



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

**STANOVENÍ VÝŠE ŠKODY V PŘÍPADĚ VÝSKYTU VAD A
PORUCH KRYTOVÝCH VRSTEV NETUHÝCH VOZOVEK
POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ**

THE AMOUNT OF DAMAGE DETERMINATION IN CASES OF DEFECTS AND FAILURES OF FLEXIBLE
PAVEMENTS ROAD STRUCTURES

DIZERTAČNÍ PRÁCE

DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Petr Špaček

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

Ing. Dušan Stehlík, Ph.D.

BRNO 2016

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2015/16

ZADÁNÍ DIZERTAČNÍ PRÁCE

student(ka): Ing. Petr Špaček

který/která studuje v **doktorském studijním programu**

obor: **Soudní inženýrství (3917V001)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma dizertační práce:

Stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací

v anglickém jazyce:

The amount of damage determination in cases of defects and failures of flexible pavements road structures

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Stanovení základních pravidel pro použití navržené metodiky.

Definice a sjednocení základních pojmů používaných v oblasti vad a poruch asfaltových vozovek.

Doporučené postupy při stanovení výše škody v případě vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací.

Specifikace nutných podkladů pro stanovení výše škody.

Vytvoření základního cenového modelu oprav běžných poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací.

Vzor znaleckého posudku, ve kterém bude aplikována navržená metodika pro stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev vozovek pozemních komunikací.

Cíle dizertační práce:

Cílem disertační práce je zpracování metodiky pro stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací. Metodika musí být použitelná v soudně znalecké praxi v ČR a musí reflektovat platné technické specifikace a resortní předpisy pro oblast pozemních komunikací.

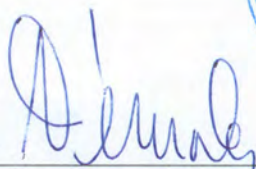
Seznam odborné literatury:

1. Zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník
2. Zákon č. 36/1967 Sb., o znalcích a tlumočnících
3. Zákon č. 526/1990 Sb., o cenách
4. ČSN 736100 – Názvosloví pozemních komunikací
5. ČSN 73 6121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody
6. ČSN 736129 Stavba vozovek – Postřikové technologie
7. ČSN 736130 Stavba vozovek – Kalové vrstvy
8. Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 82 Katalog poruch netuhých vozovek
9. Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek
10. Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací
11. BRADÁČ A. a kolektiv; Soudní inženýrství, CERM, Brno, 2007, EAN 9788072041336
12. Pavement Surface Evaluation and Rating – Asphalt Roads Manual, Wisconsin Transportation Information Center, University of Wisconsin-Medison, 2002

Vedoucí dizertační práce: Ing. Dušan Stehlík, Ph.D.

Termín odevzdání dizertační práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16.

V Brně, dne 15. 12. 2015



doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel vysokoškolského ústavu



Abstrakt

Dizertační práce sleduje možnosti finančního hodnocení stavu krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací, ve vztahu k celkové životnosti vozovky a jednotlivým možnostem údržby a oprav, v případě výskytu vad a poruch, z pohledu soudního inženýrství. Je provedena analýza problematiky související s posuzováním vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek v rámci znalecké činnosti jak v České republice, tak i v zahraničí. Dále jsou zpracovány cenové modely vybraných stavebních prací souvisejících s opravami a údržbou netuhých vozovek, přičemž jsou v rámci možností autora porovnány tržní ceny některých stavebních prací ve vybraných regionech s cenami dle obecně v praxi užívaných cenových soustav. Cílem této dizertační práce je vytvoření jednotné metodiky finančního vyčíslení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací pro soudně znaleckou praxi v České republice.

Abstract

This thesis is focused on possibilities of financial valuation of flexible pavements surface layers conditions, in connection with whole life cycle of the pavement and certain possibilities of their maintenance and repairs, in cases of defects and failures from forensic engineering point of view. There were carried out analysis of the topics connected with judging of flexible pavements surface layers defects and failures related to forensic investigation in the Czech Republic, as well as abroad. In this thesis there were created pricing models of the certain construction works which are related to repairs and maintenance of flexible pavements. Within the possibilities of the author, there were compared market prices of the particular construction works in selected regions with the prices according to generally used pricing systems in the Czech Republic. The goal of this thesis is to create unified methodology for amount of damage financial valuation in cases of defects and failures of flexible road pavements surface layers for forensic engineering practice in the Czech Republic.

Klíčová slova

soudní inženýrství; vada; porucha; pozemní komunikace; netuhá vozovka; konstrukce vozovky; škoda; tržní cena; cena obvyklá; cena zjištěná

Key words

forensic engineering; defect; failure; road; flexible pavement; road structure; damage; market price; normal price; administrative price

Studijní program

P3917 Soudní inženýrství

Studijní obor

3917V001 Soudní inženýrství

Místo uložení práce

Ústav soudního inženýrství VUT v Brně

Bibliografická citace

ŠPAČEK, P. *Stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací*. Brno: Vysoké učení technické, Ústav soudního inženýrství, 2016. 163 s. Školitel: Ing. Dušan Stehlík, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená dizertační práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 6. července 2016

.....

Ing. Petr Špaček

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval Ing. Dušanu Stehlíkovi, Ph.D. a prof. Ing. Albertu Bradáčovi, DrSc. za pomoc a cenné připomínky při psaní dizertační práce.

Obsah

1	ÚVOD	11
2	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU	13
2.1	ZAŘAZENÍ PROBLEMATIKY V SYSTÉMU SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ	13
2.2	POJMY A DEFINICE	13
2.3	POUŽÍVANÉ ZKRATKY	15
2.4	PŘEDPISY TÝKAJÍCÍ SE ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	16
2.4.1	<i>Zákony a vyhlášky.....</i>	<i>16</i>
2.4.2	<i>Ostatní předpisy</i>	<i>17</i>
2.5	OBECNÉ POŽADAVKY NA ASFALTOVÉ SMĚSI A VRSTVY V KONSTRUKCI VOZOVKY ...	18
2.5.1	<i>Kvalitativní požadavky na asfaltové směsi</i>	<i>18</i>
2.5.2	<i>Kvalitativní požadavky na asfaltové vrstvy</i>	<i>23</i>
2.6	VADY KRYTOVÝCH VRSTEV NETUHÝCH VOZOVEK	26
2.6.1	<i>Vady netuhých vozovek vznikající ve fázi návrhu konstrukce vozovky.....</i>	<i>27</i>
2.6.2	<i>Vady asfaltových směsí jako výrobku</i>	<i>27</i>
2.6.3	<i>Vady realizované asfaltové vrstvy jako finální úpravy.....</i>	<i>28</i>
2.7	PORUCHY KRYTOVÝCH VRSTEV NETUHÝCH VOZOVEK	28
2.7.1	<i>Ztráta drsnosti povrchu vozovky</i>	<i>29</i>
2.7.2	<i>Trvalé deformace krytu vozovky.....</i>	<i>30</i>
2.7.3	<i>Ztráta hmoty z krytu.....</i>	<i>32</i>
2.7.4	<i>Trhliny</i>	<i>33</i>
2.8	DIAGNOSTICKÉ METODY POUŽÍVANÉ V OBLASTI NETUHÝCH VOZOVEK POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ.....	37
2.8.1	<i>Nedestruktivní zkušební metody</i>	<i>37</i>
2.8.2	<i>Destruktivní zkušební metody</i>	<i>52</i>
2.9	NÁHRADA ŠKODY V ČESKÉM PRÁVNÍM ŘÁDU	63
2.9.1	<i>Náhrada škody podle zákona č. 40/1964 Sb., občanský zákoník.....</i>	<i>63</i>
2.9.2	<i>Náhrada škody podle zákona č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník.....</i>	<i>64</i>
2.9.3	<i>Náhrada škody podle zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník.....</i>	<i>64</i>

2.9.4	<i>Komparace a rozbor náhrady škody v českém právním řádu před rokem 2014 a v současnosti.....</i>	65
2.10	NÁHRADA ŠKODY VZNIKLÉ PŘI POCHYBENÍ V PROCESU VÝSTAVBY POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ.....	65
2.10.1	<i>Ceny stavebních materiálů a prací v oblasti krytových vrstev asfaltových vozovek ..</i>	66
3	FORMULACE PROBLÉMU, METODY ŘEŠENÍ A CÍL DIZERTAČNÍ PRÁCE	73
4	REŠERŠNÍ STUDIE	75
5	POSTUPY PŘI STANOVENÍ PŘÍČIN VZNIKU VAD A PORUCH KRYTOVÝCH VRSTEV NETUHÝCH VOZOVEK.....	78
5.1	POSTUPY PRO POSUZOVÁNÍ VAD A PORUCH VOZOVEK POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ V ČESKÉ REPUBLICE	78
5.2	POSTUPY PRO POSUZOVÁNÍ VAD A PORUCH VOZOVEK POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ V USA.....	82
6	VÝSLEDKY DIZERTAČNÍ PRÁCE A JEJICH ANALÝZA.....	109
6.1	NÁVRH METODIKY HODNOCENÍ VAD A PORUCH KRYTOVÝCH VRSTEV NETUHÝCH VOZOVEK POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ	109
6.1.1	<i>Seznámení se s technickou dokumentací</i>	110
6.1.2	<i>Provedení místního šetření.....</i>	111
6.1.3	<i>Posouzení správnosti navrženého technického řešení.....</i>	111
6.1.4	<i>Posouzení správnosti provedení a stanovení příčin nestandardního chování vozovky</i>	114
6.1.5	<i>Analýza podkladů</i>	118
6.1.6	<i>Závěr znaleckého posudku.....</i>	119
6.2	NÁVRH METODIKY STANOVENÍ VÝŠE ŠKODY V PŘÍPADĚ VÝSKYTU VAD A PORUCH KRYTOVÝCH VRSTEV NETUHÝCH VOZOVEK POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ	119
6.2.1	<i>Výpočtový model pro stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek</i>	121
6.2.2	<i>Kategorizace poruch netuhých vozovek pro účely stanovení výše škody</i>	126
6.2.3	<i>Cenové modely doporučených technologií oprav krytových vrstev netuhých vozovek</i>	128

7	APLIKACE METODIKY PRO STANOVENÍ VÝŠE ŠKODY V PŘÍPADĚ VÝSKYTU VAD A PORUCH KRYTOVÝCH VRSTEV NETUHÝCH VOZOVEK.....	136
7.1	PŘÍKLAD 1 – MOZAIKOVÉ TRHLINY.....	136
7.2	PŘÍKLAD 2 – NEDODRŽENÍ MINIMÁLNÍHO MNOŽSTVÍ POJIVA V ASFALTOVÉ SMĚSI..	141
8	ZÁVĚR A PŘÍNOS AUTORA PRO OBOR SOUDNÍ INŽENÝRSTVÍ.....	146
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	148
9.1	ZÁKONY A VYHLÁŠKY	148
9.2	NORMY A PŘEDPISY	148
9.3	OSTATNÍ.....	151
10	SEZNAM PUBLIKOVANÝCH VLASTNÍCH PRACÍ AUTORA	155
11	SEZNAM OBRÁZKŮ	157
12	SEZNAM TABULEK	159
13	SEZNAM GRAFŮ	162
14	SEZNAM PŘÍLOH	163

1 ÚVOD

Silniční síť je významným veřejným majetkem a kvalita této sítě se promítá do životů velkého množství lidí v naší republice. V současné době se Česká republika čím dál více potýká s problémem zhoršující se kvality stávající sítě vozovek pozemních komunikací. Zejména velké množství poruch na našich silnicích zhoršuje komfort jízdy a její bezpečnost. Špatný stav vozovek samozřejmě částečně souvisí s nedostatečným množstvím finančních prostředků, které do oprav silnic v naší republice plynou, ale současně si je třeba uvědomit, že stav našich pozemních komunikací je také negativně ovlivňován pochybeními v průběhu výstavby nebo již ve stádiu přípravy projektové dokumentace. Vady a poruchy vozovek pozemních komunikací se velice často stávají předmětem sporů mezi dodavatelem příslušného stavebního díla, investorem a projektantem. Ne zřídka tyto spory mohou vyústit i v soudní řízení. V takovém případě je pak významná úloha soudního znalce ve věci stanovení příčiny vzniku vad a poruch, které jsou předmětem sporu.

V České republice existují literární prameny, které problematiku posuzování vad a poruch ve stavebnictví z pohledu soudního inženýrství řeší. Jedná se například o monografie prof. A. Bradáče Soudní inženýrství [45] a Znalecká činnost ve stavebnictví [46]. Tyto publikace jsou však zaměřeny zejména na obecná doporučení týkající se metodologie práce soudního znalce pro celý obor stavebnictví, anebo ve větším detailu řeší modelové situace z oblasti pozemního stavitelství a výstavby inženýrských sítí. Konkrétní metodika pro znalecké postupy v oblasti posuzování příčin vzniku vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací z pohledu soudního inženýrství v České republice prakticky neexistuje.

