trhliny mrazovým zdvihem středu vozovky,
- trhliny obrusné vrstvy ve tvaru srpu vzniklé posunem nespojené obrusné vrstvy vodorovným zatížením.

3.1.3 Deformace vozovky

Vznikají kumulací nepružných přetvoření jednak v asfaltových vrstvách, v nestmelených vrstvách vozovky a v podloží, vlivem objemových změn v podloží, zemním tělese včetně podloží násypu nebo poruch zemního tělesa. [1]

Trvalé deformace krytu

Podle popsaných základních vlastností asfaltu musí při velmi vysokých teplotách povrchu (v ČR 60°C) docházet k trvalým deformacím, které jsou výsledkem nepružného (viskózního a plastického) přetváření asfaltových vrstev.

K vývoji trvalé deformace je třeba kromě vysoké teploty asfaltových vrstev a:

- stání nebo pomalou dopravu,
- zatížení soustředěné do jízdních stop,
- velký počet zatížení.

Podle druhu zatížení dochází k:

- prohlubním v místě stání vozidel (autobusová zastávka),
- opakovaným prohlubním v podélném směru před řízeními křižovatkami na celou šířku jízdního pruhu, které vznikají stáním osobních vozidel,
- vyjetým kolejím ve stopách nákladních vozidel,
- nepravidelné nerovnosti při působení vodorovných sil při brzdění, rozjíždění nebo v obloucích, náhodné nerovnosti ve volné trase kolísavým složením směsi nebo použitím nevhodné směsi ve vysrávce, zejména tryskovou metodou. [1]

Deformace snížením povrchu vozovky

Mohou vzniknout následkem:

- dohutnění vrstev vozovky, podloží nebo zemního tělesa nebo podloží násypu,

- porušení stability zemního tělesa,
- namáhání podloží opakovanými přejezdy vozidel,
- ztráty únosnosti vozovky způsobené pronikáním vody do podloží propustným krytem nebo asfaltovými vrstvami porušenými trhlinami, špatným nebo porušeným odvodněním,
- dohutnění zásypů objektů (mostů, propustků), rýh, oprav inženýrských sítí, vyplavení zemního tělesa do kanalizace, odvodňovacích systémů a chrániček kabelů. [1]

Hrboly

Hrboly jako zvyšování povrchu vozovky mohou vzniknout:

- na povrchu vozovky:
 - nepravidelný hrbol při vázání kameniva na volné pojivo u nátěrů a penetračních makadamů a zejména při používání tryskové metody na údržbu trhlín, nerovností a výtluků,
- v obrusné vrstvě:
 - podélný hrbol při vyplnění trhlín nestlačitelným materiálem se při teplotní roztažnosti vrstev zdvihají okraje vrstvy,
 - puchýře v litém asfaltu na cementem stmelených podkladech tlakem uzavřených par,
- v konstrukci vozovky:
 - podélný hrbol při vyplnění široké příčné trhliny nestlačitelným materiálem se při teplotní roztažnosti asfaltové vrstvy nazdvihují,
 - místní hrbol při nazdvižení vozovky mrazovým zdvihem na lokálním přítoku vody do podkladních vrstev,
 - příčný hrbol jako vytlačení podloží ze stopy vozidel mimo jejich stopu při neúnosné vozovce a podloží,
- objemovými změnami:
 - vrstev vozovky zvyšováním objemu materiálů vrstev (např. strusky),
 - podloží nebo násypu zvyšováním objemu použitých materiálů nebo v zářezu (snížením zemního tlaku) bobtnáním jílu. [1]

3.1.4. Jiné poruchy

Bezpečnost, rychlost, plynulost, hospodárnost a pohodlí silničního provozu ovlivňují také poruchy:

- odvedení dešťové vody z povrchu vozovky zvýšením krajnice posypovým materiálem, spadem přepravovaných hmot, vegetací a poškozením,
- povrchového odvodnění, rigolů, příkopů, vsakovací drenáže a kanalizace jejich zanesením, může i ovlivnit únosnost zavodněním podloží,
- poruchy na poklopech, vpustích, hrncích šoupat a hydrantů, tyto poruchy se zaznamenávají jako poruchy poklesem, mozaikovými a sítovými trhlinami. [1]

3.2 Přehled typů poruch dle katalogu poruch

- **Ztráta mikrotextury**

Projevuje se lesklým, zaobleným a hladkým povrchem zrn kameniva nebo dlažebních prvků. Vyskytuje se v souvislých plochách, zejména v jízdních stopách vozidel. Ovlivňuje bezpečnost silničního provozu.

Příčina vzniku: použití snadno ohladitelného kameniva.

Možný vývoj: po vyhlazení kameniva nebezpečí smyku na mokré vozovce.

Návrh opravy: zdrsnění povrchu, mikrokoberec za studena, zdrsňování nátěr, bezpečnostní protismyková úprava, výměna ohrusné vrstvy. [1]

- **Ztráta makrotextury**

Na povrchu vozovky se vyskytuje přebytek asfaltového pojiva u nátěrů nebo asfaltového tmelu u asfaltových směsí. Povrch se stává uzavřený a hladký, což způsobuje nebezpečí při vyšších rychlostech. Vyskytuje se lokálně v omezených plochách nebo souvisle v jízdních stopách vozidel.

Příčina vzniku: použití velkého množství pojiva pro postřik, častá porucha při vysprávkách tryskovou metodou, u asfaltových směsí nevhodná skladba směsi.

Návrh opravy: porušené asfaltové směsi nutno nahradit vhodnou směsí, běžnou údržbu tryskovou metodou odstranit a provést údržbu asfaltovou směsí. [1]

- **Vyjeté koleje**

Deformace příčného řezu vozovky ve stopách kol nákladních vozidel. Asfaltová směs krytu vozovky je vytlačena mimo jízdní stopu pneumatik. Koleje o šířce 60 – 80 cm vznikají v místech pomalé a zastavující dopravy (stoupací pruhy, místní komunikace, autobusové zastávky). Při stání vozidel je kolej výrazně prohloubena.

Příčina vzniku: nedostatečná odolnost vrstev krytu proti trvalým deformacím (použití těžkých kameniv, nevhodná křivka zrnitosti, vysoké dopravní zatížení).

Návrh opravy: dle konstrukční vrstvy, ve které podélné koleje vznikly:

- 1) vyplnění kolejí mikrokobercem nebo asfaltovým kobercem tenkým při zastaveném nárůstu hloubky koleje,
- 2) výměna všech asfaltových vrstev, které jsou příčinou trvalé deformace. [1]

- **Výtluky**

Působením provozu vozidel a klimatických vlivů dochází ke ztrátě hmoty z ohrančené vrstvy nebo z krytu a vzniká ostře ohraničená “díra” přes celou ohrančenou vrstvu, anebo celou tloušťku krytu. Někdy mohou být zasaženy i podkladní vrstvy.

Příčina vzniku: z neošetření hloubkové koroze, vede k nim také rozvoj trhlin v asfaltových vrstvách.

Návrh opravy: Vyfrézování porušené vrstvy v okolí výtluku a provedení vysprávkování asfaltovou směsí stejného typu. Při větším množství výtluků výměna ohrančené vrstvy. Oprava v zimním období vyplněním výtluku studenou asfaltovou směsí nebo litým asfaltem. Při kombinaci s konstrukčními poruchami vozovky je třeba rekonstrukce nebo lokální oprava porušených vrstev a zesílení. [1]



Obrázek 1: Výtluk



Obrázek 2: Výtluk

- **Mozaikové trhliny**

Úzké, zprvu málo výrazné, krátké, nepravidelně dlouhé trhliny vyskytující se souběžně nebo ve stopě vozidel. Trhliny se větví a spojují v síť trhlín, které zasahují jen ohrusnou vrstvu vozovky. Oka sítě se mohou zahustit až do velikosti tloušťky ohrusné vrstvy. Ovlivňuje trvanlivost ohrusné vrstvy a únosnost vozovky.

Příčina vzniku: vysoká mezerovitost ohrusné vrstvy, zestárnutí pojiva, nedokonalé spojení vrstev krytu nebo jejich nedokonalé spolupůsobení.

Návrh opravy: v začínajícím stádiu vývoje uzavřít povrch nátěrem nebo emulzní kalovou vrstvou, později je nutná výměna celé ohrusné vrstvy krytu.



Obrázek 3: Mozaikové trhliny

- **Opotřebení EKZ, EMK**

Emulzní kalové vrstvy se vlivem provozu opotřebovávají nebo se od ohrusné vrstvy odlupují. Odlupováním emulzního kalového zákrytu vznikají na vozovce barevně odlišné mapy. Ovlivňuje nehomogenitu konstrukce.

Příčina vzniku: působení provozu, nedodržení technologie při výrobě kalu a při pokládce vrstvy, snižuje se makrotextura povrchu vozovky.

Návrh opravy: Překrytí opotřebované kalové vrstvy novou vrstvou EKZ. Při lokálním výskytu oloupané kalové vrstvy provedení běžné údržby, při větších plochách oprava výměnou celé ohrusné vrstvy vozovky.

- **Hlubková koroze**

Nerovnosti v povrchu do hloubky 6 – 20 mm vzniklé uvolněním asfaltové směsi. U penetračního makadamu a kaleného štěrku se objevuje hrubozrnná kostra kameniva. Ovlivňuje trvanlivost krytu.

Příčina vzniku: Pokračování porušování ztrátou asfaltového tmelu do hloubky přes polovinu velikosti maximálního zrna kameniva. To způsobuje uvolňování těchto zrn z povrchu asfaltové vrstvy. U penetračního makadamu dochází ke ztrátě výplňového kameniva.

Návrh opravy: Při lokálním výskytu v asfaltových vrstvách a penetračním makadamu vyspravení nátěrovou vysprávkovou soupravou nebo tryskovou metodou. Při souvislém výskytu nátěr, emulzní kalový zákryt, při hloubkách do 15 mm emulzní koberec, při hloubkách do 20 mm asfaltový koberec tenký.

- **Vysprávký**

Místo na vozovce, které je vyspraveno odfrézováním a přidáním asfaltové směsi. Takto vyspravené místo na vozovce charakterizuje nehomogenní povrch vozovky, sníženou rovnost a možnost dalšího vývoje výtluků. Ovlivňuje pohodlí jízdy.

Příčina vzniku: vyspravení výtluků.

Možný vývoj: Porušování pracovních spár a okrajů vysprávký, vývoj porušování kolem vysprávký, zvyšování četnosti vysprávek. Snížení homogenity povrchu a rovnosti povrchu vozovky.

Návrh opravy: Při dosažení vyšší četnosti vysprávek se navrhuje odfrézování a položení nové obrusné vrstvy nebo zesílení.



Obrázek 4: Vysprávký



Obrázek 5: Vysprávký

- **Sít'ové trhliny**

V první fázi se podobají mozaikovým trhlinám, ale zasahují všechny asfaltové vrstvy vozovky. Velikost ok je přibližně podle tloušťky asfaltových vrstev 10 – 40 cm. Ovlivňuje únosnost vozovky.

Příčina vzniku: Porušení asfaltových vrstev únavou (vyšší dopravní zatížení než zatížení na něž byla vozovka vybudovaná), neúnosné podloží, porucha odvodnění, použití namrzavého materiálu v podkladní vrstvě, nesplněno filtrační kritérium.

Možný vývoj: Z nepatrných počátečních trhlin se vlivem pronikající vody trhlinou sníží únosnost podloží, trhliny se čím dál více rozvíjejí a v jarním nebo deštivém období může dojít ke vzniku plošných deformací a až k prolomení vozovky.

Návrh opravy: Lehké vozovky – vyrovnaní povrchu, provedení nátěru a opatření ke zlepšení odvodnění (oprava příkopů, hloubková drenáž). Těžší vozovky – zesílení, částečná rekonstrukce nebo úplná rekonstrukce.



Obrázek 6: Síťové trhliny



Obrázek 7: Síťové trhliny

- **Olamování okrajů vozovek**

Projevuje se podélnými, mozaikovými nebo síťovými trhlinami a deformacemi na okraji vozovky nebo poklesem kraje vozovky. Častý výskyt je při konstrukcích jako jsou panely tramvajového tělesa, obrubníky, kolem vpustí, poklopů a jiných napojení na betonové konstrukce. Ovlivňuje pohodlí silničního provozu.

Příčina vzniku: Pojíždění okraje vozovky způsobuje vyšší namáhání vrstev vozovky a podloží, okraje vrstev mají nižší zhutnění, proniká do nich voda a podloží je podmáčeno, nebo nesprávné provedení rozšíření vozovky. Tyto jevy vedou k deformacím a vzniku podélných a sít'ových trhlin s poklesy vozovky zasahující až za krajní jízdní stopu těžkých vozidel. Pronikání vody u betonových konstrukcí do vzájemného styku asfaltových vrstev a betonového podkladu způsobí vznik mozaikových trhlin.

Návrh opravy: Utěsnění spár mezi asfaltovými vrstvami a betonovými konstrukcemi a provedení údržby nebo opravy jako v případě mozaikových trhlin. Poruchy okraje vozovky opravit dle stanovených příčin poruch.

- **Puchýře v obrušné vrstvě**

Vyvýšenina ve tvaru puchýře o průměru 5 – 25 cm v obrušné vrstvě z litého asfaltu na betonovém nebo cementem zpevněném podkladu.

Příčin vzniku: Nepoužití mezivrstvy odvádějící páry a vyztužující litý asfalt. Místní nahromadění vodních par pod vrstvou z litého asfaltu při vysokých letních teplotách působí svým tlakem a vrstva je zvednuta do tvaru puchýře. Obdobně zdvihají vrstvy z asfaltové směsi i rostliny.

Návrh opravy: Odstranění a položení nové obrušné vrstvy s konstrukčními opatřeními zabráňujícími vzniku puchýřů nebo položení vrstvy z jiných asfaltových směsí.



Obrázek 8: Puchýře v obrušné vrstvě



Obrázek 9: Puchýře v obrusné vrstvě

- **Místní hrbol**

Kruhová nebo oválná vyvýšenina průměru 1 – 3 m.

Příčina vzniku: Vznikají místními objemovými změnami v podloží a v podkladních vrstvách. Mohou vznikat i bobtnáním nevhodných materiálů, namrzáním a rozrůstáním kořenů stromů.

Návrh opravy: Sanace daného místa. Vybourání vozovky, výměna vrstev vozovky a namrzavého podloží, hloubkové odvodnění vozovky.

- **Plošná deformace vozovky**

Výrazné nepravidelné střídání hrbolů a prohlubní s největšími deformacemi v místech opakovaného zatížení vozovky.

Příčina vzniku: Nedostatečné a nerovnoměrně zhutněné podloží a konstrukční vrstvy vozovky. Pokud se vyskytuje v kombinaci s širokými a síťovými trhlinami a výtluky, jde o málo únosné, zvodnělé nebo nehomogenní podloží, poddimenzovanou vozovku, nehomogenní a rozšiřovanou vozovku.

Návrh opravy: Při ztrátě únosnosti vozovky oprava vozovky zesílením, recyklací nebo rekonstrukcí vozovky. Vyrovnání frézováním a položení nové obrusné vrstvy při ustálení objemových změn.

- **Trhlina široká podélná**

Trhlina v podélném směru, šířka nad 5 mm. Obvykle porucha na pracovní spáře.

Příčina vzniku: Druhé vývojové stádium trhliny podélné úzké. Výjimečně vzniká také nerovnoměrnými mrazovými zdvihy v horských oblastech. Podélné krátké nepravidelně dlouhé trhliny ve stopě nebo u stopy vozidel jsou počátečním stadiem trhin mozaikových nebo síťových.

Možný vývoj: Vznik hloubkové koroze hran trhliny, vytvoření přídružených trhin v okolí trhliny, obojí vede k výtlukům podél trhliny.

Návrh opravy: vyčištění a utěsnění zálivkou.



Obrázek 10: Trhlina široká a rozvětvená podélná

- **Zvýšená nezpevněná krajnice**

Nezpevněná krajnice vozovky je zvýšena nad úroveň neprašné části komunikace. Brání odtoku vody z povrchu vozovky.

Příčina vzniku: Neuklizený inertní posypový materiál ze zimní údržby, nánosy z přilehlých pozemků, spad přepravovaných kameniv, vzrostlá vegetace.

Návrh opravy: Odstranění přebytečného materiálu nezpevněné krajnice.

- **Trhlina široká příčná**

Trhlina jdoucí do poloviny vozovky nebo napříč celou vozovkou. Šířka trhliny je nad 5 mm.

Příčina vzniku: Pokračování vývoje trhliny příčné úzké přes všechny vrstvy asfaltových směsí. Stejně se chová reflexní trhlina jako prokopírovaná smršťovací trhlina na podkladech stmelených hydraulickými pojivy.

Možný vývoj: Olamování hran trhliny, zvětšování šířky až vznik výtluků případně vývoj rozvětvených trhlín. Na reflexních trhlínách zanesených nečistotami nebo na podkladech s objemovými změnami vzniká příčný hrbol.

Návrh opravy: Vyčištění trhliny a utěsnění zálivkou. Při vývoji k trhlíně příčné rozvětvené se provádí oprava trhlín.



Obrázek 11: Trhlina široká příčná

- **Zanesení příkopů**

Podélné příkopy jsou zaneseny. Je narušen odtok vody v příkopu. Ovlivňuje únosnost vozovky.

Příčina vzniku: Zanesení příkopu inertním posypem, spadem přepravovaných kameniv, zanesení zeminou z přilehlých pozemků, eroze a sesuvy svahů, poškození vjezdů na pozemky a propustku pod skládkou posypového materiálu, poškození vozidly.

Návrh opravy: Vyčistit příkop do požadované hloubky, opravit konstrukci vjezdu na pozemky nebo skládky posypového materiálu.

4. BĚŽNÁ ÚDRŽBA A OPRAVY VOZOVEK

4.1 Základní pojmy

Za spolehlivost vozovky je považována schopnost vozovky umožnit bezpečný, plynulý, rychlý, hospodárný a komfortní provoz silničních vozidel v požadovaném časovém úseku. Základní charakteristikou spolehlivosti vozovky je její provozní způsobilost a únosnost, trvanlivost obrusné vrstvy, udržitelnost a opravitelnost. [2]

Provozní způsobilost rozumíme vlastnost povrchu vozovky, je hodnocena klasifikací aktuálních parametrů protismykových vlastností, podélné a příčné nerovnosti případně dopravního hluku při odvalování pneumatik.

Únosnost vozovky je schopnost konstrukce vozovky a podloží přenášet dopravní zatížení, které se vyjadřuje zatížením nápravou nebo sestavou kol a počtem opakování těchto zatížení. Při posuzování vozovky s daným dopravním zatížením se únosnost vyjádří zbytkovou dobou životnosti, což je nejzazší doba do potřeby provést opravu konstrukce vozovky.

Trvanlivost obrusné vrstvy je její schopnost odolávat vlivům dopravy a klimatickým vlivům. Při navrhování údržby nebo oprav se používají pojmy předpokládané a zbytkové doby životnosti obrusné vrstvy, jako doby do provedení její údržby nebo opravy při daném dopravním zatížením.

Poruchy vozovek postihují všechny vrstvy vozovek a podloží. Schéma vozovky, poruch jednotlivých vrstev a vozovky, stanovených parametrů vozovek, výskyt jednotlivých druhů poruch a rozdělení údržby nebo opravy jsou znázorněny v tabulce 2. [2]

Běžná údržba je soubor technologií zaměřených na obrusnou vrstvu vozovky k odstranění lokálních poruch a k omezení jejich vývoje. Do běžné údržby z hlediska technologického patří utěsnění trhlin, lokální postřik nebo nátěr a také oprava výtluků a porušených ploch trhlinami případně i s nerovnostmi nebo vysprávkami.

Údržba je soubor technologií zaměřených k odstranění a omezení vývoje poruch povrchu vozovky prováděná v souvislé ploše, zpravidla cyklicky.

Oprava je soubor technologií k odstranění poruch nejméně obrusné vrstvy vozovky výměnou obrusné vrstvy nebo krytu, zesílením a nebo recyklací.

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.

Rekonstrukce je soubor technologií, kterými se nahrazují konstrukční vrstvy stávající vozovky vrstvami novými včetně případné úpravy podloží. [2]

Vozovka			Poruchy vrstev vozovky / parametry provozní způsobilosti vozovky / třídění a druhy poruch / údržba a oprava vozovky																													
povrch vozovky			povrchu																													
vrstvy	obrusná ložní podkladní	asfaltové	obrusné vrstvy krytu asfaltových vrstev SC krytu konstrukce vozovky a podloží																													
	podkladní	cementem stmlené nebo nestmlené																														
	ochranná podloží	nestmlené G, S, F																														
	Parametry vozovky			Fp IRI																												
			PTV	MPD, MTD										únosnost																		
Skupina poruch			ztráta hmoty										trhliny										deformace									
číslo katalogového listu			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 12	13 14	15 16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29				
Název poruchy			ztráta mikrotextury	ztráta makrotextury	kaverny	opotřebení EKZ, EMK	ztráta kameniva z nájezu	ztráta asfaltového tmele	hluboká korozie	výtluk	vysprávky	mozaikové trhliny	úzké (podélné, příčné)	široké (podélné, příčné)	relaxní (podélné, příčné)	rozvětvené (podélné, příčné)	sítové trhliny	olamování okrajů	puchýře v MA	neopravené hrdly	výjele koleje	místní hrbo	podélný hrbo	místní pokles	podélný pokles	plošné deformace vozovky	prolomení vozovky	jiné poruchy				
Výskyt poruch a údržba nebo oprava	lokální		běžná údržba																													
	souvislé		údržba																													
			oprava (výměna obrusné vrstvy, krytu, zesílení, recyklace krytu nebo podkladu, rekonstrukce)																													

Vysvětlivky a poznámky

EKZ – emulzní kalový zákryt. EMK – mikrokoberec za studena, MA – litý asfalt, SC – vrstvy ze směsi stmlené cementem nebo jiným hydraulickým pojivem, Rozdíl mezi lokálním a souvislým výskytem poruch, běžnou údržbou, údržbou a opravou je dán rozsahem jednotlivých poruch, který je uveden v tabulce 8 TP

Tabulka 2: Schématické znázornění vrstev, poruch a parametrů provozní způsobilosti vozovky, jejich údržby a oprav [2]

4.2 Zásady plánování a navrhování údržby nebo oprav

Faktory ovlivňující návrh způsobu a technologie opravy:

- velikost dopravního zatížení,
- mechanická účinnost konstrukčního souvrství vozovky,
- stav a funkční vlastnosti konstrukčních vrstev a podloží,
- okrajové podmínky pro použití určitých technologií,
- materiálová a ekonomická náročnost,
- časová náročnost,

- ohled na životní prostředí. [20]

Proces měření a hodnocení proměnných parametrů a/nebo sběr poruch vozovek a navrhování údržby nebo opravy vozovek se provádí ve dvou odlišných úrovních s uvedenými činnostmi:

- **Sít'ová úroveň** – plánování údržby nebo opravy spravované sítě pozemních komunikací. Jedná se o cyklicky opakovaný proces posuzování sítě PK vyhledávající úseky PK, které nesplňují požadavky provozní způsobilosti a/nebo výskytu poruch vozovky, a navrhuje tyto úseky k provedení běžné údržby, nebo přípravě údržby nebo opravy tak, aby se údržba nebo oprava mohla provést ve vhodný čas optimální technologií.
- **Projektová úroveň** – návrh údržby nebo opravy úseků PK, které byly v předešlé úrovni k údržbě a opravě vybrány. Zpracovává se optimální návrh a technologie údržby nebo opravy pro dokumentaci pro zadání stavby. Odložení realizace údržby nebo opravy zpravidla vede ke zhoršení provozní způsobilosti a/nebo vývoji poruch co do významu a rozsahu.

Obě úrovně při zajišťování podkladů na sebe navazují. Činnosti v rámci sít'ové úrovně končí buď zadáním a/nebo provedením běžné údržby nebo předáním podkladů pro projektovou úroveň. [2]

4.2.1 Sít'ová úroveň

Plánování údržby nebo opravy je založeno na těchto podmiňujících krocích:

- Získání základních údajů o komunikacích posuzované sítě PK (lokalizace, délka, šířka, směrové a výškové vedení, skladba konstrukce vozovky)
- Zatřídění PK a zjištění charakteristik silničního provozu (dopravní nehody)
- Stanovení dopravního zatížení
- Zjištění aktuálních parametrů provozní způsobilosti (protismykové vlastnosti, příčné a podélné nerovnosti) a/nebo poruch vozovek
- Vyhodnocení parametrů provozní způsobilosti a druhu a rozsahu poruch
- Odhad nákladů na údržbu nebo opravu jednotlivých úseků
- Stanovení časového plánu údržby nebo opravy jednotlivých úseků
- V případě, že správce nezajišťuje běžnou údržbu vlastními prostředky, zpracuje nebo zajistí zadávací dokumentaci na její provedení. [2]

4.2.2 Projektová úroveň

Na základě zpracovaného plánu údržby nebo opravy jednotlivých úseků PK správce zadává diagnostický průzkum a zpracování dokumentace, která je podkladem pro údržbu, opravu nebo rekonstrukci vozovky.