Dalším úkolem, který soudní znalec v oblasti vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací musí řešit je také skutečnost, že v důsledku vzniku vady či poruchy, která nastala pochybením některé ze stran procesu výstavby, vzniká majetkovému správci dané pozemní komunikace škoda a tuto škodu by měl být soudní znalec schopen kvalifikovaně vyčíslit. V době zadání této dizertační práce byla problematika náhrady škody řešena v právním řádu České republiky v rámci dvou základních právních předpisů, zákona č. 40/1964 Sb., občanský zákoník [1] a zákon č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník [3]. Od 1. 1. 2014 byly tyto dva výše zmíněné právní předpisy nahrazeny zákonem č. 89/2012 Sb., občanský zákoník [2]. Autor této dizertační práce dává řešenou problematiku do souvislostí jak s právními předpisy platnými před datem 1. 1. 2014, tak i po něm.

Samotné stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací je však v současnosti poměrně problematický úkon, protože neexistuje žádný jednotný postup, který by mohl soudní znalec v takovémto případě použít, nehledě na skutečnost, že obor dopravních staveb je velice široký a ne každý soudní znalec

v tomto oboru musí být bezpodmínečně odborníkem na poměrně úzkou oblast dopravního stavitelství, kterou představují krytové vrstvy netuhých vozovek. Záleží pak na uvážení, zkušenostech a individuálním přístupu každého soudního znalce, jakým způsobem ke stanovení výše škody přistoupí.

Autor se snaží na základě komplexního přístupu k celé řešené problematice, jak z pohledu posuzování příčin vzniku daných vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací, tak i z pohledu hodnocení finančních dopadů vzniku těchto vad a poruch, identifikovat a definovat vhodné znalecké postupy. K řešené problematice je přistupováno výhradně z pohledu soudního inženýrství a právní otázky jsou řešeny jen v minimálním nezbytném rozsahu.

Dizertační práce je tematicky členěna do dílčích kapitol. Nejprve jsou vysvětleny důležité pojmy, které jsou v práci používány. Dále je stručně shrnuta problematika obecně v praxi používaných kvalitativních požadavků na asfaltové směsi a asfaltové vrstvy v České republice. Následně je podrobně popsána problematika vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek, včetně kategorizace poruch netuhých vozovek podle Technických podmínek Ministerstva dopravy TP 82 Katalog poruch netuhých vozovek [37], problematika diagnostických metod používaných v oblasti netuhých vozovek pozemních komunikací, problematika náhrady škody v právním řádu České republiky a problematika náhrady škody ve vztahu k vadám a poruchám krytových vrstev netuhých vozovek. Práce vychází z dostupné tuzemské i zahraniční literatury ze dvou základních oblastí. První oblast zahrnuje literární prameny zabývající se problematikou vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek z pohledu stanovení příčin jejich vzniku. Druhá oblast zahrnuje literaturu zabývající se problematikou finančního oceňování stavebních prací v oblasti krytových vrstev netuhých vozovek. Tato dizertační práce dává obě výše zmíněné oblasti do přímých souvislostí z pohledu soudního inženýrství. Jako podklad pro zpracování této práce byly současně použity také konkrétní znalecké posudky z praxe v České republice, které se zabývaly problematikou vad a poruch netuhých vozovek. Pozornost je věnována jak problematice metodologie stanovení příčin vzniku vad a poruch, tak i problematice metodologie stanovení výše škody v případě výskytu těchto vad a poruch.

Na základě výše popsaných postupů je navržena obecná metodika stanovení příčin vzniku vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek, a také metodika pro stanovení výše škody související s jejich vznikem. Součástí této dizertační práce jsou také praktické příklady použití metodiky pro stanovení výše škody. Návrh dvou výše zmíněných metodických postupů, které jasně reflektují potřeby soudního znalce při zpracování znaleckého posudku v oblasti vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek, lze považovat za hlavní přínos této práce pro obor soudního inženýrství.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

V této kapitole je proveden souhrn současného stavu problematiky řešené v rámci této dizertační práce.

2.1 Zařazení problematiky v systému soudního inženýrství

Tato dizertační práce si klade za cíl kritické zhodnocení znalecké praxe v oblasti posuzování vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací v České republice, jednak z pohledu hodnocení příčiny jejich vzniku, ale také hlavně z pohledu stanovení výše škody, která vzniká v souvislosti s výskytem těchto vad a poruch v záruční době. Z výše uvedeného tedy vyplývá, že tato práce v podstatě řeší dva dílčí kroky v práci soudního znalce, které spolu do velké míry souvisí. Těmito dílčími kroky jsou stanovení příčiny vzniku vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek a následné stanovení výše škody, která v souvislosti s jejich výskytem mohla vzniknout majetkovému správci dané pozemní komunikace.

Z pohledu soudního inženýrství se tedy jedná o vzájemně se prolínající problematiku dvou oborů tak, jak je uvedeno v tabulce 1 níže. Otázkou pro znaleckou praxi je samozřejmě to, jestli je nezbytné, aby problematiku příčiny vzniku daných vad a poruch netuhých vozovek a následné stanovení výše škody řešil jeden znalec. Ale na druhou stranu je nezbytné si uvědomit, že není reálně možné kvalifikovaně stanovit výši škody pro dané vady či poruchy, pokud není provedena podrobná analýza toho, co je příčinou vzniku těchto vad a poruch a jakým způsobem je možno tyto vady a poruchy efektivně odstranit tak, aby bylo dané stavební dílo uvedeno do vyhovujícího (bezvadného) stavu.

Tabulka 1 Zařazení práce v systému soudního inženýrství

Obor	Stavebnictví / Ekonomika
Odvětví	Stavby dopravní / Ceny a odhady
Specializace	Návrh a realizace vozovek pozemních komunikací
	Vyčíslení výše škody v případě vzniku vad a poruch

2.2 Pojmy a definice

Vada - v případě stavby lze za vadu považovat nedostatek konstrukce, způsobený chybným návrhem nebo nevhodným či nedokonalým provedením, nebo jiným pochybením, který může ovlivnit funkční způsobilost dané konstrukce. [66]

Porucha - poruchu stavby lze popsat jako trvalé nebo dočasné vyčerpání schopnosti konstrukce plnit požadavky na ni kladené, které zhoršují její spolehlivost, případně snižují její bezpečnost, předpokládanou ekonomickou životnost, užitnou jakost apod. Je to změna konstrukce proti původnímu stavu. Může vzniknout jako důsledek vady, nebo z jiných příčin. Porucha stavební konstrukce má technické důsledky. [66]

Závada je nedostatek konstrukce, předmětu (např. určitého prvku) způsobený chybným návrhem, nevhodným či nedokonalým provedením, který může ovlivnit funkční způsobilost konstrukce, předmětu. Jedná se o stav, který není změnou proti původnímu stavu. [66] *Pozn. tento termín se vyskytuje zejména v zákoně č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu* [8].

Škoda označuje v českém právu újmu, kterou osoba (tzv. poškozený) utrpí na svém majetku nebo penězi ocenitelných majetkových právech v důsledku protiprávního jednání jiné osoby (tzv. škůdce). Rozlišují se dvě složky škody: **skutečná škoda**, která představuje hodnotu, o kterou byl v důsledku protiprávního jednání škůdce zmenšen majetek poškozeného, a **ušlý zisk**, což je majetkový prospěch, jehož by poškozený jinak pravděpodobně dosáhl, nebýt škody. [67]

Pozemní komunikace je stavba určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci, včetně pevných zařízení nutných pro zajištění tohoto užití a jeho bezpečnosti. Pozemní komunikace se dělí na tyto kategorie: dálnice, silnice, místní komunikace, účelová komunikace. [11]

Vozovka je zpevněná část pozemní komunikace určená pro poježdění vozidel. [11]

Netuhá vozovka je vozovka s asfaltovým krytem na podkladní vrstvě ze stmelých popřípadě nestmelých materiálů. [11]

Spolehlivost vozovky je 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, udržovatelnost a opravitelnost. [38]

Provozní způsobilost je vlastnost povrchu vozovky; je hodnocena klasifikací aktuálních parametrů protismykových vlastností, podélné a příčné nerovnosti případně dopravního hluku při odvalování pneumatik. [38]

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 vozovky vyjádří zbytkovou dobou životnosti, což je nejzazší doba do potřeby provést opravu konstrukce vozovky. [38]

Obrusná vrstva je horní konstrukční vrstva vozovky, která je v kontaktu s dopravou [13]

Ložní vrstva je konstrukční vrstva vozovky mezi obrusnou a podkladní vrstvou. [13]

Podkladní vrstva tvoří hlavní konstrukční prvek vozovky; podkladní vrstva může být položena v jedné nebo více vrstvách, označovaných jako „horní“ podkladní vrstva, „spodní“ podkladní vrstva, atd. [13]

Kvalita je souhrn užitných vlastností výrobku nebo služby. Kvalita produktů a služeb organizace je určena schopností uspokojovat zákazníky a také zamýšleným a nezamýšleným dopadem na relevantní zainteresované strany. Kvalita produktů a služeb zahrnuje nejen jejich zamýšlenou funkci a výkonnost, ale také jejich vnímanou hodnotu a přínos pro zákazníka. [36]

Cena je peněžní částka sjednaná při nákupu a prodeji zboží, anebo zjištěná podle zvláštního předpisu k jinému účelu než k prodeji. [6]

Cena obvyklá je cena, která by byla dosažena při prodejkách stejného, popřípadě obdobného majetku nebo při poskytování stejné nebo obdobné služby v obvyklém obchodním styku v tuzemsku ke dni ocenění. Přitom se zvažují všechny okolnosti, které mají na cenu vliv, avšak do její výše se nepromítají vlivy mimořádných okolností trhu, osobních poměrů prodávajícího nebo kupujícího ani vliv zvláštní obliby. Mimořádnými okolnostmi trhu se rozumějí například stav tísně prodávajícího nebo kupujícího, důsledky přírodních či jiných kalamit. Osobními poměry se rozumějí zejména vztahy majetkové, rodinné nebo jiné osobní vztahy mezi prodávajícím a kupujícím. Zvláštní oblibou se rozumí zvláštní hodnota přikládána majetku nebo službě vyplývající z osobního vztahu k nim. Obvyklá cena vyjadřuje hodnotu věci a určí se porovnáním. [5]

Cena zjištěná též nazývaná jako cena administrativní nebo cena úřední je cena zjištěná podle cenového předpisu. [45]

Cena tržní je skutečně realizovaná částka při prodeji, většinou je to cena sjednaná mezi dvěma nezávislými subjekty na volném trhu uvedená v kupní smlouvě, případně na prodejním dokladu o zaplacení. [63]

2.3 Používané zkratky

ACO	asfaltový beton pro obrusné vrstvy [13],
ACL	asfaltový beton pro ložní vrstvy [13],
ACP	asfaltový beton pro podkladní vrstvy [13],
BBTM	asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy [14],
CBR	kalifornský poměr únosnosti (California Bearing Ratio) [35],
DCP	dynamická penetrační zkouška (Dynamic Cone Penetration) [34],
$E_{\text{def}, 2}$	modul přetvárnosti [33],

EKZ	emulzní kalový zákryt [28],
EMK	emulzní mikrokoberec [28],
f_p	součinitel podélného tření [31],
f_b	součinitel bočního tření [31],
FWD	rázové zatěžovací zařízení (Falling Weight Deflectometer) [32],
GPR	georadar (Ground Penetration Radar) [41],
IRI	mezinárodní index nerovnosti (International Roughness Index) [30],
MA	litý asfalt [16],
MTD	střední hloubka textury povrchu vozovky (Mean Texture Depth) [31],
PA	asfaltový koberec drenážní [17],
PmB	asfalt modifikovaný polymerem (Polymer Modified Bitumen) [23],
SMA	asfaltový koberec mastixový [15].

2.4 Předpisy týkající se řešené problematiky

2.4.1 Zákony a vyhlášky

Tato dizertační práce vychází z právních norem platných ke dni 30. 6. 2016.

- Zákon č. 40/1964 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 36/1967 Sb., o znalcích a tlumočnících, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 526/1990 Sb., o cenách, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 13/1997 Sb., zákon o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 37/1967 Sb., k provedení zákona o znalcích a tlumočnících, ve znění pozdějších předpisů

2.4.2 Ostatní předpisy

- ČSN 730020 Terminologie spolehlivosti stavebních konstrukcí a základových půd
- ČSN 736100-1 Názvosloví pozemních komunikací – Část 1: Základní názvosloví
- ČSN 736114 Vozovky pozemních komunikací – Základní ustanovení pro navrhování
- ČSN EN 13108-1 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 1: Asfaltový beton
- ČSN EN 13108-2 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 2: Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy
- ČSN EN 13108-5 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 5: Asfaltový koberec mastixový
- ČSN EN 13108-6 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 6: Lítý asfalt
- ČSN EN 13108-7 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 7: Asfaltový koberec drenážní
- ČSN EN 13108-8 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 8: R-materiál
- ČSN EN 13108-20 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 20: Zkoušky typu
- ČSN EN 13108-21 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 21: Řízení výroby u výrobce
- ČSN EN 13808 Asfalty a asfaltová pojiva – Systém specifikace kationaktivních asfaltových emulzí
- ČSN EN 12591 Asfalty a asfaltová pojiva – Specifikace pro silniční asfalty
- ČSN EN 14023 Asfalty a asfaltová pojiva – Systém specifikace pro polymerem modifikované asfalty
- ČSN EN 13043 Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch
- ČSN 73 6121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody
- ČSN 73 6122 Stavba vozovek – Vrstvy z litého asfaltu - Provádění a kontrola shody
- ČSN 736129 Stavba vozovek – Postřikové technologie
- ČSN 736130 Stavba vozovek – Kalové vrstvy
- ČSN 736160 Zkoušení asfaltových směsí
- ČSN 736175 Měření a hodnocení nerovností povrchů vozovek
- ČSN 736177 Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek

- ČSN 736192 Rázová zatěžovací zkouška vozovek a podloží
- ČSN 721006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin
- ČSN EN ISO 22476-2 Geotechnický průzkum a zkoušení – Terénní zkoušky – Část 2: Dynamická penetrační zkouška.
- ČSN EN 13286-47 Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivky – Část 47: Zkušební metody pro stanovení kalifornského poměru únosnosti, okamžitého indexu únosnosti a lineárního bobtnání.
- ISO 9000 Systém managementu kvality – Základní principy a slovník
- Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 82 Katalog poruch netuhých vozovek
- Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek
- Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 115 Opravy trhlin na vozovkách s asfaltovým krytem
- Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací
- Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací TKP kapitola 1 - Všeobecně
- Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací TKP kapitola 7 - Hutněné asfaltové vrstvy
- Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací TKP kapitola 8 – Litý asfalt

2.5 Obecné požadavky na asfaltové směsi a vrstvy v konstrukci vozovky

Hovoříme-li o problematice finančního vyčíslení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev asfaltových vozovek, je nejprve nutné porozumět základním technickým a kvalitativním požadavkům, které jsou na tuto část konstrukce vozovky kladeny. Tato kapitola se snaží velice stručně shrnout problematiku kvalitativních požadavků na asfaltové směsi a vrstvy tak, jak je popsána v obecně platných technických předpisech pro Českou republiku.