Při zpracování zadávací dokumentace údržby nebo opravy je nutno:

- Soustředit všechny dosavadní podklady, které vedly k plánování údržby nebo opravy,
- Zajistit zpracování diagnostického průzkumu a zadávací dokumentace stavby v těchto krocích:
 - zpracování záznamu poruch se stanovením lokality, druhu a rozsahu poruch,
 - podle druhu poruch posouzení únosnosti vozovky, provedení a vyhodnocení vrtaných a kopaných sond pro stanovení příčin poruch,
 - provedení a vyhodnocení zaměření vozovky a jejího nejbližšího okolí, zohlednění možnosti úpravy příčných a podélných sklonů a vyrovnání vozovky
- uvážit pro návrh údržby nebo opravy vhodné a dostupné technologie,
- provést ekonomické vyhodnocení různých variant technologií oprav,
- provést návrh opravy jednotlivých úseků a jejich částí a zpracovat zadávací dokumentaci stavby,
- stanovit požadavky a podmínky pro zpracování nabídky údržby nebo opravy. [2]

4.2.3 Podklady pro síťovou úroveň

- **Posouzení stavu vozovek pro plánování údržby nebo oprav**

Posouzení parametrů provozní způsobilosti je vázáno na jejich rozdílný vliv na bezpečnost a komfort silničního provozu.

O bezpečnosti silničního provozu rozhodují mimo jiné uspořádání PK a protismykové vlastnosti povrchu vozovky. V nehodových lokalitách se požadují přísnější požadavky, tj. vyšší hodnota součinitele tření po celou dobu užívání povrchu PK.

Jednotlivé parametry provozní způsobilosti se hodnotí číselnými klasifikačními stupni.

Číselné klasifikační stupně mají návaznost na bezpečnost a komfort silničního provozu a mají různé využití při posuzování vozovky, návrhu a provedení údržby nebo opravy:

- 1 nebo 2 – pro novou vozovku, jsou to kontrolní zkoušky při převzetí stavby,
- 2 nebo 3 – pro konec záruční doby,
- 3 nebo 4 – pro kontrolu stavu v průběhu užívání, kdy se provádí běžná údržba obrusné vrstvy vozovky,
- 4 nebo 5 – PK nesplňuje požadavky provozní způsobilosti, je třeba provést údržbu nebo opravu vozovky. [2]

4.2.4 Podklady pro projektovou úroveň

Východiskem pro návrh údržby nebo opravy v projektové úrovni jsou všechny získané podklady pro síťovou úroveň nebo podklady z centrální evidence PK ISSDS ČR (Informační systém o silniční a dálniční síti).

Tyto podklady je třeba doplnit o dokumentaci skutečného provedení stavby (PK, předchozí opravy vozovky) nebo jinými podklady nebo informacemi, které mohou upřesnit následující práce směřující k návrhu opravy.

Pro návrh údržby nebo opravy se tyto podklady doplňují diagnostickým průzkumem.

Diagnostický průzkum se zaměřuje zejména na:

- aktualizaci záznamu poruch,
- měření a posouzení únosnosti vozovky,
- provedení vrtaných a kopaných sond ke stanovení skladby konstrukce vozovky a odběru vzorků pro laboratorní zkoušky.

Z těchto provedených a vyhodnocených diagnostických a laboratorních prací se následně navrhuje údržba a oprava různými vhodnými technologiemi zaměřenými zejména na využití vrstev vozovky a jejich materiálů.

- **Únosnost vozovky:**
 - Stanovení bodů pro měření únosnosti vozovky
 - Klimatické poměry
 - Vodní režim podloží
 - Charakteristiky podloží
 - Stanovení zbytkové doby životnosti vozovky
 - Stanovení zesílení vozovky

- **Vrtané a kopané sondy vozovek:**
 - Vzdálenosti mezi sondami nebo vývrty
 - Sondy a vývrty pro posouzení únosnosti vozovky
 - Vývrty pro posouzení poruch asfaltových vrstev [2]

4.3 Návrh údržby a opravy vozovek

Na základě zjištěných hodnot a klasifikace parametrů provozní způsobilosti a/nebo rozsahu jednotlivých poruch vozovky se síť PK rozdělí do jednotlivých úseků, které vytvoří seznam úseků:

- k provedení běžné údržby
- pro posouzení diagnostickým průzkumem a pro přípravu dokumentace údržby nebo opravy a k provedení opravy.

Takové rozdělení úseků lze při malém rozsahu sítě PK provádět ručně, pro síť PK se využívá systém hospodaření s vozovkou.

Přechod mezi použitím běžné údržby a použitím údržby nebo opravy je dán ekonomickým posouzením jak nákladů na provedení technologií, tak i nákladů silničního provozu. V TP je toto rozhodování založeno na klasifikaci druhu poruch a jejich plošného rozsahu.

Na dálnicích, rychlostních silnicích a silnicích I.třídy jsou přípustné rozsahy různých poruch podstatně nižší, aby nedocházelo k častému omezování silničního provozu při provádění běžné údržby a údržba a oprava se navrhuje na delších úsecích.

Konkrétní návrh opravy je nutno provést na základě podkladů diagnostického průzkumu. Opravu je vhodné navrhovat ve více technologických variantách a výběr optimální varianty technologie provést na základě ekonomického posouzení. O výběru varianty také rozhodují doplňující podklady. [2]

4.3.3 Návrh opravy

Návrh opravy vyplývá z diagnostického průzkumu, který připraví rozhodnutí pro různé technologie odstraňující příčinu ztráty provozní způsobilosti a poruch vozovky.

Pro návrh opravy jsou k dispozici technologické postupy v souladu s následujícím označením:

1. Výměna obrusné vrstvy
2. Výměna krytových vrstev
3. Recyklace za horka
4. Zesílení dlážděných vozovek
5. Zesílení okraje vozovky
6. Recyklace asfaltových vrstev za studena asfaltovou emulzí
7. Recyklace podkladních vrstev
8. Rekonstrukce vozovky [2]

Provozní způsobilost a skupina poruch podle TP 82	Technologie údržby	Předpis
Ztráta protismykových vlastností povrchu vozovky	Nátěry Emulzní kalový zákryt Emulzní mikrokoberec Bezpečnostní protismykové úpravy povrchů vozovek	ČSN EN 12271, ČSN 73 6129, TKP 26 ČSN EN 12273, ČSN 73 6130, TKP 27 ČSN EN 12273, ČSN 73 6130, TKP 28 TP 213
Ztráta asfaltového tmelu	Regenerační postřik	ČSN 73 6129
Ztráta asfaltového tmelu	Nátěry Emulzní kalový zákryt Emulzní mikrokoberec	ČSN EN 12271, ČSN 73 6129, TKP 26 ČSN EN 12272, ČSN 73 6130, TKP 27 ČSN EN 12272, ČSN 73 6130, TKP 28
Kaverny v obrusné vrstvě		
Koroze (opotřebení) EKZ		
Ztráta kameniva z nátěru		
Hlubková koroze ¹	Nátěry Emulzní kalový zákryt Emulzní mikrokoberec Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy	ČSN EN 12271, ČSN 73 6129, TKP 26 ČSN EN 12273, ČSN 73 6130, TKP 27 ČSN EN 12273, ČSN 73 6130, TKP 28 ČSN EN 13108-2, ČSN 73 6121, TKP 7
Výtluky ¹		
Trhliny úzké nepravidelné ¹		
Trhliny široké příčné, podélné, nepravidelné ¹		
Trhliny rozvětvené a mozaikové ¹		
¹ POZNÁMKA: Poruchy se před provedením údržby ošetří technologiemi běžné údržby podle tabulky 9		

Tabulka 3: Přehled poruch, příslušných technologií údržby a předpisů [2]

4.4 Ekonomické posouzení a rozhodnutí o údržbě a opravách

• Výběr technologie údržby nebo opravy

Při návrhu údržby nebo oprav každého jednotlivého úseku PK se bere v úvahu ekonomické posouzení navržené technologie. Vybere se ten technologický soubor prací údržby nebo oprav, který má při uvážení jeho předpokládané doby životnosti nejnižší průměrnou roční cenu nebo náklady na provedení. Do ekonomického posouzení je nutné vzít v úvahu

i náklady na řízení nebo odklon silničního provozu v době provádění údržby nebo oprav a je vhodné zahrnout i ztráty v silničním provozu (ztráta času, nehodovost). [2]

Při výběru vhodné technologie se přihlíží k ekonomickým přínosům údržby nebo opravy:

- běžnou údržbu se doporučuje neodkládat, jakékoliv opožděné provedení běžné údržby je mnohem nákladnější (poruchy mají kvalitativní a kvantitativní vývoj).
- z technologií údržby a oprav se vybírá ta, která má minimální průměrnou roční cenu: $\text{prumCENA} = \text{CENA} / \text{ŽIVOTNOST}$

kde

prumCENA je průměrná cena nebo náklady, Kč/rok.

CENA je celková cena nebo náklady na provedení údržby nebo oprav se zahrnutím nákladů na opatření pro regulaci dopravy, Kč.

ŽIVOTNOST je předpokládaná doba životnosti údržby nebo oprav při daném dopravním zatížením, roky. [2]

Pro podrobnější posouzení si každý majetkový správce může připravit podobnou tabulku životností odpovídající místním klimatickým poměrům, úrovni a cenám prací jednotlivých místních zhotovitelů.

O výběru technologie mohou rozhodovat i jiná kritéria:

- důležitost PK – při vyšší důležitosti se dává přednost technologiím umožňujícím vyšší plnění provozní způsobilosti, větší trvanlivost a delší dobu životnosti krytu vozovky,
- rychlost výstavby- estetické, ekologické a jiné přínosy,
- technologická – místní a jiná omezení. [2]

4.5 Návrh běžné údržby

Běžná údržba musí odstranit poruchy snižující bezpečnost silničního provozu, zejména nerovnosti na malé ploše, a omezit vývoj poruch do konstrukce vozovky.

Běžná údržba zahrnuje drobné, místně vymezené práce, jejichž potřeba byla zjištěna v rámci prohlídek PK. Běžnou údržbu zajišťuje vlastník nebo správce komunikace na základě výsledků pravidelných prohlídek v souladu s jejich plánem. Do běžné údržby se také zahrnuje údržba odvodňovacích zařízení, jejichž funkčnost výrazně ovlivňuje dobu

životnosti vozovky. [2]

Skupina poruch podle TP 82	Technologie běžné údržby	Technologický postup
Kaverny v obrusné vrstvě	Vysprávkový tryskový ¹ metodou nebo nátěrovou vysprávkovou soupravou	TP 96, TKP 26 ¹
Ztráta asfaltového tmelu		
Ztráta kameniva z nátěru		
Opořebenění kalové vrstvy		
Hlubková koroze		
Trhliny úzké nepravidelné	Utěsnění	TP 115
Výtluky (a hlubková koroze)	Vysprávkový asfaltovou směsí	TKP 7
Trhliny rozvětvené a mozaikové		
Trhliny široké příčné, podélné, nepravidelné	Utěsnění	TP 115
Trhliny síťové	Vysprávkový asfaltovou směsí	TKP 7
Poklesy místní, příčné		
Podélné trhliny a porušení podélných spár	Recyklací za horka	TP 209
Jiné poruchy	Údržba krajnic	
¹ Technologie se nesmějí použít pro údržbu asfaltových vrstev v záruční době, je nutno použít technologii se stejnou dobou životnosti, jako je porušená vrstva.		

Tabulka 4: Přehled poruch, příslušných technologií běžné údržby a technologických postupů [2]

4.5.1 Postřiky, nátěry a těsnění trhlin

Běžná údržba pokrývá odstranění těchto povrchových poruch omezených na malou plochu s uvedenými technologiemi údržby:

- ztráta kameniva z nátěru – vysprávková nátěrová soustava,
- ztráta asfaltového tmelu a hlubková koroze – postřikem až nátěrem (vysprávková nátěrová soustava a trysková metoda),
- trhliny podélné a příčné, tenké a široké, pracovní spoje – utěsnění zálivkou do vyfrézované komůrky nebo přelitím podle TP 115, údržba musí být provedena včas, aby nedošlo k porušování spodních konstrukčních vrstev nebo jejich spojení,
- trhliny úzké (nepravidelné až mozaikovitě) – nátěrem (vysprávková nátěrová soustava).

Případy, kdy se nesmí použít trysková metoda:

- na zvýšení protismykových vlastností krytu z asfaltových směsí (vystouplé pojivo nebo asfaltový tmel) – kluzkost povrchu vozovky se ještě zvýší,

- na opravu výtluků a nerovností krytu z asfaltových směsí – vysoká tloušťka asfaltové vrstvy vznikající technologií je nestabilní, dojde k vystoupení pojiva na povrch a k trvalým deformacím vrstvy s dosažením nebezpečnějšího povrchu než byl povrch před údržbou,
- na překrytí širokých trhlin – trhliny se technologií neutěsňují a opakovanou údržbou vznikají v okolí trhlin hrboly (nerovnosti). [2]

4.5.2 Vysprávkování krytu vozovky

Vysprávkování krytu vozovky je nutno použít, pokud porušení zasáhlo část tloušťky nebo celou obrusnou vrstvu.