2.5.1 Kvalitativní požadavky na asfaltové směsi

Kvalitativní požadavky na asfaltové směsi jsou v České republice definovány jednak takzvanými evropskými výrobními normami, což jsou normy řady ČSN EN 13108-1 [13], ČSN EN 13108-2 [14], ČSN EN 13108-5 [15], ČSN EN 13108-6 [16], ČSN EN 13108-7 [17] a dále národními normami ČSN 736121 [25] a ČSN 736122 [26]. K výše uvedeným předpisům také

přístupuje evropská norma ČSN EN 13108-20 [19] zabývající se požadavky na tvorbu takzvané počáteční zkoušky typu asfaltové směsi ITT (Initial Type Test) a evropská norma ČSN EN 13108-21 [20] zabývající se požadavky na systém řízení výroby u výrobce asfaltové směsi FPC (Factory Production Control). Níže jsou v tabulkách 2 až 7 pro informaci uvedeny základní požadované parametry na nejrozšířenější asfaltové směsi, používané při výstavbě a rekonstrukcích vozovek pozemních komunikací v České republice a současně i požadované parametry na vstupní materiály do těchto asfaltových směsí. Detailní informace k problematice popisované v této kapitole jsou pak uvedeny ve výše zmíněných normách a nejsou předmětem této dizertační práce.

Tabulka 2 Požadované parametry asfaltových pojiv do asfaltových směsí

Typ asfaltového pojiva	Požadované parametry
Silniční asfalty - ČSN EN 12591	Penetrace při 25°C – ČSN EN 1426
	Bod měknutí - ČSN EN 1427
	Odolnost proti stárnutí při 163°C ČSN EN 12607-1 - Změna hmotnosti - Zbylá penetrace - Zvýšení bodu měknutí
	Bod lámavosti podle Fraasse – ČSN EN 12593
Polymerem modifikované asfalty ČSN EN 14023	Penetrace při 25°C – ČSN EN 1426
	Bod měknutí - ČSN EN 1427
	Koheze – silová duktility - ČSN EN 13589, ČSN EN 13703
	Odolnost proti stárnutí při 163°C ČSN EN 12607-1 - Změna hmotnosti - Zbylá penetrace - Zvýšení bodu měknutí
	Bod lámavosti podle Fraasse – ČSN EN 12593
	Vratná duktilita při 25°C – ČSN EN 13398 Vratná duktilita při 10°C – ČSN EN 13398
	Skladovací stabilita – rozdíl bodu měknutí ČSN EN 13399, ČSN EN 1427

Tabulka 3 Požadované parametry kameniva do asfaltových směsí

Typ kameniva do asfaltové směsi	Požadované parametry
Drobné kamenivo - směs kameniva	Zrnitost - ČSN EN 933-1
	Obsah jemných částic f - ČSN EN 933-1
	Kvalita jemných částic MB_f - ČSN EN 933-9
Hrubé kamenivo	Zrnitost - ČSN EN 933-1
	Obsah jemných částic f - ČSN EN 933-1
	Tvarový index SI - ČSN EN 933-4
	Odolnost proti drčení LA - ČSN EN 1097-2
	Ochladitelnost PSV - ČSN EN 1097-8
	Nasákavost WA₂₄ - ČSN EN 1097-6
	Trvanlivost síranem hořečnatým MS - ČSN EN 1367-2
	Odolnost proti zmrazování a rozmrazování F - ČSN EN 1367-1
Odolnost proti rozpadavosti čediče - ČSN EN 1367-3	
Filer z drobného drceného kameniva	Kvalita jemných částic MB_f - ČSN EN 933-9
	Delta kroužek a kulička Δ_{R&B} - ČSN EN 13179-1
Přídavný filer vápencový (frakce 0/0,125)	Zrnitost - ČSN EN 933-1
	Obsah vody w - ČSN EN 1097-5
	Obsah uhličitánů CC
	Měrná hmotnost ρ_f - ČSN EN 1097-7
<p><i>Pozn. drobné kamenivo = označení kameniva, jehož zrna jsou menší nebo rovna 2 mm, z nichž většina se zachytí na sítu 0,063 mm; hrubé kamenivo = označení kameniva, jehož zrna jsou menší nebo rovna 45 mm a větší nebo rovna 2 mm; směs kameniva = kamenivo sestávající z frakcí drobného a hrubého kameniva (pro použití do asfaltových směsí např. kamenivo frakce 0/4); filer z drobného kameniva = označení kameniva o zrnitosti menší než 0,125 mm.</i></p>	

Tabulka 4 Požadované parametry asfaltových směsí dle ČSN EN 13108-1

Typ asfaltové směsi	Požadované parametry							
	Zrnitost – ČSN EN 12697-2	Obsah rozpustného pojiva B ČSN EN 12697-1	Mezerovitost asfaltové směsi V ČSN EN 12697-8	Poměr pevnosti v příčném tahu ITSR ČSN EN 12697-12	Maximální poměrná hloubka koleje PRD_{AIR} po 5 000 cyklech – ČSN EN 12697-22	Maximální přírůstek hloubky koleje WTS_{AIR} ČSN EN 12697-22	Stupeň vyplnění mezer VFB	Maximální množství stečeného materiálu ČSN EN 12697-18
ACO S	X	X	X	X	X	X	-	-
ACO +	X	X	X	X	X	X	X	-
ACO	X	X	X	-	-	-	X	-
ACO CH	X	X	X	-	-	-	-	-
ACL S	X	X	X	X	X	X	-	-
ACL +	X	X	X	X	X	X	X	-
ACL	X	X	X	-	-	-	X	-
ACP S	X	X	X	-	-	-	X	-
ACP +	X	X	X	-	-	-	X	-

Pozn. ACO = asfaltový beton pro obrusné vrstvy; ACL = asfaltový beton pro ložní vrstvy; ACP = asfaltový beton pro podkladní vrstvy; S = označení pro asfaltovou směs se zvýšenou odolností proti tvorbě trvalých deformací; + = označení pro směsi kvalitativní třídy I podle dřívějších předpisů; CH = označení asfaltových směsí pro nemotoristické komunikace a chodníkové úpravy.

Tabulka 5 Požadované parametry asfaltových směsí dle ČSN EN 13108-2

Typ asfaltové směsi	Požadované parametry							
	Zrnitost – ČSN EN 12697-2	Obsah rozpustného pojiva B ČSN EN 12697-1	Mezerovitost asfaltové směsi V ČSN EN 12697-8	Poměr pevnosti v příčném tahu ITSR ČSN EN 12697-12	Maximální poměrná hloubka koleje PRD_{AIR} po 5 000 cyklech – ČSN EN 12697-22	Maximální přírůstek hloubky koleje WTS_{AIR} ČSN EN 12697-22	Stupeň vyplnění mezer VFB	Maximální množství stečeného materiálu ČSN EN 12697-18
BBTM A S	X	X	X	X	-	-	-	-
BBTM B S	X	X	X	X	-	-	-	-
BBTM C S	X	X	X	X	-	-	-	-
BBTM A +	X	X	X	X	-	-	-	-
BBTM B +	X	X	X	X	-	-	-	-
BBTM C +	X	X	X	X	-	-	-	-
BBTM A	X	X	X	-	-	-	-	-
BBTM B	X	X	X	-	-	-	-	-

Pozn. *BBTM* =asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy; *A* = označení pro asfaltové směsi *BBTM* s vyšším obsahem drobného kameniva a jemných částic; *B* = označení pro asfaltové směsi *BBTM* s nižším obsahem drobného kameniva a jemných částic; *C* = označení pro asfaltové směsi *BBTM* s vyšším obsahem drobného kameniva a velmi vysokým obsahem jemných částic; *S* = označení pro asfaltovou směs se zvýšenou odolností proti tvorbě trvalých deformací; + = označení pro směsi kvalitativní třídy I podle dřívějších předpisů.

Tabulka 6 Požadované parametry asfaltových směsí dle ČSN EN 13108-5

Typ asfaltové směsi	Požadované parametry							
	Zrnitost – ČSN EN 12697-2	Obsah rozpustného pojiva B – ČSN EN 12697-1	Mezerovitost asfaltové směsi V ČSN EN 12697-8	Poměr pevnosti v příčném tahu ITSR ČSN EN 12697-12	Maximální poměrná hloubka koleje PRD_{AIR} po 5 000 cyklech – ČSN EN 12697-22	Maximální přírůstek hloubky koleje WTS_{AIR} ČSN EN 12697-22	Stupeň vyplnění mezer VFB	Maximální množství stečeného materiálu ČSN EN 12697-18
SMA S	X	X	X	-	X	X	X	X
SMA +	X	X	X	-	X	X	X	X
SMA	X	X	X	-	-	-	-	X

Pozn. SMA = asfaltový koberec mastixový; S = označení pro asfaltovou směs se zvýšenou odolností proti tvorbě trvalých deformací; + = označení pro směsi kvalitativní třídy I podle dřívějších předpisů.

Tabulka 7 Požadované parametry asfaltových směsí dle ČSN EN 13108-6

Typ asfaltové směsi	Požadované parametry
MA	Zrnitost – ČSN EN 12697-2
	Obsah rozpustného pojiva B – ČSN EN 12697-1
	Číslo tvrdosti I – ČSN EN 12697-20
	Přírůstek čísla tvrdosti I_{nc} - ČSN EN 12697-20

Pozn. MA = litý asfalt.

2.5.2 Kvalitativní požadavky na asfaltové vrstvy

Kvalitativní požadavky na asfaltové vrstvy jsou v České republice definovány národními normami ČSN 736121 [25] a ČSN 736122 [26]. Níže jsou v tabulkách 8 až 12 pro informaci uvedeny základní požadované parametry nejčastěji používaných asfaltových vrstev v České

republiky. Níže uvedené požadavky mohou být doplněny nebo rozšířeny resortními předpisy Ministerstva dopravy ČR jakými jsou například Technické kvalitativní podmínky TKP, Zvláštní technické kvalitativní podmínky ZTKA apod. Detailní informace k problematice popisované v této kapitole jsou pak uvedeny ve výše zmíněných normách a nejsou předmětem této dizertační práce.

Tabulka 8 Tloušťky vrstev z asfaltových směsí dle ČSN 736121 [25]

Druh asfaltové směsi	Tloušťka vrstvy v mm
Asfaltový beton podle ČSN EN 13108-1	
ACO 8	30 až 50
ACO 8 CH	25 až 40
ACO 11 S; ACO 11 +; ACO 11	35 až 50
ACO 16 S; ACO 16 +; ACO 16	45 až 60
ACL 16 S; ACL 16 +; ACL 16	50 až 70
ACL 22 S; ACL 22 +; ACL 22	60 až 90
ACP 16 S; ACP 16 +	50 až 80
ACP 22 S; ACP 22 +	60 až 100
Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy podle ČSN EN 13108-2	
BBTM 5 A; BBTM 8 A S; BBTM 11	25 až 30
BBTM 5 B; BBTM 8 B	20 až 25
BBTM 8 A +	20 až 30
Asfaltový koberec mastixový podle ČSN EN 13108-5	
SMA 4; SMA 5	15 až 30
SMA 8 S	25 až 40
SMA 8 +; SMA 8	20 až 40
SMA 11 S	35 až 45
SMA 11 +; SMA 11	30 až 50
SMA 16 +; SMA 16	40 až 60

Tabulka 9 Povolené odchylky od projektované tloušťky vrstvy dle ČSN 736121 [25]

Zkoušený parametr		Zkušební norma	Požadavek (mm)
Tloušťka vrstvy ^{a)}	$h_{\text{průměrná}}$	do 30 mm	min. 0,85 h
		nad 30 mm	min. 0,90 h
	$h_{\text{minimální}}$	ČSN EN 12697-36	min. 0,80 h ^{b)}

^{a)} Tloušťka vrstvy se měří na vývrtech, výpočtem z rozdílů geodetického zaměření vrstev nebo v místech, kde nelze provádět vývrty, výpočtem na základě spotřeby směsi.