Výtluky se převážně vyvíjejí v zimním a jarním období a na D a R je třeba je bez zbytečných průtahů opravit. Obvykle se používá vysprávka ze studené asfaltové směsi (kamenivo obalené speciálním pojivem).

Ve stavební sezoně se lokální nerovnosti, hloubková koroze a výtluky, uvolněné mozaikové trhliny a výtluky opravují vysprávkami asfaltovou směsí stejného druhu, jako je porušená obrusná vrstva. Vysprávka se provede (podle TPO 3) frézováním na hloubku porušené vrstvy do pravidelného tvaru v ploše přesahující výtluk a odstraňující i plochu signalizující rychlý vývoj porušení k opravovaným poruchám.

Pro opravy výtluků v obrusné vrstvě z penetračního makadamu s nátěrem lze místo asfaltové směsi použít kamenivo odpovídající kamenivu v penetračním makadamu prolité asfaltovým pojivem s nátěrem (např. tryskovou metodou). [2]

4.6 Návrh údržby

Provádí se na základě diagnostického průzkumu vozovky. Lze připustit i rozhodnutí o údržbě pro zlepšení protismykových vlastností nebo podélné nerovnosti povrchu vozovky v síťové úrovni bez diagnostického průzkumu, ale musí být jistota, že doba životnosti nové obrusné vrstvy nebude stávající konstrukcí ovlivněna. Prokázání se provede jednak stanovením zbytkové doby životnosti vozovky, která má být vyšší, než je předpokládaná doba životnosti obrusné vrstvy.

Údržba zahrnuje rozsáhlejší práce v souvislých úsecích sloužící k zachování a obnově provozní způsobilosti vozovky. Podkladem pro rozhodnutí o jejím provedení jsou výsledky

měření parametrů provozní způsobilosti, sběr poruch, jejich vyhodnocení podle TP 87 nebo s využitím systémů hospodaření s vozovkou. Údržba se provádí technologiemi tenké obrusné vrstvy. [2]

4.6.1 Poruchy a technologie

Údržba odstraňuje poruchy vyskytující se na větších plochách povrchu vozovky níže uvedenými technologiemi údržby:

- ztráta asfaltového tmelu – regenerační postřik,
- ztráta protismykových vlastností – broušení a frézování, nátěr dvojvrstvý, kalové vrstvy apod.
- ztráta asfaltového tmelu a hloubková koroze, trhliny tenké (nepravidelné, mozaikové, mrazové) – nátěr jednoduchý nebo dvojnásobný nebo emulzní kalový zákryt,
- všechny uvedené povrchové poruchy – asfaltový koberec tenký.

Před uvedenými technologiemi nutno provést utěsnění úzkých a širokých trhlin a lokální opravu výtluků a mozaikových trhlin vysprávkami. S výhodou lze použít vrstvy s vyšší odolností proti prokopírování trhlin, ale i v jejich případě je třeba vyspravit výtluky a mozaikové trhliny vysprávkami. [2]

4.6.2 Případy, kdy se nesmí údržba provádět

Pokud nejsou dodrženy tyto technologické zásady, nesmí se údržba provést:

- Regenerační postřik se nesmí provést na povrch s měnící se makrotexturou, při nízké makrotextuře by mohly být výrazně sníženy protismykové vlastnosti,
- Pokud před údržbou nejsou opraveny lokální poruchy. Trysková metoda běžné údržby není vhodná, obvykle přesytí asfaltem i položený nátěr nebo emulzní kalovou vrstvu a povrch má následně lokálně nevyhovující protismykové vlastnosti a při vysprávce výtluků dojde k trvalým deformacím.
- Pokud nejsou tenké, široké a mozaikové trhliny utěsněny, projeví se na povrchu všech úprav souvislé údržby jako otevřené trhliny. Prokopírování lze omezit jen speciálními koberci s vysokou odolností proti trhlínám podle TP 147 (vrstvy s

vysokým obsahem modifikovaného asfaltu) a TP 148 (vrstvy modifikované pryžovým granulátem). [2]

4.7 Návrh údržby a opravy trvalých deformací krytu z asfaltových směsí

Vývoj vyjetých kolejí a deformací krytu je zákonitý jev asfaltových vrstev. Pokud se trvalé deformace nevyvíjí, vykazuje asfaltová vrstva poruchy ztrátou asfaltového tmelu, korozí, výtluky a trhlinami. Pokud se s vývojem trvalých deformací nespojují konstrukční poruchy, je možno navrhnout pouze opravu asfaltových vrstev. O opravě vyjetých kolejí a podélných vln v krytu vozovky rozhoduje jejich postupný vývoj.

Trvalé deformace narůstají podle parabolické funkce, s roky se jejich vývoj zpomaluje. Při rychlejším vývoji trvalých deformací může změnami struktury směsí dojít ke stavu, kdy se asfaltový kryt stane nestabilní s výrazným vytlačněním vrstvy mimo stopu vozidel. [2]

4.7.1 Omezený vývoj trvalé deformace

Pokud se vývoj prakticky zastavil (po cca 8 letech a je dosaženo hloubky nerovnosti do 8 mm), začínají se obvykle projevovat poruchy ztrátou hmoty a je možno provést údržbu trvalých deformací:

- vyplněním kolejí mikrokobercem za studena (EMK), vhodná je následná údržba celého povrchu emulzním kalovým zákrytem nebo dalším mikrokobercem,
- recyklací za horka (REMIX s přidáním tenké vrstvy BBTM S, SMA S, ACO S). [2]

4.7.2 Pokračující vývoj trvalých deformací

Pokud vývoj nadále pokračuje, lze předpokládat vývoj vyjetých kolejí a podélné nerovnosti až ke klasifikaci 4 nebo 5. V tomto případě se o opravě trvalých deformací krytu rozhodne posouzením vývrťů v celé tloušťce asfaltových vrstev, při větších tloušťkách nejméně do hloubky 180 mm.

Provedou-li se vývrty v řezu nerovností vedle sebe (nejméně 2 vývrty v nejvyšším a nejnižším místě nerovnosti blízko sebe) tak, že je možno vykreslit změny tloušťek vrstev

dokumentující pohyb směsí při vytváření vyjeté koleje, pak lze na základě tohoto pohybu operativně rozhodnout a odstranit ty vrstvy, které se na trvalé deformaci podílejí.

Spolehlivější je doplnění rozhodnutí laboratorním posouzením směsí. Trvalou deformaci způsobují vrstvy z asfaltové směsi zejména:

- s mezerovitostí stanovenou na vývrtech nižší než 2%,
- s mezerovitostí stanovenou na vývrtech vyšší než 2%, pokud je:
 - použito hrubé těžené kamenivo s hladkým povrchem zrn,
 - obsah fileru vyšší než přípouští mezní čáry asfaltové směsi,
 - čára zrnitosti v blízkosti středu mezních čar a nad ní,
 - vyšší obsah pojiva než odpovídá výpočtu podle zrnitosti kameniva.

V těchto uvedených případech nárůstu trvalých deformací je nutno vrstvy, které jsou příčinou trvalé deformace krytu:

- odstranit a nahradit vrstvami splňující požadavky odolnosti proti trvalým deformacím,
- recyklovat za horka obvykle s přidáním předobaleného hrubého kameniva tak, aby vrstvy dosáhly odolnosti proti trvalým deformacím.

Na místech s pomalou a zastavující dopravou (křižovatky, zastávky) ve třídě dopravního zatížení II a vyšší je vhodné vždy použít modifikovaný asfalt. [2]

4.7.3 Případy nepřípustné opravy trvalých deformací

- V případě, že se neprovede diagnostický průzkum a návrh opravy se provede na základě tvaru vyjeté koleje. Obvykle se navrhne paušální oprava výměnou vrstev podle dopravního zatížení na hloubku 100 mm až 130 mm a takový návrh může být neekonomický. Naopak provedení výměny ohrubné vrstvy neodstraní vliv ložní, případně podkladní vrstvy na další vývoj trvalých deformací a poruchy se znovu objeví.
- Návrh opravy nelze provést jen na základě odběru vývrtů situovaných vedle sebe, pokud se nedaří vyhodnotit přetvářející vrstvy, tj. nelze vyhodnotit pohyby vrstev ze stopy vozidel, ve vývrtech je více vrstev, které zůstaly jen ve stopě po již provedených dřívějších opravách, nebo ve vývrtech mimo stopu některé vrstvy chybí. Je třeba odebrat i vývrty v nedeformovaném místě a provést více odběrů.

- Na čtyřpruhových komunikacích pokud se neprovedou vývrty a zkoušky ve všech jízdnicích pruzích vozovky a nenavrhne se oprava odpovídající stavu vozovky. Při převedení dopravy na opravenou polovinu vozovky může za krátkou dobu dojít k vyjetí nových kolejí.
 - Oprava nebude respektovat návrh podle diagnostického průzkumu, tj. byla identifikována nevhodná ložní, případně i podkladní vrstva, a např. z důvodu nedostatečných prostředků na opravu by se provedla jen výměna obrusné vrstvy.
- [2]

4.8 Návrh opravy zesílením vozovky

Zesílení je nákladná oprava vozovky, kterou se zlepšují všechny proměnné parametry vozovky. K zesílení je nutno přistupovat s širším posouzením vozovky, které zahrne hodnocení směrového, výškového a šířkového uspořádání, zhodnotí možnosti zesílení (zvýšení nivelety) a zahrne opatření vyplývající z doporučení bezpečnostní prohlídky. Diagnostický průzkum vozovky posoudí poruchy vozovky a rozhodne o provedení prostého zesílení, výměny krytu s provedením lokálních oprav nebo zesílení s provedením lokálních oprav porušených vrstev nebo o recyklaci vrstev případně i rekonstrukci vozovky.

K návrhu tloušťky zesílení se používá vyhodnocení měření únosnosti, vývrtů a sond.

Tloušťka zesílení se upravuje s ohledem na konstrukční požadavky (minimální tloušťky asfaltových vrstev na různých podkladech), na odolnost vozovky proti účinku mrazu a na zlepšení parametrů rovnosti, příčného sklonu, vzestupnic apod. [2]

4.8.1 Případy nepřípustné opravy zesílením

- Návrh zesílení na základě měření pro plánování opravy, tj. bez vývrtů a sond, jen na základě měření provozní způsobilosti a únosnosti jiným zařízením (deflektografem nebo pákovým průhyboměrem) nebo měření rázovým zařízením o malé četnosti a bez měření v poruchách. Takový návrh je obvykle neekonomický (předimenzovaný) nebo nesprávný (poddimenzovaný).
- Při správcem nebo projektantem omezeném rozsahu diagnostického průzkumu např. stanovením požadovaného počtu provedených zkoušek. Úspory na

diagnostickém průzkumu jsou mnohonásobně převýšeny náklady na opravu (okamžitou nebo následnou při zkrácené době životnosti nesprávné opravy).

- Při návrhu zesílení stanoveného na základě měření únosnosti vozovky v lokálních konstrukčních poruchách (v poruchách stmelených vrstev síťovými trhlinami a poklesy nebo v místech snížené únosnosti podloží). Pokud by se oprava celého úseku stanovila na základě těchto měření, nebyla by ekonomická (vyšší tloušťky na neporušených úsecích nebo plochách) a oprava by přesto nemusela další vývoj poruch zastavit.
- Při návrhu zesílení úzké PK, bez rozšíření. Úzká vozovka se stane ještě užší, sníží se bezpečnost silničního provozu a při současně se zvyšující dopravě i na nevýznamných silnicích je okraj vozovky prakticky stále zatěžován těžkou dopravou a dojde k usmýknutí okraje vozovky.
- Pokud při zpracování dokumentace opravy nedojde ke spolupráci správce, diagnostika a projektanta. [2]

4.8.2 Upřesnění oprav nižších vrstev vozovky

- Odstranění nevhodných a rozpadajících se směsí pod odfrézovaným povrchem. Obvykle se vozovky skládají až z několika vrstev obrusných, které jsou výsledkem několika provedených oprav krytů zesílením obrusnou vrstvou a pod odfrézovaným povrchem se objeví vysprávký nevhodnou směsí, porušené směsi, špatné spojení vrstev apod.
- Poruchy jsou způsobeny nižšími tloušťkami asfaltových vrstev nebo poruchy nebyly dobře zatříděny. Položení nového krytu v celkově nižších tloušťkách asfaltových vrstev by nemohlo zajistit předpokládanou dobu životnosti vozovky.
- Dobré zjištění je, že mrazové a síťové trhliny nepokračují pod odfrézovaný povrch, pak následnou prohlídkou a případným diagnostickým průzkumem se sníží předpokládaný rozsah prací.
- Nelze vyloučit žádné další překvapení včetně zavodněných podkladních vrstev, lokální nízké tloušťky asfaltových vrstev vzniklé jejich dřívějším odfrézováním při objemových změnách materiálu v podkladu nebo v podloží, lokální nevhodný materiál apod. V těchto případech je nutný dodatečný diagnostický průzkum a návrh odpovídajících oprav. [2]

4.8.3 Zlepšení geometrických charakteristik povrchu vozovky

Technologie zesílením s frézováním obrusné vrstvy nebo krytových vrstev je nejběžnější případ opravy PK. Opravou se vymění porušené vrstvy za neporušené a již tím se zvýší únosnost vozovky. Technologie umožní úplnou opravu poruch krytu, vyrovnání vozovky (podélných, lokálních a plošných nerovností, příčného sklonu), odstranění trvalých deformací, opravu všech trhlin a dalších poruch včetně sanací lokálních poruch zemního tělesa.