^{b)} Neplatí pro BBTM a pro vyrovnávací vrstvy.

Tabulka 10 Minimální požadované parametry na pevnost spojení vrstev dle ČSN 736121 [25]

Průměr vývrtu	Zkušební norma	Minimální smyková síla ^{a)} spojení vrstev (kN)	
		Obrusná a ložní Obrusná a podkladní	Ložní a podkladní Podkladní a podkladní
150 mm	ČSN 73 6160	15,0	12,0
100 mm		6,7	5,3

^{a)} Smyková síla musí působit ve směru jízdy.

Tabulka 11 Dovolené odchylky rovnosti povrchu dle ČSN 736121 [25]

Zkoušený parametr	Zkušební norma	Maximální povolená odchylka pro jednotlivé vrstvy (mm) ^{c)} podle třídy dopravního zatížení					
		S - I			II - VI, CH		
		obrusná	ložní	podkladní	obrusná	ložní	podkladní
Podélná nerovnost ^{a) b)}	ČSN 73 6175	5 (4) ^{d)}	10 (8) ^{d)}	20 (15) ^{d)}	5 (8) ^{e)}	10	20
Příčná nerovnost ^{a)}		5 (4) ^{d)}	-	-	5 (8) ^{e)}		
Mezinárodní index nerovnosti IRI		≤ 1,9 m/km u letišť, dálnic, rychlostních silnic a rychlostních místních komunikací. U ostatních kategorií komunikací se hodnota IRI nepředepisuje, pokud dohoda objednatele se zhotovitelem nestanoví jinak.					

^{a)} Podélná nerovnost se měří latí o délce 4 m, příčná nerovnost se měří latí o délce 2 m. Je možno použít i jiné zařízení, poskytující shodné výsledky.

- b) Dovolené odchylky nerovnosti povrchu se mohou na vozovkách vyskytovat jen s pozvolným přechodem a nikoliv v krátkých stejnoměrných vzdálenostech a vždy musí být zajištěno dobré odvodnění povrchu vozovky.
- c) Hodnoty v závorkách platí při lokální výměně asfaltové vrstvy vozovek, na místních komunikacích s povrchovými znaky inženýrských sítí (např. vpustěmi, poklopy) a všeobecně při měření na chodnících.
- d) Hodnoty v závorkách platí pro dálnice a rychlostní silnice.

Tabulka 12 Požadované parametry na mezerovitost a míru zhutnění asfaltových hutněných vrstev dle ČSN 736121 [25]

Označení směsi	Požadovaná hodnota	
	Míra zhutnění ^{1) 2) 3)}	Mezerovitost vrstvy
ACO D S	min. 96 %; ϕ 98 %	2,0 až 7,0 %
ACO D + / ACO D	min. 96 %	2,0 až 7,5 %
ACO D CH / PA D	min. 95 %	-
SMA D S	min. 96 %; ϕ 98 %	2,0 až 7,0 %
SMA D + / SMA D	min. 96 %	2,0 až 7,5 %
ACL D S	min. 96 %; ϕ 98 %	2,5 až 8,0 %
ACL D + / ACL D	min. 96 %	2,5 až 8,5 %
ACP D S	min. 96 %; ϕ 98 %	3,0 až 10,0 %
ACP D +	min. 96 %	2,0 až 10,5 %

¹⁾ Na hodnoceném úseku může být maximálně 20 % výsledků v intervalu 96 % až 97 %, zbývajících 80% výsledků musí být ≥ 97 %.

²⁾ Průměrné hodnoty platí pro hodnocený úsek, v případě nesplnění požadované ϕ míry zhutnění je rozhodující mezerovitost vrstvy.

³⁾ Pokud se míra zhutnění stanovuje na základě vztažných objemových hmotností zjištěných z přeformovaných těles (vývrty, výseky), může být minimální míra zhutnění 96 % a neplatí poznámka ¹⁾ této tabulky.

2.6 Vady krytových vrstev netuhých vozovek

Vady krytových vrstev netuhých vozovek nastávají tehdy, jestliže provedení asfaltových hutněných vrstev, nebo asfaltová směs použitá k jejich realizaci, neodpovídají požadavkům

uvedeným v normách a předpisech, k jejichž dodržování se zhotovitel ve smlouvě zavázal. Obvykle bývá smlouvou požadováno dodržení norem specifikací ČSN EN a ČSN pro daný typ činností při výstavbě.

K výše zmíněným normám však v případě realizace staveb pro Ředitelství silnic a dálnic ČR, které má ve správě veškeré dálnice, rychlostní silnice a silnice I. třídy, přistupují další předpisy Ministerstva dopravy, jako jsou Technické podmínky TP, Technické kvalitativní podmínky TKP, eventuelně Zvláštní technické kvalitativní podmínky ZTKP zpracovávané pro každou stavbu zvlášť, jsou-li požadovány. Kvalitativní požadavky těchto předpisů pak bývají zapracovány do smlouvy o dílo a tímto se stávají pro zhotovitele závaznými.

2.6.1 Vady netuhých vozovek vznikající ve fázi návrhu konstrukce vozovky

Vady vznikající ve fázi návrhu konstrukce vozovky mohou pramenit v podstatě ze dvou základních příčin. Za první to může být případ, kdy projektant nemá dostatek informací o možných budoucích intenzitách dopravy, kterým bude navrhovaná komunikace vystavena nebo dostatečně nezohlední, pro jaký druh dopravy bude daná vozovka sloužit (např. bude-li se jednat o vozovku v oblasti světelně řízené křižovatky, s velkou pravděpodobností výskytu pomalé a zastavující těžké nákladní dopravy apod.) a konstrukci vozovky poddimenzuje. Proto je vždy při návrhu konstrukce vozovky velmi důležité, dobře zvážit k jakému účelu bude navrhovaná vozovka v průběhu své životnosti sloužit a jakým typem a intenzitou dopravy bude zatěžována.

Za druhé to může být případ, kdy je projektant v rámci snížení nákladů na výstavbu nucen navrhnout takovou konstrukci vozovky, která bude takzvaně „levnější“. Je nutné si však uvědomit, že takto navržená konstrukce vozovky nikdy nebude moci plnit svou funkci po celou dobu plánované životnosti a dříve nebo později se na ní objeví poruchy. Tyto poruchy si následně vyžádají další náklady, mnohdy podstatně vyšší než by byla cena takového provedení stavebního díla, které by bylo schopno bez problémů vydržet celé návrhové období.

2.6.2 Vady asfaltových směsí jako výrobku

Mezi vady asfaltových směsí patří zejména nedodržení předepsaných odchylek od počáteční zkoušky typu dané směsi. Jedná se zejména o odchylky v propadu na normou určených kontrolních sítích při prosévání vzorku kameniva získaného extrakcí ze zkoušené asfaltové směsi a o odchylky od požadovaného množství asfaltu dávkovaného do asfaltové směsi.

Za další vadu asfaltové směsi bývá také považováno nedodržení teploty a to jak při výrobě, tak při pokládce. Teplota asfaltové směsi velkou měrou ovlivňuje zpracovatelnost. Při nízkých teplotách již nelze na stavbě dosáhnout požadovaných hodnot míry zhutnění a mezerovitosti, což negativně ovlivňuje životnost této úpravy. Na druhou stranu, pokud je směs vyráběna při teplotách, které přesahují mezní teploty určené výrobcem asfaltového pojiva, ztrácí toto pojivo

do jisté míry své původní visko-elastické vlastnosti a tím i svou kvalitu. Takto znehodnocené pojivo pak nemůže plnit správně svou funkci v asfaltové směsi a stává se potencionálním zdrojem poruch.

V neposlední řadě může být asfaltová směs prohlášena za vadnou, jestliže vstupní materiály (tj. asfaltové pojivo a kamenivo) použité k její výrobě nesplňují normové požadavky. V praxi se jedná o případy, kdy výrobce asfaltové směsi použije kvalitativně horší vstupní materiály, které svými mechanicko-fyzikálními vlastnostmi neodpovídají materiálům schválených v počáteční zkoušce typu pro danou asfaltovou směs.

2.6.3 Vady realizované asfaltové vrstvy jako finální úpravy

Mezi nejčastější vady asfaltových vrstev patří zejména: nedodržení projektované tloušťky vrstvy, nedodržení požadované míry zhutnění vrstvy, nevyhovující nerovnosti na povrchu vrstvy, nedodržení projektových výšek, nedodržení projektovaných sklonů, nesplnění požadavků na protismykové vlastnosti povrchu vozovky a podobně.

Je velmi důležité rozlišit vady, které nemají zásadní vliv na bezpečnost silničního provozu a celkovou životnost konstrukce vozovky a vady, které mohou způsobit vážné ohrožení bezpečnosti silničního provozu nebo výrazně zkrátit životnost celé vozovky. K velmi vážným vadám patří například nesplnění požadavků na protismykové vlastnosti povrchu vozovky. Pokud taková vada nastane, není jiná možnost, než provést opatření, které zajistí úplné odstranění této vady.

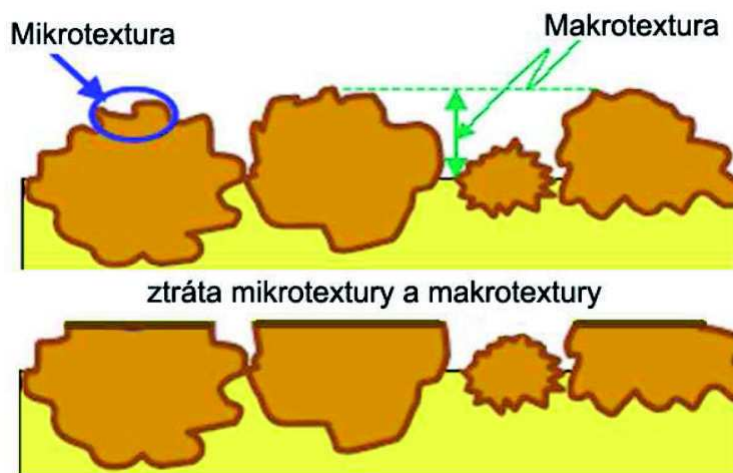
Jiným případem může být například nedodržení předepsané míry zhutnění asfaltové vrstvy. V takovémto případě je nutno rozlišit, zda dosažená hodnota je výrazně nižší než požadovaná normová hodnota, anebo jestli se zjištěná hodnota velmi blíží hodnotě požadované. Dále je třeba rozlišit, zda se jedná o problém pouze lokálního charakteru, či je provedená úprava nevyhovující v celém svém rozsahu. Jestliže se jedná pouze o lokální nevyhovující výsledek, který se svou hodnotou velmi blíží minimální normové hodnotě, je v mnoha případech rozumnější řešit tento problém přiměřenou srážkou z ceny stavebního díla.

2.7 Poruchy krytových vrstev netuhých vozovek

Poruchou krytových vrstev vozovek pozemních komunikací se rozumí poškození, nebo změna vlastností, která má přímý negativní vliv na provozní funkci a únosnost vozovky. Vznik poruchy vozovky může být důsledkem předešlé vady stavebního díla nebo může mít zcela jinou příčinu. V následujících částech tohoto textu je uvedeno základní členění poruch asfaltových vozovek ve smyslu Technických podmínek Ministerstva dopravy ČR TP 82 Katalog poruch netuhých vozovek [37].

2.7.1 Ztráta drsnosti povrchu vozovky

Pojmem drsnost rozumíme vlastnost povrchu vozovky vyjádřenou smykovým třením. Toto smykové tření (drsnost) pak působí jako odpor při pohybu povrchu pneumatiky po povrchu vozovky v souvislosti s působením sil vznikajících při brzdění, akcelerací, anebo změně směru jízdy vozidla. Obecně lze říci, že toto smykové tření ovlivňují dva základní faktory. Za prvé to je plocha a tvrdost pneumatiky, a za druhé to jsou vlastnosti povrchu vozovky. Budeme-li uvažovat, že vlastnosti pneumatik jsou prakticky dané jejich výrobcí a my je v podstatě ovlivnit nemůžeme, zbývá nám zaměřit se pouze na druhý faktor, kterým jsou parametry povrchu vozovky. Vlastnosti povrchu vozovky ve smyslu její drsnosti ovlivňují dva základní parametry, kterými jsou makrotextura a mikrotextura. Makrotextura je tvořena vystupujícími zrny kameniva z povrchu vozovky. Mikrotextura je tvořena drsností jednotlivých zrn kameniva, použitých v obrusné vrstvě.