Zlepšení geometrických charakteristik PK se dosáhne jak výměnou obrusné vrstvy s lokální opravou ložní případně podkladní vrstvy, tak výměnou krytu s lokálními opravami podkladní vrstvy. V obou případech může být zvýšena únosnost frézováním menších tloušťek vrstev než bude celková tloušťka následně položených asfaltových vrstev. [2]

4.8.4 Výměna obrusné vrstvy s opravou ložní vrstvy

Výměna obrusné vrstvy se použije v případě vyhovující ložní vrstvy, tj. vrstva nezpůsobila trvalé deformace ani jiné poruchy. Plošně omezené poruchy ložní vrstvy trhlinami a konstrukčními poruchami, které předpokládají opravu ložní, případně i podkladní vrstvy jsou v mezích procenta porušených ploch.

Oprava příčných trhlin se provádí podle TP 115, obvykle s vyfrézováním ložní vrstvy na šířku 2 m s trhlinou uprostřed a provedením opatření proti prokopírování trhliny. Je možný i způsob opravy utěsněním trhliny v ložní vrstvě zálivkou a po prokopírování trhliny obrusnou vrstvou se trhlina rozšíří a utěsní zálivkou. [2]

4.8.5 Výměna krytových vrstev s opravou podkladu

Výměna krytových vrstev umožňuje provést opravu rozsáhlých porušení vozovek, jako jsou trvalé deformace, trhliny a konstrukční poruchy v rozsahu pro klasifikační stupeň 4, vyrovnání vozovky až do nerovností převyšujícím tloušťku nových vrstev.

Trhliny se opravují podle TP 115 nebo celoplošně s použitím asfaltové membrány z vysoce modifikovaného asfaltu nebo vrstvy odolné proti trhlinám podle TP 147. [2]

4.8.6 Prosté zesílení vozovky

Zesílení vozovky prostým překrytím původní vozovky novou nebo novými vrstvami se v době plánovaného hospodářství (od konce 60tých let minulého století) provádělo bez oprav původní vozovky. Používaly se poměrně velké tloušťky asfaltových vrstev, které svou únosností překryly všechny poruchy. Pokud se na některých místech opět projevily poruchy, zejména sít'ovými trhlinami a poklesy, obvykle se zase použilo zesílení celé PK. V této praxi v současnosti nelze pokračovat.

Prosté zesílení se navrhuje jen výjimečně:

- V případě vozovek bez konstrukčních poruch místo výměny ohrusné vrstvy, tedy bez frézování, ale s provedením běžné údržby a s odstraněním vysprávek tryskovou metodou,
- na vozovkách s konstrukčními poruchami se musí odstranit všechna lokální porušení a všechny dřívější lokální zásahy běžné údržby konstrukčních poruch a návrh zesílení se provede s uvážením oprav těchto porušených míst. [2]

4.8.7 Zesílení dlážděné vozovky

Výměna dlažby za asfaltové směsi se považuje za klasický případ zesílení vozovky.

- Návrh zesílení - vychází z měření únosnosti rázovým zařízením na povrchu dlažby a jeho vyhodnocení. Dlažba z přírodního kamene v podstatě jen zvýší dotykovou plochu zatěžovací desky a proto bez velkého vlivu na výsledek lze tloušťku dlažby při výpočtu zesílení zanedbat.
- Zesílení a vyrovnaní vozovky – V nerovnostech způsobených poklesy vozovky budou vycházet tloušťky zesílení vyšší a to zejména při okrajích vozovky. Obvykle se také mění příčný sklon vozovky. Návrh zesílení vozovky musí být vázán na vyrovnaní vozovky asfaltovými vrstvami.
- Vyrovnaní podkladu - Nerovný podklad vozovky, který pro dané dopravní zatížení nevyžaduje plnou náhradu tloušťky za odstranění dlažby. Je možno vyrovnat recyklovatelnou asfaltovou směsí. Tloušťka této vrstvy by neměla být vyšší než 80 mm po zhutnění, aby se neprojevovalo dohutňování vrstvy s vývojem nerovností vozovky. Na vyrovnaní vyšších nerovností je možno použít šterkodrt' 0/32 z přírodního kameniva. [2]

4.8.8 Zesílení okraje vozovky

Je třeba zdůraznit navržení opravy porušených míst při okraji úzké nebo v obloucích nerozšířené vozovky (těžká vozidla pojíždí po okraji vozovky), kde vozovka:

- je více namáhána (ohybem volného konce vozovky),
- podkladní vrstvy jsou většinou oslabeny (nižší tloušťkou, jsou porušené a znečištěné materiálem z krajnice),
- zatížení vozovkou působí na podloží, které je ukončeno svahem a má problémy se stabilitou,
- podloží má sníženou únosnost vlivem vlhkosti z krajnice a obvykle zanedbaného odvodnění.

Diagnostický průzkum se obvykle provádí kopanou sondou. Podle zjištěných skutečností se v porušených okrajích navrhuje provést některé z těchto opatření:

- Nově vybudovat podkladní vrstvy
- Provést podpovrchové odvodnění se zřízením podélného rigolu namísto příkopu a provést nové podkladní vrstvy. Touto úpravou se rozšíří vozovka a zvýší se bezpečnost silničního provozu.
- Stávající podkladní vrstvu na okraji vozovky recyklovat přidáním pojiva, čímž se zvýší únosnost vrstvy a okraje vozovky. [2]

4.9 Návrh opravy s využitím recyklace vrstev vozovky na místě

Recyklace na místě je způsob opravy vozovky s využitím stávajících vrstev vozovek a jejich zlepšením pro dosažení jejich nové funkce ve vozovce:

- Recyklace asfaltových vrstev za horka – ohřátí vrstvy či souvrství na požadovanou teplotu infrazářiči, rozpojení za tepla, případné přidání nových materiálů pro zlepšení směsi a nové položení směsi v požadovaném profilu.
- Recyklace za studena, která se rozděluje na:
 - Recyklaci asfaltových vrstev – rozpojení vrstev frézováním a předrcením, případně s přidáním recyklovatelné asfaltové směsi, promíchání za přidávání asfaltové emulze nebo zpěněného asfaltu, vody a případně přísad (vápenný hydrát případně hydraulické pojivo na bázi cementu), rozprostření a zhutnění.

- Recyklace asfaltových a podkladních vrstev (vrstev stmelených cementem nebo hydraulickým pojivem nebo vrstev nestmelených) - s rozpojením vrstev frézováním nebo rozrytím a předrcením, případně s přidáním kameniva nebo recyklovatelné asfaltové směsi, promíchání za přidávání hydraulických pojiv, vody a případně v kombinaci s přísadami na úpravu tvrdnutí nebo s asfaltovou emulzí nebo zpeněným asfaltem, rozprostření a zhutnění. [2]

4.9.1 Recyklace asfaltových vrstev za horka

Je to způsob souvislé opravy obrusné, případně ložní vrstvy vozovky; používá se pro odstranění poruch krytu.

- Poruchy a technologie – technologie označována jako REMIX nebo REMIX plus umožní odstranit:
 - korozi a trhliny v obrusné vrstvě, při recyklaci se obvykle přidává pojivo,
 - vyjeté koleje a menší podélné nerovnosti, při recyklaci se obvykle přidává předobalované hrubé kamenivo,
 - nevhodné vlastnosti ložní vrstvy – obrusná vrstva se odstraňuje a následně položí na provedenou recyklovanou ložní vrstvu, do které se podle složení směsi přidává buď pojivo (trhliny ve směsi), nebo předobalené hrubé kamenivo (při výskytu trvalých deformací).

Diagnostickým průzkumem se ověřuje složení vrstev a prokazuje se možnost recyklace s případným možným zlepšením přidáním některého z výše uvedených materiálů. Diagnostickým průzkumem je zejména nutné postihnout nebezpečí neúspěchu technologie. Případy, kdy se recyklace za horka nesmí provádět:

- Při střídání složení vrstev, což se také projevuje různými druhy poruch krytu. Je nutné opravovat relativně dlouhé úseky se stejnými technologickými vrstvami a porušením.
- Pokud se před recyklací neodstraní vysrávky nátěrovými technologiemi, opravy výtluků nevhodnými technologiemi (tryskovou metodou). Vysoký obsah pojiva může znehodnotit recyklovanou vrstvu.
- Pokud se před recyklací ložních vrstev nezjistí historie oprav a/nebo se neprovede diagnostický průzkum všech jízdních pruhů, tj. nedokladuje se, že se recykluje

stejný druh vrstvy. V každém případě je třeba ještě před recyklací provést záznam poruch s diagnostickým průzkumem.

- Pokud se v pojivu asfaltové směsi vyskytuje dehtové nebo asfaltodehtové pojivo. [2]

4.9.2 Recyklace asfaltových vrstev za studena asfaltovou emulzí nebo zpěněným asfaltem

Jde o způsob opravy asfaltových vrstev, kdy z původních porušených vrstev se vytvoří homogenní nová vrstva. Technologie umožní vyrovnaní povrchu, zesílení vozovky porušených vrstev recyklací a položením nových vrstev krytu. Recyklace podkladních vrstev a položení nového krytu umožní zvýšení únosnosti bez zvýšení povrchu původní vozovky.

Pokud je navýšení novými vrstvami možné, může se navrhnout podstatné zesílení vozovky.

- Poruchy a technologie – používá se pro odstranění poruch asfaltových vrstev:
 - obrusných vrstev porušených hloubkovou korozí, výtluky a vysprávkami, trhlinami nepravidelnými, příčnými, podélnými a mozaikovými za předpokladu zvýšení nivelety,
 - ložních a podkladních vrstev s trhlinami nepravidelnými, příčnými, podélnými a sítovými, které jsou obvykle spojeny s poklesy vozovky.

TDZ		S	I	II	III	IV	V	VI
Obrusná vrstva	nová	ACO 40 nebo SMA 40 mm			ACO 40	ACO 50		N DV /EKZ
	původní	recykluje se, nebo při dodržení původní nivelety se odstraní a nahradí novou obrusnou vrstvou				recykluje se spolu s ložní vrstvou		
Ložní vrstva	nová	ACL 80	ACL 70	ACL 60	nahrazena recyklací			
	původní	recykluje se, nebo při dodržení původní nivelety se odstraní a nahradí novou ložní vrstvou				recykluje se spolu s obrusnou vrstvou		
Původní podkladní hutněná asfaltová vrstva		recykluje se 60 mm až 120 mm (150 mm) po odstranění krytu při dodržení původní nivelety, nebo se recykluje současně s ložní vrstvou a případně obrusnou vrstvou při navýšení nivelety vozovky				případně se částečně recykluje spolu s obrusnou a ložní vrstvou		
Původní vrstvy nestmelené, prolévané nebo stmelené hydraulickým pojivem		Ponechávají se nebo lokálně opravují rekonstrukcí (odstraněním a provedením nových vrstev v požadované kvalitě a tloušťkách k odstranění příčin poruch)						

Tabulka 5: Doporučené použití recyklovaných a nových asfaltových vrstev při opravě vozovky v závislosti na třídě dopravního zatížení [2]

- Diagnostický průzkum a návrh opravy recyklací - Vlastní diagnostický průzkum a zásady pro opravu recyklací jsou shodné jako pro opravu zesílení. Rozdíl spočívá v tom, že porušená vrstva se nefrézuje a nenahrazuje vrstvou novou, ale recyklovanou. Pro vyrovnaní vozovky je možno před vlastní recyklací použít i recyklovatelnou směs (R-materiál) pocházející z jiné stavby.

Při recyklaci obrusné vrstvy se navrhuje odstranění nátěrů a nevhodných směsí z vysprávek jejich odfrézováním.

Je třeba stanovit tloušťku recyklace a stanovit návrh směsi jako množství přidávané asfaltové emulze, typ emulze (nebo asfaltu, který se zpění), vody na optimální vlhkost pro hutnění. Návrh recyklované asfaltové směsi se provádí podle TP 208 .

Při posouzení vozovky a návrhu zesílení se uvažuje recyklovaná vrstva nižšími hodnotami modulu pružnosti a únavy než mají asfaltové směsi za horka. Je třeba také předpokládat snížené spolupůsobení recyklované vrstvy s vrstvou pod ní ležící. [2]

4.9.3 Recyklace za studena s hydraulickými pojivy

Používá se pro odstranění poruch vozovky:

- nedostatečná únosnost vozovky,
- výskyt konstrukčních poruch vozovky,
- porušení podkladní vrstvy stabilizované nebo stmelené hydraulickým pojivem.