Obrázek 1 Mikrotextura a makrotextura povrchu vozovky [68]

Ztráta drsnosti vlivem ztráty makrotextury:

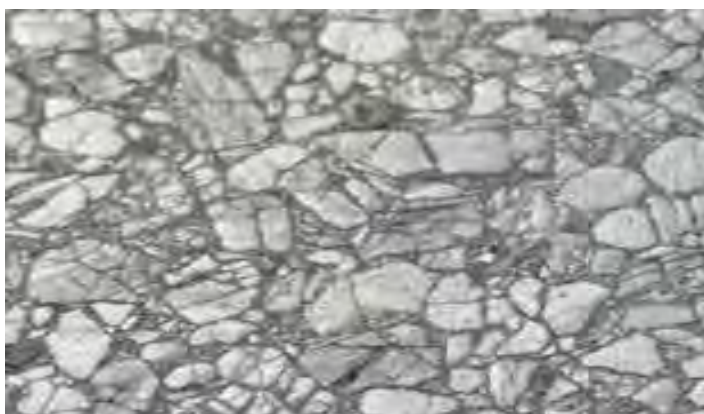
Ztráta makrotextury je většinou spojena s vystoupením asfaltového tmelu na povrch vozovky nebo naopak zatlačením vystupujících hrubých zrn kameniva do povrchu vozovky. Ztráta makrotextury ovlivňuje negativně hodnoty součinitele podélného a příčného tření zejména při vyšších rychlostech ($v > 60\text{km/h}$).



Obrázek 2 Příklad ztráty makrotextury [37]

Ztráta drsnosti vlivem ztráty mikrotextury:

Ztráta mikrotextury je spojena s nevhodnými vlastnostmi kameniva (použití snadno ohladitelných typů kameniva, jakými jsou například vápence a břidlice). Ztráta mikrotextury ovlivňuje negativně hodnoty součinitele podélného a příčného tření zejména při nižších rychlostech ($v < 60\text{km/h}$).



Obrázek 3 Příklad ztráty mikrotextury [37]

Z výše uvedených skutečností tedy vyplývá, že poruchám krytu netuhých vozovek ztrátou drsnosti lze zabránit vhodnou volbou kameniva do asfaltové směsi, vhodným návrhem asfaltové směsi, správnou výrobou v souladu s návrhem (nevhodné jsou směsi s velmi vysokým obsahem asfaltového pojiva, nebo směsi, u kterých nedojde k zaklínění hrubých zrn kameniva) a vhodnou volbou pojiva (nevhodná jsou měkkší pojiva s vysokou penetrací a nízkým bodem měknutí).

2.7.2 Trvalé deformace krytu vozovky

Asfaltové pojivo, kterým jsou v asfaltových vrstvách vzájemně propojeny a vázány jednotlivá zrna kameniva je v podstatě elasticko-viskózní látkou. Je nutné si tedy uvědomit skutečnost, že

chování asfaltového pojiva ve směsi s kamenivem je velmi výrazně ovlivněno teplotou okolního prostředí a způsobem namáhání asfaltové vrstvy. Zatím co při nižších teplotách a vyšších rychlostech vozidel, zatěžujících asfaltové vrstvy, se asfaltové pojivo chová jako pevná a křehká látka, při vyšších teplotách a pomalé či zastavující dopravě se asfaltové pojivo chová jako hustá kapalina. Jestliže dochází k zatěžování asfaltové vrstvy pomalou a zastavující dopravou při vysokých teplotách okolního prostředí, jednotlivá zrna kameniva, která tvoří takzvanou kostru, se začnou pohybovat z míst soustředěného tlaku do míst mimo jeho působení.

Rozdělení trvalých deformací krytu vozovky podle předpisu TP 82 [37]:

- prohlubeň v místě stání vozidla,
- opakované prohlubně v podélném směru (zejména před světelně řízenými křižovatkami),
- vyjeté koleje ve stopách nákladních vozidel,
- nepravidelné nerovnosti od působení vodorovných sil,
- náhodné nerovnosti (jsou způsobené zejména nehomogenním složením směsi, nebo nevhodným spojením vrstev vozovky).

Je zřejmé, že v rámci prevence vzniku trvalých deformací asfaltových vrstev je nezbytné přistupovat k této skutečnosti zodpovědně již ve fázi návrhu konstrukce vozovky. Zejména je důležité dostatečně zhodnotit charakter dopravy a třídu dopravního zatížení TDZ, kterou bude komunikace zatěžovaná, zhodnotit všechny vlivy tohoto zatížení na celou konstrukci vozovky a volit takové směsi, které budou vykazovat vhodné vlastnosti pro daný způsob a intenzitu dopravního zatížení.



Obrázek 4 Příklad vyjetých kolejí v asfaltových vrstvách vozovky [37]

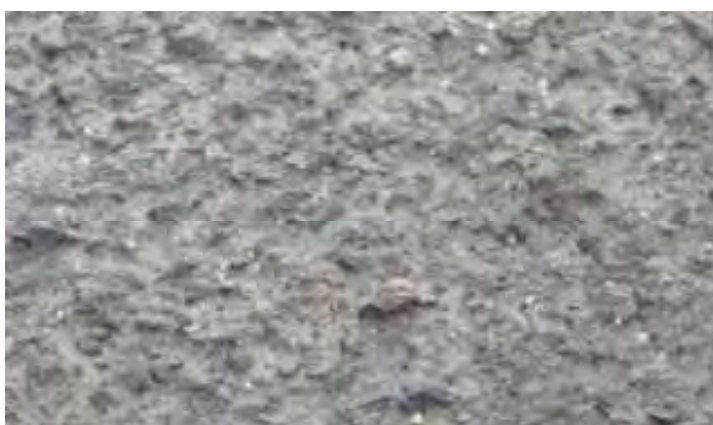
2.7.3 Ztráta hmoty z krytu

Ztrátou hmoty z krytu se rozumí uvolňování asfaltového tmelu a zrn kameniva z povrchu asfaltové vrstvy, zejména v důsledku působení vody a stárnutí asfaltu. Tato porucha se nejprve projevuje ztrátou asfaltového tmelu, což je směs asfaltového pojiva a drobného kameniva do velikosti 2 mm. V důsledku zmiňované ztráty asfaltového tmelu pak dochází k obnažování větších zrn kameniva, která se ze směsi následně vylamují. Tento proces většinou pokračuje, a pokud není takto problémové místo včasně opraveno, porucha se rozšiřuje stále hlouběji do konstrukce vozovky. Z toho potom může pramenit i úplná ztráta obrusné vrstvy a pronikání poruch stále hlouběji do konstrukce vozovky.

Stádia porušení ztrátou hmoty z krytu netuhých vozovek podle předpisu TP 82 [37]:

- ztráta tmele,
- vylamování zrn hrubého kameniva,
- výtluk v obrusné vrstvě,
- výtluk v krytu.

Je patrné, že ztráta hmoty z krytu je jednou z poruch, u které velice záleží na včasné zajištění této poruchy a na jejím včasné odstranění v počátečních fázích vzniku, což má významný vliv na nákladnost této opravy. Zatím co při provedení opravy v počáteční fázi poruch nejsou náklady příliš velké a je možné tuto poruchu sanovat takovým způsobem, který v podstatě zachová původní životnost krytu vozovky, v případě že je tato porucha ponechána bez příslušného zásahu, vyvine se do takové míry, kdy už je třeba velkých investic k jejímu odstranění.



Obrázek 5 *Příklad hloubkové koroze povrchu asfaltové vozovky [37]*



Obrázek 6 Příklad výtluku v obrusné vrstvě [37]

2.7.4 Trhliny

2.7.4.1 Mrazové trhliny

Mrazové trhliny asfaltových vrstev jsou poruchy související se smršťováním asfaltu při nízkých teplotách. V případě, že teploty dosahují hodnot $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nižších, anebo ochlazení povrchu vozovky je příliš rychlé, mohou se na povrchu vozovky vyskytnout příčné smršťovací mrazové trhliny. Tyto trhliny se při opakovaných cyklech poklesu teploty pak mohou šířit směrem do hloubky obrusné vrstvy. Pokud se trhlina rozšíří směrem dolů, na celou tloušťku obrusné vrstvy, dochází obvykle k delšímu postupu trhliny směrem níže do ložní a podkladní vrstvy, nebo dojde k porušení spojení vrstev na hranici obrusné a ložní vrstvy.

Stádia porušení vozovky příčnými trhlinami podle předpisu TP 82 [37]:

- úzká trhlina nepostihující celou šířku vozovky,
- úzká trhlina přes celou šířku vozovky,
- větvení trhlin, nebo vytváření přidružených trhlin,
- prohlubování a vznik široké trhliny s olamováním hran a případně vývojem přidružených trhlin.

Mrazovým trhlinám lze tedy předcházet vhodnou volbou druhu asfaltového pojiva a i v tomto případě platí, že pokud dojde ke vzniku této poruchy, je z ekonomického hlediska podstatně výhodnější provést méně nákladnou opravu ve stádiu jejího vzniku, než nechat poruchu dospět do pokročilejší fáze, kdy jsou náklady na opravu podstatně vyšší.

2.7.4.2 Reflexní trhliny

Reflexní trhliny přímo souvisejí s použitím cementem stmelých vrstev v konstrukci vozovky nebo cementem stabilizovaných vrstev v podloží vozovky. Pokud jsou pod souvrstvím asfaltových vrstev provedeny podkladní cementem stmelené, nebo v podloží vozovky cementem stabilizované vrstvy, mohou se trhliny vzniklé v cementem stmelené, nebo stabilizované vrstvě od smršťování v důsledku hydratace pojiva této vrstvy prokopírovat přes celé souvrství, až na obrusnou vrstvu, přičemž lze tvrdit, že obecně platí zásada, čím vyšší je pevnost cementem stmelené, nebo stabilizované vrstvy, tím menší je vzdálenost mezi trhlínami. Jestliže dojde k vytvoření reflexních trhlín, projevuje se dále i pracování těchto trhlín v podobě opětovného roztahování a smršťování v důsledku teplotních změn vrstvy, což má za následek až zmiňované prokopírování trhlíny do obrusné vrstvy vozovky. V případě prokopírování trhlíny do obrusné vrstvy dochází následně k vnikání vody do konstrukce vozovky, z čehož ve většině případů plynou další související poruchy celé konstrukce vozovky, jako jsou například: široké trhliny, široké trhliny s odlamováním hran trhlín, narušení spojení vrstev a následný vznik podružných mozaikových trhlín.

Vzniku reflexních trhlín lze předcházet neprováděním cementem stmelých nebo stabilizovaných vrstev pod konstrukce asfaltových krytů, nebo v případě realizace této technologie, zamezit ochrannou vrstvou prokopírování trhlín do asfaltových vrstev, eventuálně je možné vznik těchto trhlín eliminovat přehutněním cementem stmelých vrstev v době jejich tuhnutí lehkým vibračním válcem.

2.7.4.3 Mozaikové trhliny

Příčinou vzniku mozaikových trhlín je nedostatečné spojení vrstev, které má za následek mnohem větší namáhání jednotlivých vrstev v konstrukci vozovky. Při opakovaném zatěžování vrstev, které nejsou dostatečně spojeny, dochází k nadměrnému namáhání zejména obrusné vrstvy. Toto nadměrné namáhání často vede až k porušení této vrstvy. Porušení se zpravidla začínou objevovat nejprve v místech největšího namáhání a v bodech oslabení vrstvy (porušená zrna kameniva, segregovaná místa s vyšší mezerovitostí apod.). Dochází pak k narušení spojení mezi vzájemně se dotýkajícími zrny kameniva, což je zárodkem vzniku trhlíny. Vzniklé trhliny se pak šíří souběžně se směrem jízdy vozidel, prodlužují se a větví v přímé souvislosti s tím jak následují další a další oslabení vrstvy. Trhliny se následně začínají spojovat a zahušťovat, až dojde k vytvoření sítě trhlín, kde vzdálenosti jednotlivých trhlín odpovídají až tloušťce nespojené vrstvy.

Stádia vzniku mozaikových trhlín podle předpisu TP 82 [37]:

- vznik krátké, sotva patrné trhlíny,

- nepravidelná úzká podélná trhlina uvnitř, nebo častěji pak vně stopy těžkých nákladních vozidel,
- větvení trhliny do stop i mimo stopu vozidel (rozvětvené trhliny),
- vznik sítě trhlín,
- zvětšení a zahuštění sítě trhlín,
- vylamování částí vrstvy mezi trhlinami → vznik výtluků.

Dalším významným problémem spojeným s mozaikovými trhlinami je skutečnost, že těmito trhlinami vniká do konstrukce vozovky voda, která je následně vlivem zatěžování pod tlakem vytlačována ven, což má za následek erozi postižené vrstvy.

Princip zabránění vzniku mozaikových trhlín je však velmi jednoduchý. Stačí důsledně dodržovat normové požadavky na spojení vrstev, což znamená řádné provedení spojovacího postřiku v předepsané míře na očištěný podklad. Dále je důležité při pokládce asfaltových směsí zabránit znečištění vrstvy opatřené spojovacím postřikem, na niž je následující vrstva kladena.



Obrázek 7 Příklad mozaikových trhlín [37]

2.7.4.4 Porušení pracovních spár

Jestliže jsou asfaltové hutněné vrstvy pokládány na tzv. studenou spáru, vzniká v této oblasti oslabený průřez. Vznik oslabeného průřezu vyplývá z nedostatečného zhutnění prvního

pokládaného pásu u volného okraje a nedokonalého spojení s vrstvou pokládanou v následujícím pásu.

Na spojení dochází k poruchám, jako jsou například:

- příčná a podélná trhlina s vývojem jako u trhliny mrazové (úzká trhlina, široká trhlina, podružné trhliny, výtlučky),
- ztráta hmoty z krytu (ztráta asfaltového tmele, hloubková koroze, výtlučky).

Do značné míry však lze tyto negativní vlivy eliminovat volbou vhodných opatření při samotné pokládce asfaltových směsí a následně pak vhodným ošetřením vzniklých pracovních spár.

2.7.4.5 Trhliny v konstrukci vozovky

Tyto poruchy netuhých vozovek vyplývají ze skutečnosti, že v místě největšího namáhání opakovaným zatížením dochází k narušení spojení jednotlivých zrn kameniva u spodní části asfaltového souvrství a tím i k následnému vzniku trhliny. Tato trhlina se pak v důsledku dalšího namáhání postupně šíří konstrukcí vozovky až k obrusné vrstvě. V okamžiku, kdy trhlina dosáhne obrusné vrstvy, začne do konstrukce vozovky vnikat voda, která negativně ovlivní chování podloží vozovky. Trhlina se pak šíří a větví. Dochází ke spojení s dalšími trhlinami, které vytvářejí síť. Tato síť je však méně hustá než síť u trhlín mozaikových. Dále pak dochází k zatlačování vozovky do podloží.

Vývoj podélné trhliny ve stopě vozidla podle předpisu TP 82 [37]:

- rozšiřování trhliny,
- prodlužování a větvení trhliny,
- síťové trhliny,
- podélný hrbol,
- prolomení vozovky.

Trhlinám v konstrukci vozovky lze úspěšně předcházet zejména vhodným návrhem konstrukce vozovky. To znamená vycházet z reálných předpokladů dopravního zatížení projektované vozovky, eventuelně u již dříve realizovaných staveb, u nichž došlo k nepředpokládanému nárůstu dopravního zatížení, včas provést zesílení konstrukce vozovky.

2.7.4.6 Ostatní typy trhlín

V běžné praxi se pak můžeme setkat i s jinými, méně častými druhy trhlín. Zde jsou některé příklady těchto poruch podle předpisu TP 82 [37]:

- trhliny v obrusné vrstvě ve tvaru srpů vzniklé posunem nespojené obrusné vrstvy vodorovným zatížením od brzdění a rozjíždění vozidel,
- smykové trhliny lemující poruchy zemního tělesa usmýknutím, poklesem, propadem apod.,
- podélné trhliny mrazovým zdvihem středu vozovky.

2.8 Diagnostické metody používané v oblasti netuhých vozovek pozemních komunikací

Správná diagnostika stavu konstrukce vozovky je jednou z klíčových kompetencí soudního znalce v oboru pozemních komunikací. Aby byl soudní znalec schopen správně určit příčiny vzniku poruch konstrukce vozovky, je nezbytné nejprve důkladně porozumět jejímu chování v konkrétním posuzovaném případě. K tomuto účelu je možné využít celé řady diagnostických metod, které v sobě zahrnují různé typy nedestruktivních a destruktivních zkušebních metod. Níže je uveden výčet v praxi běžně používaných zkušebních metod pro diagnostiku netuhých vozovek pozemních komunikací.

2.8.1 Nedestruktivní zkušební metody

Poruchy viditelné na povrchu vozovky mohou mít v mnoha případech přímou souvislost s nestandardním chováním konstrukce vozovky nebo s nestandardními vlastnostmi materiálů použitých v konstrukci vozovky. Pro prvotní zjištění možných příčin vzniku posuzovaných poruch mohou s výhodou posloužit různé metody nedestruktivního zkoušení. Vhodně zvolený plán nedestruktivního zkoušení na posuzovaném úseku pozemní komunikace je často nejefektivnějším nástrojem pro identifikaci dalších míst pravděpodobného vzniku poruch, míst pro provedení následných destruktivních zkoušek (např. odběr jádrových vývrtů apod.). Některé druhy nedestruktivního zkoušení jsou také často periodicky prováděnou činností v rámci systému hospodaření s vozovkou (Pavement Management System) ze strany některých majetkových správců vozovek pozemních komunikací, jako velice účinný nástroj pro stanovení správných postupů v rámci plánování a provádění údržby a oprav.

Nejčastěji používanými zařízeními pro nedestruktivní zkušebnictví v oblasti vozovek pozemních komunikací jsou zejména:

- georadar GPR (Ground Penetration Radar),
- rázové zatěžovací zařízení pro měření únosnosti vozovky FWD (Falling Weight Deflectometer),
- zařízení pro měření protismykových vlastností povrchů vozovek (např. TRT apod.),

- nukleární zařízení pro stanovení objemové hmotnosti, míry zhutnění a mezerovitosti asfaltové vrstvy (radiosonda TROXLER),
- profilometry a zařízení pro měření nerovnosti.

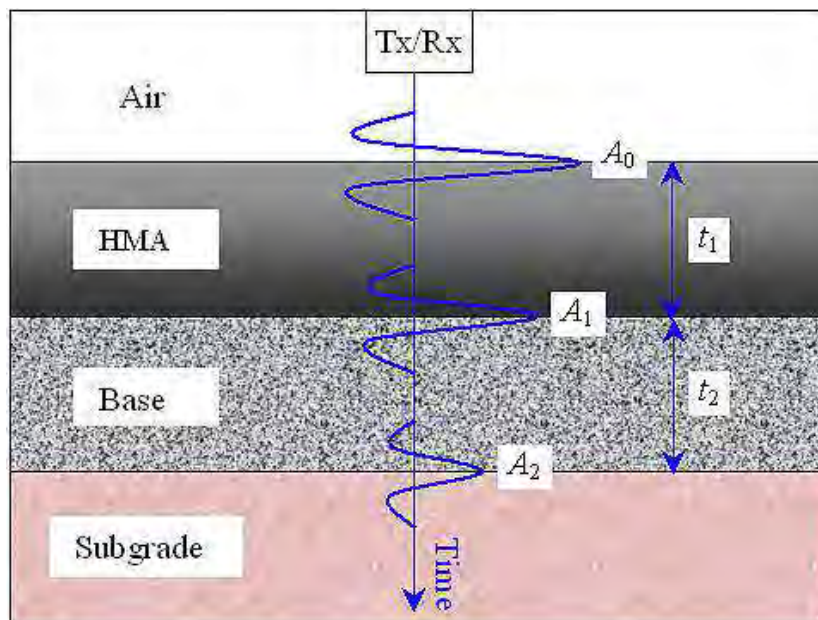
2.8.1.1 Georadar GPR (Ground Penetration Radar)

Georadar je zařízení, které do konstrukce vozovky v pravidelných časových intervalech vysílá elektromagnetické pulzy. Toto zařízení je vybaveno vysílačem a přijímačem elektromagnetického vlnění a na základě rozdílné vodivosti a permitivity vozovkových vrstev je následně možné určit tloušťky jednotlivých vozovkových vrstev. Georadar je zařízení, které je velice vhodné k určení nehomogenit v konstrukci vozovky, zvodněných míst v podkladních vrstvách a podloží vozovky, kaveren a vzduchových kapes v konstrukci vozovky apod. Při použití takzvaných air-coupled antén je možné provádět měření i při běžných rychlostech silničního provozu. Platí však pravidlo, že čím je nižší rychlost pojezdu georadaru po vozovce, tím je přesnost naměřených údajů vyšší. Negativem při používání air-coupled antény je také skutečnost, že měření může být negativně ovlivněno například jinými elektromagnetickými vysílači v okolí (např. vysílače mobilních telefonních sítí apod.). Pro zajištění lepší přesnosti měření georadarem je možno použít takzvanou ground-coupled anténu, která bývá buď v bezprostředním kontaktu s povrchem vozovky, anebo se pohybuje těsně nad ním. Měření pomocí tohoto typu antény však musí být prováděno při poměrně nízkých rychlostech, což vyžaduje dopravní opatření na omezení, či usměrnění silničního provozu v době provádění měření.

Nízkofrekvenční měření (200 až 600 MHz) má dobrý dosah do hloubky pod měřeným povrchem, ale relativně horší vertikální rozlišení. Proto se nízkofrekvenční měření používá především pro hodnocení podkladních vrstev a podloží vozovky. Měření při vyšších frekvencích (více než 600 MHz) mají relativně nízký dosah do hloubky pod měřeným povrchem vozovky, ale poměrně dobré vertikální rozlišení. Měření při frekvencích nad 600 MHz se většinou používají v kombinaci s air-coupled anténou pro hodnocení parametrů svrchních vozovkových vrstev. Možná je také samozřejmě kombinace obou výše popsanych způsobů měření, čímž lze dosáhnout maximálních přesností, co se týče použití georadaru pro stanovení modelu konstrukce vozovky na diagnostikovaném úseku dané pozemní komunikace.

Výstup z georadarového měření však není vhodné samostatně použít jako nástroj pro vytvoření konečných závěrů znaleckého šetření. Nicméně zejména v kombinaci s měřením únosnosti vozovky pomocí rázového zatěžovacího zařízení FWD se jedná o velice užitečný způsob nedestruktivního zkoušení, který znalci umožní přesnou lokalizaci konkrétních problémových míst, která budou následně podrobena podrobnějšímu zkoumání v rámci znaleckého šetření. Zařízení je ovšem vždy nutno kalibrovat na materiály skutečně použité v konstrukci vozovky,

což znamená, že je vždy nezbytné provedení několika jádrových vývrtů, které poslouží jako referenční vzorek pro kalibraci georadaru. Předností georadaru je zejména to, že za pomoci pouze několika málo jádrových vývrtů lze získat obecný přehled o konstrukci vozovky a jejích nehomogenitách v celém posuzovaném úseku pozemní komunikace.



Obrázek 8 Princip fungování georadaru [69]



Obrázek 9 Příklad georadaru pro použití v diagnostice vozovek pozemních komunikací s air-coupled anténou [70]



Obrázek 10 Příklad georadaru pro použití v diagnostice vozovek pozemních komunikací s ground-coupled anténou [49]

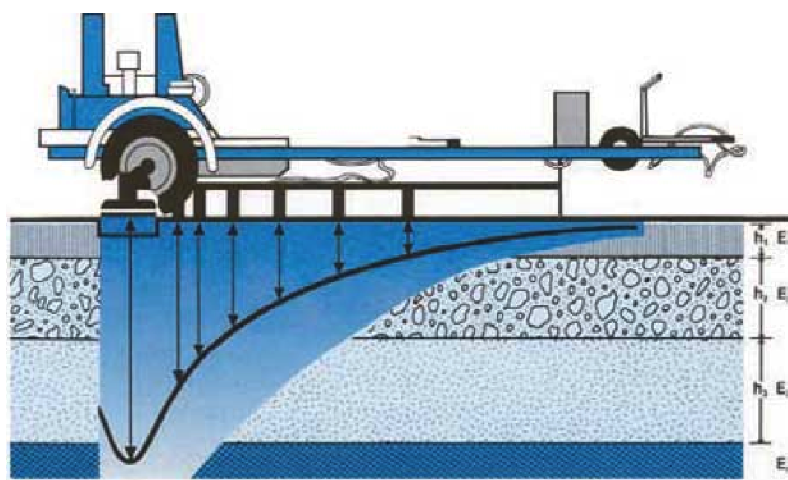
2.8.1.2 Rázové zatěžovací zařízení FWD (Falling Weight Deflectometer)

Rázové zatěžovací zařízení pro měření únosnosti vozovky FWD je vhodné pro stanovení případných strukturálních poruch v konstrukci vozovky. V České republice se měření zařízením FWD řídí normou ČSN 736192 [32], která blíže specifikuje základní technické parametry zařízení pro rázovou zatěžovací zkoušku a stanovuje způsob zjišťování průhybu tuhých i netuhých vozovek, jejich vrstev a podloží. Dále tato norma určuje postupy vyhodnocení rázových zatěžovacích zkoušek tuhých i netuhých vozovek, jejich vrstev a podloží nevyžadující použití výpočetní techniky. Norma ČSN 736192 [32] specifikuje níže uvedené pojmy a definice:

- **Rázový pulz** je průběh rázového buzení charakterizovaný vysokým gradientem síly. [32]
- **Průhyb** je svislá deformace povrchu zkoušeného prostředí vyvolaná působením rázového pulzu při rázové zatěžovací zkoušce. [32]
- **Rázová zatěžovací zkouška** je nedestruktivní zkouška, při níž je povrch zkoušeného prostředí (kryt vozovky) zatížen rázovým pulzem tvaru přibližně poloviční sinusoidy. Rázový pulz je vyvinut pádem závaží na kruhovou zatěžovací desku prostřednictvím tlumícího systému. Rázovou zatěžovací zkouškou se stanoví průhyb povrchu zkoušeného prostředí v závislosti na fyzikálně mechanických vlastnostech tohoto prostředí, velikosti rázového pulzu a vzdálenosti od zkušebního místa. [32]
- **Absolutní snímač průhybu** je snímač, který měří určující veličinu kmitání vzhledem k vlastní setrvačné soustavě. [32]

- **Relativní snímač průhybu** je snímač, který měří určující veličinu mechanického kmitání vzhledem k libovolně zvolené rovině. [32]
- **Zkušební místo při měření zařízením FWD** je místo dotyku středu zatěžovací desky rázového zařízení s povrchem zkoušeného prostředí. [32]
- **Rázový modul pružnosti** je hodnota vyjadřující vztah napětí a pružného přetvoření zkoušeného prostředí při rázové zatěžovací zkoušce. [32]
- **Rázový modul deformace** je hodnota vyjadřující vztah napětí a celkového přetvoření (součtu pružného a trvalého přetvoření) zkoušeného prostředí při rázové zatěžovací zkoušce. [32]
- **Průhybová čára** je průsečnice svislé roviny procházející osou zatěžovací desky s povrchem zkoušeného prostředí, deformovaným účinkem rázového pulzu při rázové zatěžovací zkoušce. Průhybová čára je sestrojena jako spojnice maximálních průhybů registrovaných všemi jednotlivými absolutními snímači rázového zařízení. [32]

Rázové zatěžovací zařízení FWD se skládá ze zatěžovací desky, snímače síly, tlumícího systému, vodící tyče závaží, sady závaží, minimálně šesti snímačů průhybu vozovky a nosníku snímačů, umožňujícího rozmístění jednotlivých snímačů v doporučené řadě. Podrobně jsou požadavky na rázové zatěžovací zařízení FWD, postup měření a jeho vyhodnocování popsány v technické normě ČSN 736192 [32]. Z průhybových čar naměřených na povrchu zkoušené vozovky rázovým zatěžovacím zařízením FWD lze následně spočítat rázový modul pružnosti, únosnost vozovky, zbytkovou životnost vozovky, případně návrh zesílení vozovky. Při výpočtu se vychází z teorie lineárně pružného, vrstevnatého poloprostoru. Princip měření průhybu vozovky zařízením FWD je schematicky znázorněn v obrázku 11 níže.