Původní podkladní vrstvy (porušené nebo nestmelené) budou technologií nahrazeny vrstvou stmelenou o vyšší únosnosti.

Jelikož s dlouhodobou funkcí recyklovaných vrstev ve vozovce nejsou dostatečné zkušenosti, přistupuje se při návrhu vozovky s recyklovanou vrstvou jako v případě stmelené vrstvy hydraulickým pojivem v závislosti na třídě pevnosti. Maximální tloušťka recyklované vrstvy plynoucí z technologie provádění se uvádí 220 mm.

Z měření únosnosti mohou být známy charakteristiky modulu pružnosti podloží a eventuálně spodní podkladní vrstvy, případně se tyto charakteristiky odvodí ze zatřídění podloží a materiálů získaných odběrem z kopaných sond.

Pokud má být vozovka vyrovnána, musí být navrženo a provedeno vyrovnaní povrchu před recyklací (např. rozprostřením a urovnáním recyklovatelné asfaltové směsí) do požadovaných výšek. Následným vyrovnaním (např. grejdrem) až po promíchání nevyrovnané recyklované vrstvy se nedodrží předepsaná tloušťka vrstvy (a tím nebude

zajištěna požadovaná spolehlivost vozovky).

Případy, kdy se nesmí navrhovat:

- Bez dokumentace vyhotovené na základě řádně zpracovaného diagnostického průzkumu a geometrického zaměření PK. Dokumentace musí obsahovat výškové řešení stavby, napojení na stávající okolí, zejména v obcích.
- Pokud se před recyklací nenavrhne a neprovede oprava okrajů vozovky do požadovaných výšek konstrukce vozovky s řádným napojením a zhutněním vrstev a podloží včetně opravy podpovrchového a povrchového odvodnění. Řádné provedení okrajů a odvodnění zamezí vzniku poklesů a podélných trhlin ve vozovce. [2]

4.10 Návrh rekonstrukce vozovky

Rekonstrukce se navrhuje z důvodů změn směrového a výškového vedení PK, rozšiřování vozovky, výměny sítí pod převážnou částí vozovky, nemožnosti provést zesílení (s ohledem na přilehlé území, podjezdnou výšku apod.) nebo ne hospodárnosti zesílení (vždy platí u poruch prolomení vozovky).

Návrh rekonstrukce se provede podle TP 170. Při návrhu rekonstrukce lze použít dosavadní hmoty z nahrazované vozovky jako materiál pro zlepšení podloží, pro provedení nestmelených vrstev nebo pro recyklované vrstvy (pokud splňují požadavky). [2]

4.11 Technologie údržby nebo opravy vozovek

Při návrhu jednotlivých prací údržby nebo opravy je třeba respektovat Vzorové listy staveb PK, soubor ČSN EN včetně národních příloh těchto norem a další ČSN a technické předpisy.

Při provádění se kontroluje, zda:

- je dodržována navržená technologie údržby nebo opravy,
- jsou používány hmoty v kvalitě a množství, které odpovídají počátečním zkouškám typu a průkazným zkouškám,

- při provádění jsou dosažené požadované charakteristiky vrstev podle odpovídajících ČSN EN, ČSN, TP, TKP a zda jsou uplatňovány principy SJ-PK (Systém jakosti v oboru pozemních komunikací).

Do vzorových technologických listů patří:

- Údržba povrchu nátěry
- Údržba emulzním kalovým zákrytem
- Údržba mikrokobercem za studena
- Údržba asfaltovým betonem pro velmi tenké vrstvy
- Výměna ohrusné vrstvy
- Výměna krytových vrstev
- Recyklace krytových (podkladních) vrstev za horka
- Zesílení dlážděných vozovek
- Zesílení okraje vozovky
- Recyklace asfaltových vrstev za studena na místě asfaltovou emulzí nebo zpěněným asfaltem
- Recyklace podkladních vrstev [2]

4.11.1 Údržba povrchu nátěry

Celoplošně se zhomogenizuje povrch vozovky, zlepší se protismykové vlastnosti a omezí povrchové opotřebení povrchu a stárnutí.

- Poruchy, které vedou k návrhu technologie: ztráta asfaltového tmelu, hloubková koroze, ztráta protismykových vlastností, nehomogenní povrch s vysprávkami a trhlinami.

Postup provádění prací:

- odstranění výtluků, hloubkové koroze, výrazných mozaikových trhlin a jejich vysprávek s vystouplým pojivem a nerovnostmi na povrchu vozovky frézováním a provedením vysprávkou asfaltovou směsí,
- konstrukční poruchy vyskytující se na lokálních malých plochách se opraví podle druhu poruchy nejméně výměnou (vysprávkou) krytových vrstev,
- utěsnění trhlin a otevřených pracovních spár podle TP 115,
- odstranění nebo zakrytí vodorovného dopravního značení,
- očištění podkladu,

- provedení nátěru provedením postřiků a podrt'ování podle typu nátěru,
- zaválcování kameniva,
- odstranění nepřichyceného kameniva. [2]

4.11.2 Údržba mikrokobercem za studena

- Poruchy, které vedou k návrhu technologie: ztráta asfaltového tmelu, hloubková koroze, ztráta protismykových vlastností, nehomogenní povrch s trhlinami a vysprávkami.
- Podmínky uplatnění technologie: při výskytu kolejí do 15 mm je možno položit vrstvu mikrokoberce pouze do kolejí a následně překrýt další vrstvou celý povrch.

Postup provádění prací dle ČSN 73 6130. [2]

4.11.3 Trysková metoda

Způsob běžné údržby vozovek spočívající v nanesení vrstvy pojiva a kameniva na očištěný poškozený povrch vozovky pomocí speciálního zařízení na výspravu vozovek pod tlakem. Jedná se o speciální typ nátěrové technologie.

Speciální zařízení musí umožňovat provádění 4 fází pracovního postupu:

- 1. fáze - očištění poškozeného povrchu vozovky tlakem vzduchu,
- 2. fáze - postřik očištěného povrchu vozovky, vč. styčných hran, asfaltovou emulzí,
- 3. fáze - tlakové nanesení vrstvy kameniva a asfaltové emulze na předem postříknutý povrch vozovky,
- 4. fáze – případné dodatečné tlakové nanesení suchého kameniva na opravované místo.

Trysková metoda je určena pouze pro vysprávky lokálních poruch povrchu vozovek s asfaltovým krytem, zejména pro zajištění provozuschopnosti pozemních komunikací po zimním období a pro zabránění dalšího rozšiřování poruch. Trysková metoda nesmí být použita na cementobetonových krytech. Při plánování technologie údržby a oprav v rámci systému hospodaření s vozovkou je následně nutné počítat s odstraněním této úpravy.

Doporučené základní podmínky a zásady pro použití trykové metody:

- může být prováděna pouze na zpevněném povrchu při lokálním výskytu poruch, to je do rozsahu max. 3 m² plochy a hloubky max. 50 mm,

- práce se speciálním zařízením musí být prováděny zaškoleným pracovníkem
- práce nemohou být prováděny při teplotách vzduchu nebo vozovky pod 10 °C, za deště, za silného větru a při nadměrné vlhkosti kameniva,
- nedoporučuje se provádět práce při teplotách nad 30 °C.

Pokud se trysková metoda použije při výskytu poruch ovlivňujících bezpečnost silničního provozu, má takový zásah vždy provizorní krátkodobý charakter. Při větším rozsahu poruch se běžná údržba stává neekonomickou a je nutno navrhnout souvislou údržbu nebo opravu vozovky.

Vhodnost volby tryskové metody pro jednotlivé druhy poruch netuhých vozovek podle TP 82 uvádí následující tabulka.

Název poruchy	Katalog. list TP 82	Podmínky pro užití tryskové metody ¹⁾	Druh metody ²⁾
Kaverny	03	Při plošném rozsahu poruchy do 10 % pro D1 a do 20 % pro D2. Pro úroveň D1 se doporučuje použít polymery modifikovanou asfaltovou emulzi. Kaverny se doporučuje vyspravit zejména při jejich vyšší četnosti, kdy hrozí nebezpečí následného vzniku hloubkové koroze nebo výtluku.	P1
Ztráta kameniva ³⁾ z nátěru	05	Při plošném rozsahu poruchy do 10 % pro D1 a do 20 % pro D2. Pro úroveň D1 se doporučuje použít polymery modifikovanou asfaltovou emulzi.	P1
Hloubková koroze ⁴⁾	07	Při plošném rozsahu poruchy do 5 % pro D1, do 10 % pro D2. Pro úroveň D1 se doporučuje použít polymery modifikovanou asfaltovou emulzi.	P1 P2
Výtluky v ohrubné vrstvě a krytu	08	Při plošném rozsahu poruchy do 0,3 % pro úroveň D1 a do 1 % pro D2.	P1 P2
Poznámky: ¹⁾ Podle TP 87, Tabulka 9, se trysková metoda nesmí použít pro údržbu asfaltových vrstev v záruční době; v takovém případě je nutno použít technologii se stejnou dobou životnosti, jako je porušená vrstva. ²⁾ P1 – technologie vysprávek podle čl. 5.2 (povrchová úprava do hloubky max. 15 mm) P2 – technologie vysprávek podle čl. 5.3 (hloubkové vysprávkování do hloubky max. 50 mm) ³⁾ V případě ztráty kameniva z nátěru je nutné zvážit možné riziko opakování této poruchy s následným vznikem míst s dvojnásobným množstvím pojiva než před provedením běžné údržby. ⁴⁾ V případě hloubkové koroze se trysková metoda považuje za alternativní způsob opravy nikoli preferovaný.			

Tabulka 6: Podmínky pro použití tryskové metody podle druhů poruch netuhé vozovky [3]

Trysková metoda na vozovce může mít charakter:

- povrchové úpravy, to jsou vysprávkování lokální hloubkové koroze, lokální ztráty kameniva z nátěru apod. technologií podobné jednovrstvému nátěru dle ČSN 73 6129 do hloubky max. 15 mm, které musí být přizpůsobena volba frakce kameniva a volba dávkování asfaltové emulze.
- hloubkové vysprávkování jsou vysprávkování lokálních výtluků a poškození do hloubky max. 50 mm, jejichž charakter odpovídá dvouvrstvému nátěru či nátěru vícevrstvému s postupným odstupňováním frakcí kameniva. Tato úprava se nesmí provádět

jednou frakcí kameniva a vždy musí být prováděna v jednotlivých pracovních krocích po vyštěpení asfaltové emulze nanesené vrstvy. [3]

Oprava tryskovou metodou Patch je co do výsledku práce velmi rychlá a přitom trvanlivá. Souprava se skládá z tažného vozidla, kde je zásoba kameniva a přípojného stavebního stroje – ROSCO 2000, speciálního stroje na tryskové opravy. [18]

Samotná oprava probíhá tak, že pomocí stlačeného vzduchu se opravované místo vyčistí, vystříká asfaltovou emulzí pro lepší přilnavost ke stávajícímu povrchu, poté se do opravovaného místa pod tlakem vpraví směs asfaltové emulze a kameniva v orientačním poměru 1 : 7. Na závěr se oprava zadrtí a místo je okamžitě schopné snést dopravní zatížení bez jakéhokoliv omezení. [18]

4.11.4 Technologie ITHR strojem Silkot

Jde o známou a osvědčenou technologii oprav asfaltových povrchů v USA nebo Západní Evropě. ITHR znamená Infra Thermo Homogenizační Regenerace. Využívá k ohřevu opravovaného místa infračervený sálavý panel a pro doplnění chybějícího materiálu se používá upravený recyklát - tato technologie je proto velice ekonomická a ekologická.

Touto technologií se opravují veškeré výtluky, trhliny a díry ve vozovce do hloubky 15cm, spáry vzniklé frézováním, propadlé části vozovky po výkopu, vyjeté koleje.

Původní struktura vozovky se naruší. Tím dojde k promíchání materiálu a po zaválcování k opětovnému spojení. Opravené místo výrazně déle odolává povětrnostním vlivům, protože do vozovky dále neproniká vlhkost. [13]

Technologie se provádí pomocí stroje Silkot, který má patentovaná společnost Siltek s.r.o. Používá se stroj Silkot 70-80 a nebo Silkot 10, kde kompletní soustava je usazena na podvozek nákladního auta jako nástavba.