Obrázek 11 Princip měření rázovým zatěžovacím zařízením FWD [71]

V České republice může být k měření rázovým zatěžovacím zařízením FWD použito pouze takové zařízení, které disponuje příslušným oprávněním Ministerstva dopravy ČR.



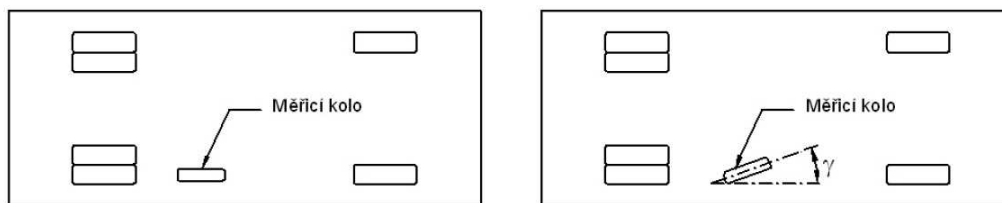
Obrázek 12 Rázové zatěžovací zařízení FWD používané v ČR firmou PavEx Consulting, s.r.o.

2.8.1.3 Zařízení pro měření protismykových vlastností povrchu vozovek

Protismykové vlastnosti povrchu vozovky jsou většinou určovány hodnotou součinitele tření. Zařízení a zkušební metody pro měření protismykových vlastností povrchu vozovky, které je možno použít v České republice jsou popsány v technické normě ČSN 736177 [31]. Norma ČSN 736177 specifikuje níže uvedené pojmy a definice:

- **Tření** je odolnost proti relativnímu pohybu mezi dvěma tělesy, která jsou v kontaktu; u dynamických metod se jedná o pohyb mezi povrchem vozovky a pneumatikou měřicího kola, které je přitěžováno předepsanou svislou silou a brzděno na předepsaný poměr skluzu nebo odkloněno od podélné osy; tření je specifikováno jako součinitel tření. [31]
- **Protismykové vlastnosti** jsou schopnost povrchu vozovky zatíženého dopravou zajišťovat prostřednictvím tření spolupůsobení mezi pohybující se pneumatikou a povrchem vozovky; protismykové vlastnosti lze posuzovat na základě zjištění součinitele tření. [31]
- **Textura povrchu vozovky** je morfologické uspořádání částic materiálu vytvářejícího povrch vozovky daný jeho mikrotexturou a makrotexturou; textura je definovaná odchylkou povrchu vozovky od ideálně rovného povrchu a vlnovou délkou; tyto dvě veličiny spolu korespondují, s čímž souvisí také názvosloví založené na délce vlny. [31]

- **Mikrotextura** je odchylka povrchu vozovky od ideálně rovného povrchu s charakteristickými rozměry menšími než 0,5 mm odpovídající vlnovým délkám textury v třetinooktávových pásmech se střední vlnovou délkou do 0,5 mm; je dána velikostí a tvarem výstupků jednotlivých zrn kameniva. [31]
- **Makrotextura** je odchylka povrchu vozovky od ideálně rovného povrchu s charakteristickými rozměry 0,5 mm až 50 mm odpovídající vlnovým délkám textury v třetinooktávových pásmech se střední vlnovou délkou v rozsahu 0,5 mm až 50 mm; makrotextura je v případě asfaltových povrchů tvořena hrubými a jemnými frakcemi kameniva vystupujícími nad ideálně rovný povrch. [31]
- **Měřicí rychlost** je rychlost, kterou měřicí zařízení jede po povrchu zkoušeného úseku vozovky. [31]
- **Měřicí stopa** je část povrchu vozovky odpovídající zpravidla pravé nebo levé jízdní stopě, kde dochází ke koncentraci pojezdů většiny vozidel. [31]
- **Součinitel tření zjištěný kyvadlem PTV (Pendulum Test Value)** je součinitel tření, který vyjadřuje ztrátu kinetické energie při tření standardní pryžové třecí patky kyvadla po zkoušeném povrchu vozovky; hodnota součinitele tření zjištěná kyvadlem vyjadřuje kvalitu mikrotextury měřeného povrchu. [31]
- **Střední hloubka textury povrchu vozovky zjištěná odměrnou metodou MTD (Mean Texture Depth)** je hloubka textury, která vyjadřuje střední hloubku textury povrchu vozovky určenou vztahem mezi daným objemem skleněných kuliček a plochou, na které kuličky vyplní bezezbytku prohlubně na povrchu vozovky; hodnota MTD vyjadřuje velikost makrotextury měřeného povrchu. [31]
- **Střední hloubka profilu povrchu vozovky MPD (Mean Profile Depth)** je hloubka profilu vypočítaná z podrobného podélného profilu makrotextury snímaného pomocí laserových systémů na filtrované délce od 0,5 mm do 50 mm. [31]
- **Součinitel podélného tření povrchu vozovky f_p zjištěný dynamickým měřicím zařízením** je součinitel, který vyjadřuje vztah mezi podélnou silou a svislou silou při smykovém tření pneumatiky měřicího kola po zkoušeném povrchu vozovky v podélném směru. [31]
- **Součinitel bočního tření povrchu vozovky f_b zjištěný dynamickým měřicím zařízením** je součinitel, který vyjadřuje vztah mezi boční silou při daném odklonu osy měřicího kola od podélné osy měřicího zařízení v místě dotyku pneumatiky se zkoušeným povrchem vozovky a svislou silou. [31]



Obrázek 13 Schéma zařízení pro měření podélného a bočního tření [31]

Výsledné protismykové vlastnosti vozovky jsou dány jednak makrotexturou a jednak mikrotexturou jejího povrchu. V ČR jsou protismykové vlastnosti vozovky klasifikovány dle technické normy ČSN 736177 [31] v pěti třídách (viz. tabulka 13 níže).

Tabulka 13 Klasifikace protismykových vlastností vozovek používaná v ČR

Číslo klasifikačního stupně	Slovní popis
1	Výborné protismykové vlastnosti
2	Dobré protismykové vlastnosti
3	Vyhovující protismykové vlastnosti
4	Nevyhovující protismykové vlastnosti
5	Havarijní stav

Norma ČSN 736177 [31] také specifikuje metody měření protismykových vlastností vozovek a jejich vyhodnocování. Konkrétně se jedná o níže uvedené metody měření:

- Zjišťování součinitele tření povrchu vozovky kyvadlem PTV (Pendulum Test Value).
 - Provádí se podle technické normy ČSN EN 13036-4.
- Zjišťování střední hloubky textury povrchu vozovky odměrnou metodou MTD (Mean Texture Depth).
 - Provádí se podle technické normy ČSN EN 13036-1.
- Zjišťování střední hloubky profilu povrchu vozovky MPD (Mean Profile Depth).
 - Provádí se podle technických norem ČSN EN ISO 13473-1, ČSN EN ISO 13473-2, ČSN EN ISO 13473-3.

- Zjištění součinitele podélného nebo bočního tření povrchu vozovky dynamickým zařízením.
 - Provádí se podle technické normy ČSN 736177.
 - Měření musí být provedeno buď přímo národním referenčním zařízením, nebo výsledky měření součinitele podélného i bočního tření naměřené jiným měřicím zařízením než národním referenčním měřicím zařízením musí být pomocí převodních vztahů přepočteny na úroveň nejnižších ročních hodnot součinitele podélného tření národního referenčního zařízení, aby mohly být protismykové vlastnosti hodnoceny podle požadavků uvedených v příloze A normy ČSN 736177 [31]. V ČR je národním referenčním zařízením pro měření protismykových vlastností vozovek dynamickou metodou zařízení TRT (Tatra Runway Tester) podle technické normy ČSN P CEN/TS 15901-4.

Vyhodnocení naměřených hodnot protismykových vlastností vozovek se provádí podle přílohy A normy ČSN 736177 [31]. Tabulky pro vyhodnocení protismykových vlastností podle normy ČSN 736177 [31] na základě výše popsanych parametrů jsou uvedeny níže.

Tabulka 14 Hodnocení součinitele tření povrchu vozovky zjištěné kyvadlem (PTV) [31]

Klasifikační stupeň	1	2	3	4	5
PTV	≥ 70	69 až 60	59 až 50	49 až 40	≤ 39

Tabulka 15 Hodnocení střední hloubky textury povrchu vozovky zjištěné odměrnou metodou (MTD) [31]

Klasifikační stupeň	1	2	3	4	5
MTD	≥ 75	74 až 60	59 až 50	49 až 38	≤ 37

Tabulka 16 Hodnocení střední hloubky profilu povrchu vozovky (MPD) [31]

Klasifikační stupeň	1	2	3	4	5
MPD	≥ 69	68 až 50	49 až 37	36 až 22	≤ 21

Tabulka 17 *Hodnocení protismykových vlastností na základě součinitele podélného tření f_p*
[31]

Měřicí rychlost [km/h]	Klasifikační stupeň				
	1	2	3	4	5
40	$f_p \geq 0,68$	$f_p = 0,67$ až $0,59$	$f_p = 0,58$ až $0,50$	$f_p = 0,49$ až $0,41$	$f_p \leq 0,40$
60	$f_p \geq 0,60$	$f_p = 0,59$ až $0,52$	$f_p = 0,51$ až $0,44$	$f_p = 0,43$ až $0,36$	$f_p \leq 0,35$
80	$f_p \geq 0,53$	$f_p = 0,52$ až $0,46$	$f_p = 0,45$ až $0,39$	$f_p = 0,38$ až $0,32$	$f_p \leq 0,31$
100	$f_p \geq 0,47$	$f_p = 0,46$ až $0,41$	$f_p = 0,40$ až $0,35$	$f_p = 0,34$ až $0,29$	$f_p \leq 0,28$
120	$f_p \geq 0,42$	$f_p = 0,41$ až $0,37$	$f_p = 0,36$ až $0,32$	$f_p = 0,31$ až $0,27$	$f_p \leq 0,26$

Dále příloha A normy ČSN 736177 [31] také specifikuje požadované protismykové vlastnosti v různých fázích staří povrchu vozovky. Protismykové vlastnosti je možno určovat všemi výše uvedenými metodami, ale rozhodující je vždy výsledek měření kontinuálním dynamickým měřicím zařízením. Níže jsou uvedeny požadavky na klasifikační stupeň protismykových vlastností povrchu vozovky z hlediska fáze životního cyklu dané pozemní komunikace.

Tabulka 18 *Požadované klasifikace hodnocení protismykových vlastností a textury povrchu vozovky* [31]

Klasifikační stupeň	1	2	3	4	5
f_p , PTV ^{a)}					
1. D, S, MK ^{d)}					
MTD ^{a)} , MPD ^{a)}					
2. D, S, MK ^{d)} s dovolenou rychlostí vyšší než 50 km/h					
3. MK s dovolenou rychlostí 50 km/h a nižší					
	Stav nového povrchu vozovky při převjímcí práci				
	Posouzení povrchu vozovky na konci záruční doby ^{b)}				
	Plán souboru opatření pro zvýšení protismykových vlastností povrchu vozovky				
	Provedení opatření pro zvýšení protismykových vlastností povrchu vozovky ^{c)}				
^{a)} Měření textury lze pro posouzení protismykových vlastností použít jako závazné jen u MK					

s dovolenou rychlostí 50 km/h a nižší za podmínky, že proběhne současně jak měření PTV, tak i měření MTD nebo MPD a oba parametry jsou hodnoceny minimálně klasifikačním stupněm 3. V ostatních případech je měření textury pouze orientační a pro závazné posouzení se musí použít dynamické měřicí zařízení pro zjišťování součinitele tření.

- b) Délka záruční doby podle zvláštního předpisu.
- c) Do doby provedení opatření se na úseku osadí dopravní značka A 08 „Nebezpečí smyku“ s dodatkovou tabulkou E 06a „Za mokra“, případně se sníží nejvyšší dovolená rychlost jízdy dopravní značkou B 20a.
- d) Podle zákona č. 13/1997 Sb. [7]:
 - D – dálnice,
 - S – silnice,
 - MK – místní komunikace.

Níže jsou pak na obrázcích 14 a 15 uvedena některá zařízení pro měření povrchových vlastností vozovek dle technické normy ČSN 736177 [31].