Základní a nejdůležitější součástí stroje je izolovaný ohřívací zásobník pro cca 1,1m³ recyklátu a zadní sklopné nahřívací čelo. Dalšími konstrukčními skupinami jsou dvounápravový podvozek se sklopným nájezdem pro válec, naviják s nosnou konstrukcí pro sklápění zadního čela, plynová soustava se třemi nádržemi na LPG, elektrická soustava s baterií, nabíjecím zdrojem a ovládacími skříněmi s prvky zajišťujícími chod stroje. [14]



Obrázek 12: Stroj Silkot [15]

Výhody technologie:

- Využití odpadu z frézování asfaltových vozovek - recyklátů. V izolovaném ohřívacím zásobníku se recyklát nahřívá na teplotu 150 - 160°C, aniž by se starý asfalt spálil a tím znehodnotil. Takto nahřátý recyklát se v této technologii znovu využívá a je přibližně ve stejné kvalitě jako živice opravované vozovky.
- Může se úspěšně provádět také v zimním období za mrazivého počasí do -10°C (pod tuto teplotu se náklady na opravu enormně zvyšují).
- Obsluha stroje a provádění je jednoduché. Stroj obsluhují pouze 2 pracovníci.
- Prodlužování životnosti opravené vozovky minimálně o 3 až 5 let.
- Použitím recyklátu se likviduje problematický odpad. [14]

4.11.5 BG Quick

BG Quick je unikátní bezvodá dvousložková, rychle vytvrditelná, vysokopevnostní opravárenská hmota. Lze namíchat jako suchý beton nebo řídká malta, či tekutá zálivka. Má vysokou přilnavost na všechny materiály kromě plastů. Může být aplikována v rozmezí

teplot -50 až +55 °C. Do 10 minut je pochůzná a za méně než 1 hodinu od nanesení je pojízdná. [16]

Typické aplikace:

- opravy výtluků a propadlých překopů,
- zalévání spár,
- nové usazení propadlých kanálových vpustí - provoz obnoven do 1 hodiny,
- obnova odvodňovacích žlabů bez přerušení provozu,
- dálnice, silnice, ulice, pasáže.

Výhody této hmoty:

- není potřeba žádné drahé a komplikované techniky,
- práci lze kdykoliv přerušit a kdykoliv pokračovat,
- lze aplikovat od – 50 do + 55°C,
- prakticky nepropustný, nejen pro vodu,
- samovytvrditelný,
- nesmršťuje se a nepraská při tuhnutí,
- odolává cyklickému mrazu/tání,
- odolný většině běžných chemikálií,
- tepelná roztažnost blízká podkladu,
- snadná aplikace. [16]

Technicky je možné s BG QUICKem opravovat výmoly jakékoliv velikosti, ale ekonomický smysl mají jen malé opravy během celé zimy. Dejme tomu do rozměru 0,5 m² a maximálně do hloubky 10 cm. Pokud je výmol větší, pak se více vyplatí počkat na jaro a opravu provést teplým asfaltem. Samozřejmě jestli se jedná o bezpečnost na nějakém důležitém místě, lze výmol opravit v jakékoliv velikosti. [17]

Tato technologie oprav silničních poruch, která by bez využití strojů měla umožňovat dočasnou obnovu vozovky i v mrazivém počasí, přináší potíže při následném odstraňování použitého materiálu. Tato metoda je sice účinná pro momentální řešení a opravu výtluku, ale naráží se na problémy s recyklací při odfrézování souvislé části povrchu za účelem položení nového koberce či rekonstrukce vozovky. Proces následného odstraňování materiálu je podle ŘSD zdoluhavý a nákladný. [23]

4.11.6 Metoda Slurry Seal

Jedná se o celoplošnou opravu zpevněných komunikací a patří do kategorie tenkovrstvých mikrokoberců. Technologie vhodná na místní komunikace a opravy komunikací II. a III. tříd.

Provádí se pomocí speciálního pokladače na podvozku TATRA 815. Samotný mikrokoberce se skládá z kationaktivní asfaltové emulze, směsi přírodního drceného kameniva, stabilizátoru štěpení a záměsové vody. Veškeré komponenty jsou na pokladači, kde se materiály smíchají a pomocí kladecího rámu rozprostřou a vytvoří na komunikaci vrstvu tloušťky cca 15 až 20 mm s garantovaným množstvím směsi 22 kg/m². [18]

Výhody:

- minimálně zvedá stávající niveletu komunikace (max. o výše uvedených 1,5 – 2 cm),
- vozovka se nemusí před prováděním frézovat,
- rychlá obnova průjezdnosti komunikace (cca 1,5 hodiny),
- sjednocení povrchu komunikace např. po překopech vody, kanalizace apod.,
- zabránění průsaku vody do podloží komunikace prodlouží výrazně její životnost.

Mikrokoberce se dají kombinovat s technologií oprav tryskovou metodou, kde z původně rozbité a děravé komunikace vznikne sjednocený a co je velmi důležité v obydlených částech, bezprašný povrch s dlouholetou trvanlivostí. [18]

4.11.7 Rocbinda

Jsou to barevné povrchy vozovek s vysokými protismykovými vlastnostmi. Výrazně zvyšuje bezpečnost silničního provozu v nebezpečných úsecích. Systém zajišťuje zkrácení brzdné dráhy vozidla o 33% za mokra. Je vhodný na všechny nebezpečné úseky na silnicích, kde je třeba zajistit zvýšené brzdné účinky vozidel (oblouky, sklonové poměry, příjezdy ke křižovatkám, přechodům pro pěší, sjezdy z dálnic atd.).

Provádí se pokrytím živičných nebo betonových povrchů kombinací speciálního nátěru a kvalitního kameniva. Využívá polyurethan kaučukovou technologii. Systém je využíván ve vyspělých zemích celého světa. Rocbinda může být využita ve spojení s mnoha druhy kameniva, buď v přírodních barvách nebo i předpigmentovanými k získání široké nabídky barevných povrchů.

System byl nezávisle testován a výsledky potvrdili, že vydrží až do 3 500 těžkých nákladních vozidel za den na asfaltových i betonových površích po dobu 6 až 10 let.

Použitím Rocbindy dochází k výraznému snížení počtu dopravních nehod (průzkum ve Velké Británii prokázal snížení počtu nehod za mokra o 67% a všech nehod o 31%). Opticky upozorňuje na nebezpečný úsek. Je odolná proti oleji, naftě i ostatním ropným produktům a proti zimním posypům. [19]



Obrázek 13: Rocbinda [19]

5. POROVNÁNÍ TECHNOLOGIÍ OPRAV A ÚDRŽBY

Technologie opravy	Cena opravy [Kč]	Životnost	Výhody	Nevýhody
Trysková metoda	3200 - 4500 Kč/t	2	cena opravy	vlivem přebytku pojiva může dojít k vystoupení asfaltu na povrch
			velmi rychlá oprava	
			lze použít i za běžného provozu	pouze na zpevněném povrchu při lokálním výskytu poruch, rozsah max. 3m ² a hloubka 50mm
			zajištění provozuschopnosti pozemních komunikací po zimním období	nemůže být prováděna při teplotách vzduchu nebo vozovky pod 10 °C, za deště, za silného větru a při nadměrné vlhkosti kameniva
				nedoporučuje se provádět při teplotách nad 30 °C
				špatné protismykové vlastnosti
				malá životnost opravy
Recyklace asfaltovou směsí za studena	400 - 700 Kč/m ²	5 - 10	využití materiálu původní konstrukce vozovky	nesmí se provádět při silném nebo dlouhotrvajícím dešti, materiál nesmí být zmrzlý
			šetření přírodních zdrojů	nestmelené vrstvy se nesmí provádět při teplotách nižších než 0 °C.
			zkrácení doby výstavby	
			vyloučení zatížení okolí stavby hlukem, vibracemi, exhaláty a prachem	stmelené vrstvy se nesmí provádět při teplotách nižších než +5 °C
			úspora energií (elektrina, pohonné hmoty, topná média)	
Recyklace asfaltovou směsí za horka	400 - 700 Kč/m ² (6000 Kč/t)	10 - 15	metoda komplexní opravy vozovek v jednom pracovním procesu	nesmí se provádět pokud se v pojivu asfaltové směsi vyskytuje dehtové nebo asfaltodehtové pojivo
			100%-ně využívá materiál původní asfaltové vrstvy	práce nelze provádět při silném větru a dešti kdy dochází k rychlému ochlazení asfaltové směsi
			minimálně zvyšuje niveletu opravovaného povrchu vozovky	teploty ovzduší při provádění nesmí poklesnout pod 10°C (optimální teploty v rozmezí 20 - 30°C)
			práce je možné provádět i při mokřím respektive vlhkém povrchu vozovky	práce se provádějí za úplné uzavírky opravovaného jízdního pruhu
			Remix a Remix plus jsou bezspárové technologie, protože příčné a podélné spáry jsou tepelně ošetřeny přímo při pokládce	musí se odstranit vysprávký nátěrovými technologiemi, opravy výtlučků nevhodnými technologiemi (tryskovou metodou)
				provoz na opravované vrstvě po 24 hodinách
				nutnost odstranění vody z povrchu vozovky, povrch musí být suchý

Rocbinda	650 - 870 Kč/m ²	6 až 10 let	zlepšení protismykových vlastností vozovky	není vhodná na jiné poruchy vozovek než na zlepšení protismykových vlastností
			zkrácení brzdné dráhy vozidla	cena opravy
			zvyšuje bezpečnost silničního provozu	
BG Quick	1800/m ²	20	nesmršťuje se a nepraská při tuhnutí	ekonomicky mají smysl jen malé opravy během celé zimy (do rozměru 0,5m ² a maximálně do hloubky 10cm)
			odolává cyklickému mrazu/tání	následné odstraňování materiálu je zdoluhavé a nákladné
			prakticky nepropustný, nejen pro vodu	
			lze aplikovat od -50 do +55°C	problémy s recyklací při odfrézování souvislé části povrchu
			není potřeba žádné drahé a komplikované techniky	
Metoda ITHR strojem Silkot	500/m ²	4	může se provádět i v zimním období, při teplotách pod bodem mrazu	nebezpečí spálení okolního asfaltu a tím znehodnocení jeho vlastností
			jednoduchá obsluha dvou lidí	cena stroje Silkot je kolem 2 milionů korun
			využití odpadu z frézování asfaltových vozovek - recyklátů	

Tabulka 7: Porovnání technologií oprav a údržby z několika hledisek

Ceny uvedené v tabulce jsou bez DPH a jen orientační. Každá firma a i Správa a údržba silnic má rozdílné ceny jednotlivých technologií údržby a oprav. Mohou se lišit i o několik stovek korun na 1m². U některých metod údržby nebo opravy se k ceně musí připočítat i očištění povrchu vozovky, dopravení stroje na místo, vyfrézování a zhutnění daného místa. Také je nutno připočítat i odvoz a likvidaci vyfrézovaného asfaltu.

Životnost jednotlivých oprav je stanovena podle tabulky 8. U dalších oprav je dána podle informací uvedených u výrobců a firem provádějících dané opravy.

Je nutno brát zřetel také na to, že běžnou údržbu jako třeba tryskovou metodu nebo BG Quick je potřeba při provádění další souvislé opravy nebo rekonstrukce vozovky odstranit, takže tyto technologie přináší další náklady do budoucna.

Ošetření trhlin je nezbytné provádět ihned po vytvoření a to jejich utěsněním s cílem zabránit průniku srážkové vody a pevných částic do konstrukce vozovky a jejího podloží, aby se zabránilo vzniku rozsáhlých poruch v oblasti trhlin. [26]

Výběr druhu opravy trhlin je závislý jednak na výsledcích provedeného diagnostického průzkumu a jednak na tom, zda budou opravovány pouze porušené plochy v okolí, nebo zda bude prováděna obnova části vozovky s asfaltovým krytem. [26]

Technologie údržby a opravy	Třída dopravního zatížení						
	VI	V	IV	III	II	I	S
Běžná údržba asfaltových krytů	4	4	3	2	1	1	1
Běžná údržba nestmelených krytů	1	1	0,5				
Vysprávký asfaltovou směsí za horka	5	4	4	4	3	3	3
Nátěr jednovrstvý	4	3	2				
Nátěr jednovrstvý – modifikovaný asfalt			5	3			
Nátěr dvouvrstvý	6	6	5	4			
Nátěr dvouvrstvý – modifikovaný asfalt			7	6	5	4	3
Penetrační makadam	8	6	4				
EKZ – JV	6	5	4	3			
EKZ – DV s modifikovanou asfaltovou emulzí				5	4	3	
EMK – jednovrstvý	10	8	7	5			
EMK – dvouvrstvý			10	10	8	7	6
ACO S				14	14	12	10
ACO +			14	12	10		
ACO	16	14	12				
SMA S				16	16	14	12
SMA +			16	14	12		
MA I				25	25	20	15
MA II				25			
BBTM S				12	12	10	8
BBTM +			12	10	8		
BBTM	15	12	10				
PA s asfaltem modifik. pryžovým granulátem				12	12	10	8
Čištění krajnice	4	4	3	3	3	3	3
Čištění příkopů	6	6	6	5	4	4	4

Tabulka 8: Orientační předpokládané doby životnosti obrusných vrstev a údržby vozovek v letech v závislosti na třídě dopravního zatížení [2]

6. ZÁVĚR

Práce se věnuje popisu jednotlivých druhů poruch vozovek a jejich následným možnostem údržby a oprav. Dále bylo provedeno porovnání několika technologií oprav a údržby a z toho vyplývá, že nejvýhodnější je recyklace asfaltovou směsí za tepla. Ostatní metody jsou hlavně alternativy pro nutné opravy v zimním období, kdy se oprava asfaltovou směsí za tepla nedá provádět.

Je, ale potřeba vždy danou technologii zvážit podle konkrétní situace a složení původních vrstev vozovky. U recyklace asfaltovou směsí za studena i za tepla je potřeba provést diagnostiku vozovky, která je také finančně náročná. K recyklacím jsou také potřeba poměrně drahé stroje. U recyklace asfaltovou směsí a tryskové metody se dané místo musí vyfrézovat a tím pádem se plocha výtluku nebo jiné poruchy zvětší a tím se zvýší i cena opravy nebo údržby.

Trysková metoda by se měla používat jen na běžnou údržbu pro vysprávkování lokálních poruch povrchu vozovek s asfaltovým krytem. Je v současnosti nejrozšířenější technologií běžné údržby povrchu všech druhů pozemních komunikací a bohužel také všech druhů poruch. Měly by se hlavně využívat pro zajištění provozuschopnosti pozemní komunikace po zimním období a pro zabránění dalšího rozšiřování poruch. Používá se i na velmi zatížených komunikacích silnic I. třídy, včetně rychlostních silnic, kde při velmi silné intenzitě dopravy rychle ztrácí protismykové vlastnosti a snižuje se životnost této údržby. [24]

Je zásadně nepřijatelné provádět ošetření trhlin pouhým nátěrem asfaltem, asfaltovou emulzí s případným podrcením nebo tryskovou metodou. [26]

Je důležité před rozhodnutím o provedení údržby a opravy na vybraných úsecích vybrat technologii, která odpovídá jak typu a porušení obrusné vrstvy, tak i důležitosti a dopravnímu zatížení opravované komunikace. Vzhledem k nedostatku finančních prostředků na údržbu a opravy by měla být jedním z hlavních kritérií při výběru úseků nehodovost, podle které by se stanovilo pořadí naléhavosti provedení opatření na nehodových úsecích. [24]

Bylo by potřeba začít plně využívat Systém hospodaření s vozovkou a začít provádět včas běžnou údržbu, aby se poruchy dále nerozšiřovaly a nemusela se provádět oprava nebo dokonce rekonstrukce vozovky a náklady se dále nezvyšovali. Není samozřejmě lehké najít dostatek finančních zdrojů na všechny poruchy, protože téměř 50% silnic u nás je

v havarijním nebo nevyhovujícím stavu, ale snad se v budoucnu tahle situace zlepší a my budeme jezdit po kvalitních silnicích.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TP 82: Katalog poruch netuhých vozovek. Ministerstvo dopravy: Odbor silniční infrastruktury. 2010
- [2] TP 87: Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek. Ministerstvo dopravy: Odbor silniční infrastruktury. 2010
- [3] TP 96: Vysprávky vozovek tryskovou metodou. Ministerstvo dopravy: Odbor pozemních komunikací a územního plánu. 2011
- [4] RACEK, Ivan. Nové technologie výstavby pozemních komunikací, zkušenosti ze zahraničí. *Stavebnictví*. [online]. Brno: Expo Data, 2007-07-08 [cit. 2012-05-2]. Dostupné z: http://www.casopisstavebnictvi.cz/nove-technologie-vystavby-pozemnich-komunikaci-zkusenosti-ze-zahranici_N281
- [5] ČTK. Jihomoravský kraj dá letos do silnic dvě miliardy korun. *Silnice Železnice* [online]. Praha: KONSTRUKCE Media, 2012-13-03 [cit. 2012-05-02]. ISSN 1803-8441. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/jihomoravsky-kraj-da-letos-do-silnic-dve-miliardy-korun/>
- [6] Autor neznámý. Vize silniční dopravy v roce 2030. [online]. srpen 2010 [cit. 2012-05-4]. Dostupné z: <http://www.tpsd-ertrac.cz/file/vize-silnicni-dopravy-v-roce-2030-prac-skupina-1/>
- [7] ŘSD. Silnice a dálnice v České republice 2011. [online]. 2011-01-01 [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: [http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/633E2FAF9F4A1078C12578F80033A11E/\\$file/RSD2011cz.pdf](http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/633E2FAF9F4A1078C12578F80033A11E/$file/RSD2011cz.pdf)
- [8] Autor neznámý. Strategická výzkumná agenda oboru silniční doprava: Technologická platforma silniční doprava. [online]. únor 2011 [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: <http://www.tpsd-ertrac.cz/file/strategicka-vyzkumna-agenda-oboru-silnicni-dopravy/>
- [9] Autor neznámý. Počet obyvatel na 1 osobní automobil. [online]. 2012-20-02 [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/default2.asp?page={4A86501A-BBD5-4B8F-AE57-397BC8051C9A}>
- [10] PAVEX CONSULTING. Stav povrchu vozovek silnic II. a III. třídy v Jihomoravském kraji. [online]. 2011-30-04 [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: <http://www.susjmk.cz/wpimages/other/art300/stavvozovekkomplettext.pdf>

- [11] SPRÁVA A ÚDRŽBA SILNIC JIHOMORAVSKÉHO KRAJE. Stav povrchu vozovek dle TP 87. [online]. duben 2011 [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: <http://www.susjmk.cz/wpimages/other/art300/poruchymapaokresy.pdf>
- [12] ŘSD ČR: ODBOR SILNIČNÍ DATABANKY. Přehledy z informačního systému o silniční a dálniční síti ČR. [online]. 2012-01-01 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: http://www.rsd.cz/sdb_intranet/sdb/download/prehledy_2012_1_jm.pdf
- [13] Technologie. *Asfalteros* [online]. [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: <http://www.asfalteros.cz/technologie.html>
- [14] SILTEK. Silkot 70 - 80. *Siltek* [online]. [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://www.siltek.cz/-silkot-70-80->
- [15] ZMRZLÍK, Michal. Silkot - nová dimenze v údržbě asfaltových vozovek. *Stavební noviny* [online]. 2010-17-08 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://tvstav.cz/clanek/806-silkot-nova-dimenze-v-udrzbe-asfaltovych-vozovek>
- [16] BGQ - Co je BG Quick. *BGSYSHT* [online]. [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.bgsysht.cz/bgquick/index.php?linkID=lnk50&lang=1>
- [17] Rozhovor s Vlastimilem Bartelem o opravárenské hmotě BG QUICK. *Výmoly* [online]. 2011 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.vymoly.cz/clanky/rozhovor-s-vlastimilem-bartelem-o-opravarenske-hmote-bg-quick/>
- [18] Opravy komunikací. *Reacom* [online]. [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.reacom.cz/opravy-komunikaci/>
- [19] Barevné poruchy vozovek s vysokým smykovým třením. *Rocbinda* [online]. [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.rocbinda.cz/home--rocbindacz>
- [20] NEUVIRT, Petr. Diagnostika vozovek - proč?. In *Sborník z konference Asfaltové vozovky 2009*. Praha: Pragaprojekt, 2009. ISBN 978-80-903925-1-9.
- [21] Česká republika. Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č.104/1997Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích. In: *Sbírka zákonů*. 1997, 36.
- [22] VARAUS, Michal. Je možné zlepšit stav netuhých vozovek v České republice?. In *Sborník z konference Asfaltové vozovky 2011*. Praha: Pragaprojekt, 2011. ISBN 978-80-903925-2-6.
- [23] ČTK. Nová metoda oprav výtluků podle ŘSD přináší náklady do budoucna. *Silnice Železnice* [online]. Praha: KONSTRUKCE Media, 2011-18-02 [cit. 2012-05-14]. ISSN 1803-8441. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/nova-metoda-oprav-vytluku-podle-rsd-prinasi-naklady-do-budoucna/>

- [24] NEKULA, L., J. DAŠKOVÁ a J. KUDRNA. Technologie údržby nehodových úseků s nevyhovujícími protismykovými vlastnostmi a zhodnocení zkušeností z realizovaných úseků. In: *Sborník z konference Asfaltové vozovky 2011*. Praha: Pragaprojekt, 2011. ISBN 978-80-903925-2-6.
- [25] VARAUS, Michal. Téma 11 – Údržba a poruchy netuhých vozovek. *BM02 – Pozemní komunikace II*. Brno:2011
- [26] TP 115: Opravy trhlin na vozovkách s asfaltovým krytem. Ministerstvo dopravy: Odbor infrastruktury. 2009

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1: VÝTLUK.....	- 24 -
OBRÁZEK 2: VÝTLUK.....	- 24 -
OBRÁZEK 3: MOZAIKOVÉ TRHLINY.....	- 25 -
OBRÁZEK 4: VYSPRÁVKY	- 26 -
OBRÁZEK 5: VYSPRÁVKY	- 27 -
OBRÁZEK 6: SÍŤOVÉ TRHLINY	- 28 -
OBRÁZEK 7: SÍŤOVÉ TRHLINY	- 28 -
OBRÁZEK 8: PUCHÝŘE V OBRUSNÉ VRSTVĚ	- 29 -
OBRÁZEK 9: PUCHÝŘE V OBRUSNÉ VRSTVĚ	- 30 -
OBRÁZEK 10: TRHLINA ŠIROKÁ A ROZVĚTVENÁ PODÉLNÁ	- 31 -
OBRÁZEK 11: TRHLINA ŠIROKÁ PŘÍČNÁ.....	- 32 -
OBRÁZEK 12: STROJ SILKOT	- 60 -
OBRÁZEK 13: ROCBINDA	- 63 -

SEZNAM GRAFŮ A TABULEK

GRAF 1: DÉLKA DÁLNIČNÍ A SILNIČNÍ SÍTĚ	- 11 -
GRAF 2: DÉLKA SILNIČNÍ SÍTĚ V JIHOMORAVSKÉM KRAJI	- 14 -
GRAF 3: STAV POVRCHU VOZOVEK V JIHOMORAVSKÉM KRAJI	- 15 -
TABULKA 1: VÝVOJ PRŮMĚRNÝCH INTENZIT DOPRAVY	- 12 -
TABULKA 2: SCHÉMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ VRSTEV, PORUCH A PARAMETRŮ PROVOZNÍ ZPŮSOBILOSTI VOZOVKY, JEJICH ÚDRŽBY A OPRAV	- 35 -
TABULKA 3: PŘEHLED PORUCH, PŘÍSLUŠNÝCH TECHNOLOGIÍ ÚDRŽBY A PŘEDPISŮ	- 40 -
TABULKA 4: PŘEHLED PORUCH, PŘÍSLUŠNÝCH TECHNOLOGIÍ BĚŽNÉ ÚDRŽBY A TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ	- 42 -
TABULKA 5: DOPORUČENÉ POUŽITÍ RECYKLOVANÝCH A NOVÝCH ASFALTOVÝCH VRSTEV PŘI OPRAVĚ VOZOVKY V ZÁVISLOSTI NA TŘÍDĚ DOPRAVNÍHO ZATÍŽENÍ.....	- 53 -
TABULKA 6: PODMÍNKY PRO POUŽITÍ TRYSKOVÉ METODY PODLE DRUHŮ PORUCH NETUHÉ VOZOVKY	- 58 -
TABULKA 7: POROVNÁNÍ TECHNOLOGIÍ OPRAV A ÚDRŽBY Z NĚKOLIKA HLEDISEK	- 65 -
TABULKA 8: ORIENTAČNÍ PŘEDPOKLÁDANÉ DOBY ŽIVOTNOSTI OBRUSNÝCH VRSTEV A ÚDRŽBY VOZOVEK V LETECH V ZÁVISLOSTI NA TŘÍDĚ DOPRAVNÍHO ZATÍŽENÍ	- 66 -

SEZNAM ZKRATEK

Apod.	a podobně
ACO	Asfaltový beton ohrusný
BBTM	Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy
Cca	přibližně
Cm	Centimetr
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
ČSN EN	Česká technická norma zavádějící evropskou normu
D	Dálnice
DPH	Daň z přidané hodnoty
EKZ	Emulzní kalový zákryt
EMK	Mikrokoberec za studena
ISSDS	Informační systém o silniční a dálniční síti
ITHR	Infra termo homogenizační renovace
Km	Kilometr
LPG	Liquefied Petroleum Gas
M	Metr
Max.	Maximum
Mm	Milimetr
Např.	Například
PK	Pozemní komunikace
R	Rychlostní silnice
REMIX	Recyklace asfaltových směsí za tepla
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
SJ – PK	Systém jakosti v oboru pozemních komunikací
SMA	Asfaltový koberec mastixový
Tj.	to jest
TKP	Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací
TP	Technické podmínky
TPO	Technické podklady pro zajištění údržby silnic
Vč.	včetně