Obrázek 14 Griptester – zařízení na dynamické měření protismykových vlastností vozovek [72]



Obrázek 15 Zařízení pro měření hodnoty PTV – Pendulum Test Value [73]

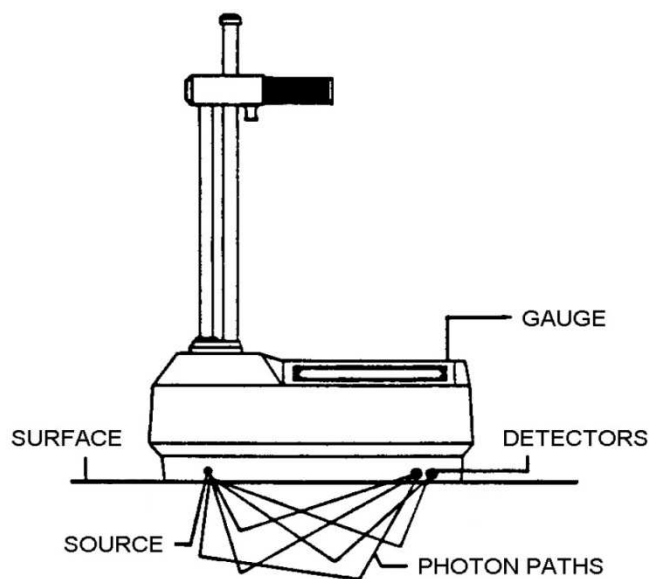
2.8.1.4 Nedestruktivní stanovení objemové hmotnosti asfaltové vrstvy

Pro nedestruktivní stanovení objemové hmotnosti asfaltové vrstvy lze použít několik typů měřících zařízení, které fungují na různých principech. V České republice jsou přímo v technické normě ČSN 736160 [29] popsány níže uvedené metody nedestruktivního měření:

- Rediometrická sonda Troxler, která pro stanovení objemové hmotnosti asfaltové vrstvy používá měření na principu rozptylu a absorpce ionizujícího záření gama. Jako zdroj gama záření je většinou používán uzavřený radionuklidový zdroj ^{136}Cs .
- Zařízení pracující na principu elektromagnetických vln použitých k měření dielektrických konstant materiálu (v našem případě asfaltové vrstvy). Příkladem zařízení tohoto typu je například souprava Pavement Quality Indicator (viz. obrázek 18).

Na základě zjištěných hodnot objemových hmotností je následně možné stanovit míru zhutnění a mezerovitost dané asfaltové vrstvy. Při použití výše zmíněných nedestruktivních zkušebních metod pro stanovení objemové hmotnosti asfaltových vrstev je však nezbytné vždy pracovat s možnou nepřesností provedených měření. Tato měření lze považovat za velmi vhodná pro orientační stanovení objemové hmotnosti asfaltové vrstvy například v souvislosti s obecným monitoringem stavu obrusné vrstvy v určitém úseku posuzované vozovky pozemní komunikace, ale pro jednoznačné stanovení parametrů asfaltové vrstvy z pohledu dosažené míry zhutnění a mezerovitosti je vždy nezbytné provést toto stanovení přímou metodou na odebraném jádrovém vývrtnu.

Níže jsou na obrázcích 16 až 18 zobrazena výše popsaná zařízení pro provádění nedestruktivních měření objemové hmotnosti asfaltových vrstev.



Obrázek 16 Princip fungování radiosondy Troxler [74]



Obrázek 17 Radiosonda Troxler 3440 [75]



Obrázek 18 Pavement Quality Indicator – TransTech Systems, Inc. [76]

2.8.1.5 Profilometry a zařízení pro měření nerovností povrchů vozovek

Velmi důležitým parametrem vozovky je rovnost jejího povrchu. Pro stanovení tohoto typu povrchových vlastností vozovky lze použít celou řadu zařízení. Profilometry a zařízení pro měření nerovností povrchu vozovky, které je možno použít v České republice jsou popsány v technické normě ČSN 736175 [30]. Konkrétně se jedná o níže uvedené metody:

- měření příčných a podélných profilů nerovnosti profilometry,
- měření podélné a příčné nerovnosti povrchu vozovky latí,
- měření podélné nerovnosti povrchu vozovky planografem,
- měření podélného a příčného profilu vozovky přesnou nivelací,
- měření podélné nerovnosti povrchu vozovky profilometrem s dvoumotovým odezvovým systémem,
- měření podélné nerovnosti povrchu vozovky vozidlem se snímačem svislého zrychlení,
- měření podélné a příčné nerovnosti povrchu vozovky profilometrem Dipstic,
- měření filtrovaného profilu podélné nerovnosti povrchu vozovky z pohyblivé inerciální referenční plošiny profilometru SDP (South Dakota Profiler). *Pozn. vyhodnocení IRI – laserový senzor.*



Obrázek 19 Planograf [77]

Pro měření parametrů podélného a příčného profilu vozovky lze s výhodou využít také různých typů multifunkčních vozidel primárně určených pro monitorování silniční sítě z hlediska vyhodnocování parametrů dané vozovky v rámci systému hospodaření s vozovkou. Jako příklad takového multifunkčního vozidla může posloužit například multifunkční vozidlo ARAN, které je používáno i v České republice.



Obrázek 20 Multifunkční vozidlo pro monitoring parametrů vozovek ARAN [62]

Při použití výše zmíněného multifunkčního vozidla ARAN je měření podélných nerovností založeno na bezkontaktním snímání hodnot svislého zrychlení neodpružené hmoty měřící nápravy a hodnot svislého zrychlení odpružené hmoty karoserie. Měření příčného profilu je pak realizováno pomocí ultrazvukových senzorů, které jsou namontovány na pevné přední liště diagnostického vozidla.

2.8.2 Destruktivní zkušební metody

Úkolem destruktivních zkušebních metod je většinou přímé ověření vlastností a parametrů stavebních materiálů použitých v konstrukci vozovky. Může se jednat o odběr materiálů z konstrukce vozovky, přičemž jsou tyto odebrané materiály následně podrobeny laboratornímu zkoumání, nebo se může jednat o obnažení konstrukce vozovky za účelem vizuálního zhodnocení jejího stavu. Pro odběr vzorků asfaltových směsí z konstrukce vozovky lze v zásadě použít dvě metody. První z nich je odběr jádrových vývrtů a druhou možností je provedení výřezů. Pro komplexní diagnostiku konstrukce vozovky je nezbytné provést také odběr materiálů podkladních vrstev a podloží vozovky, což bývá většinou realizováno tzv. kopanými sondami. Analýza materiálů z podkladních vrstev a podloží vozovky je důležitou součástí komplexní diagnostiky.

2.8.2.1 Jádrové vývrty

Při odběru jádrových vývrtů je nutno postupovat v souladu s příslušnými normami a technickými požadavky pro tuto činnost. Požadavky na odběr jádrových vývrtů jsou v České republice definovány v technických normách ČSN EN 12697-27 a ČSN 736160. Odběr jádrových vývrtů z konstrukce vozovky se provádí jádrovou vrtačkou a musí být proveden v souladu s výše uvedenými předpisy.

Vývrty mohou sloužit ke stanovení různých parametrů jak asfaltové směsi, tak i dané konstrukční vrstvy (stanovení tloušťky vrstvy, stanovení příčiny vzniku poruchy – např. určení průběhu šíření trhliny, stanovení míry zhutnění asfaltové vrstvy, laboratorní rozbor asfaltové směsi apod.), a proto je nezbytné již při odběru jádrového vývrtu uvažovat o všech parametrech, které budou na daném jádrovém vývrtu stanovovány. Tomu musí být také přizpůsobena metodika dokumentace jádrových vývrtů, včetně jejich označování.

Je třeba si uvědomit, že jádrové vývrty jsou klíčovými komponenty pro zpracování znaleckého posudku a jejich odběr a následné vyhodnocení musí probíhat na základě systematizovaných postupů. Všechny relevantní skutečnosti zjištěné při odběru, měření a následném laboratorním vyhodnocení jádrových vývrtů musí být systematicky zaznamenány a analyzovány.

Níže je stručně popsán postup při odběru jádrových vývrtů dle metodiky *Guide for Conducting Forensic Investigations of Highway Pavements* [49]:

- Odběr jádrového vývrtu v souladu s platnými technickými požadavky pro tento úkon dle požadovaného technického předpisu. *Pozn. v České republice se jedná zejména o technické normy ČSN EN 12697-27 a ČSN 736160.*
- Jasné označení místa vývrtu s příslušnou identifikací přímo na vozovce.
- Jasné označení jádrového vývrtu včetně směru dopravního proudu.

- Zaznamenání přesné polohy odebraného vývrtnu (včetně jeho označení) v obou směrech (podélné staničení a poloha v příčném profilu) do dokumentace o odběru vzorku.
- Očištění jádrového vývrtnu.
- Rychlé vizuální zhodnocení jádrového vývrtnu, včetně pořízení záznamu o případných abnormalitách do záznamového formuláře.
- Pořízení fotodokumentace vývrtnu s přiloženým měřítkem (např. svinovacím metrem) tak, aby byla poskytnuta v první fázi alespoň orientační informace o dané skladbě vozovky předtím, než budou z daného vývrtnu stanoveny tloušťky vrstev přesně v laboratoři. Fotografie poskytují také záznam o pořadí vrstev v konstrukci vozovky například v případě problémů se spojením vrstev.
- V případě, že vývrt obsahuje nespojené nebo částečně poškozené vrstvy, je třeba provést měření celkové tloušťky odvrtných konstrukčních vrstev vozovky přímo v otvoru vzniklém po odběru jádrového vývrtnu. Tento údaj následně poskytne informaci o celkové tloušťce odebraného souvrství v případě nemožnosti přesného stanovení tohoto údaje následným měřením v laboratoři v případě rozpadu některých částí vzorku.
- Grafické znázornění rozhraní jednotlivých konstrukčních vrstev na vývrtnu.
- Stanovení tloušťky jednotlivých konstrukčních vrstev a celkové tloušťky souvrství. Výsledné hodnoty jsou průměrem 4 měření na dvou vzájemně kolmých půdorysných osách vývrtnu.
- Popis a záznam případných poruch pozorovaných na odebraném jádrovém vývrtnu.
- Kontrola karbonatace cementových stabilizací nebo konstrukčních vrstev vozovky upravených vápnem. Pro tuto zkoušku se používá roztok fenolftaleinu a kyselina chlorovodíková.
- Vizuální porovnání jádrových vývrtnů odebraných v jízdnicích stopách vozidel s vývrty odebranými mimo jízdnicí stopy vozidel. Toto porovnání může dobře posloužit k prvotní indikaci případných problémů v oblasti dohutnění asfaltové směsi v jízdnicích stopách vozidel a s tím souvisejícím efektem tvorby trvalých deformací v asfaltových vrstvách.
- Zaznamenání veškerých skutečností souvisejících s případným nespojením konstrukčních vrstev vozovky.
- Popis možných příčin vzniku poruch vyskytujících se na jádrovém vývrtnu (degradace materiálu, segregace, pumpování podloží vozovky, degradace materiálu vlivem mrazu apod.).
- Fotodokumentace detailu jednotlivých poruch zjištěných na jádrových vývrtech.
- Umístění vývrtnů do plastových přepravek a následné umístění těchto přepravek do transportních boxů tak, aby bylo zabráněno případnému poškození vzorků při transportu.

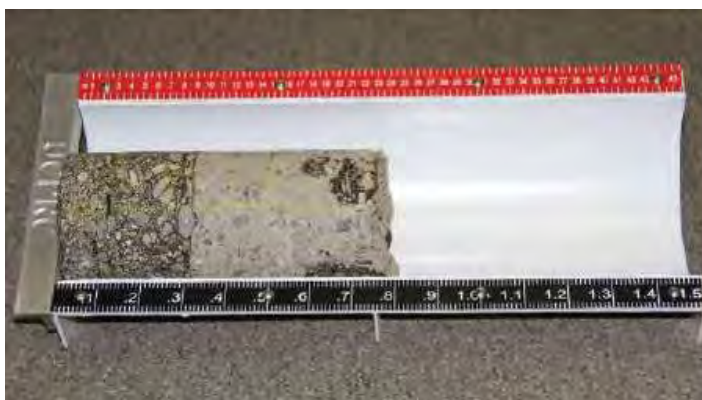


Obrázek 21 Příklady poruch zjištěných při vizuální kontrole na jádrových vývrtech [49]

Často může také docházet například k situacím, že soudní znalec či příslušná odborná laboratoř nemá dostatek času na důkladné detailní prozkoumání všech skutečností při odběru jádrových vývrťů z důvodu časových omezení vyplývajících z nutných dopravních opatření. Nicméně i v takových případech je nezbytné dbát na to, aby všechny důležité skutečnosti byly systematicky zaznamenány. Mezi tyto důležité skutečnosti patří zejména níže uvedené:

- Označení všech odebraných vývrťů včetně vyznačení směru dopravního proudu.
- Určení přesné polohy odebraného vývrťu v obou směrech (podélné staničení a poloha v příčném profilu).
- Pořízení fotodokumentace odebraných vývrťů s přesnou identifikací daného vývrťu.
- Okamžité provedení pozorování, testů a měření, které jsou následně ovlivnitelné časem.
 - Kontrola karbonatace cementových stabilizací nebo konstrukčních vrstev vozovky upravených vápnem.

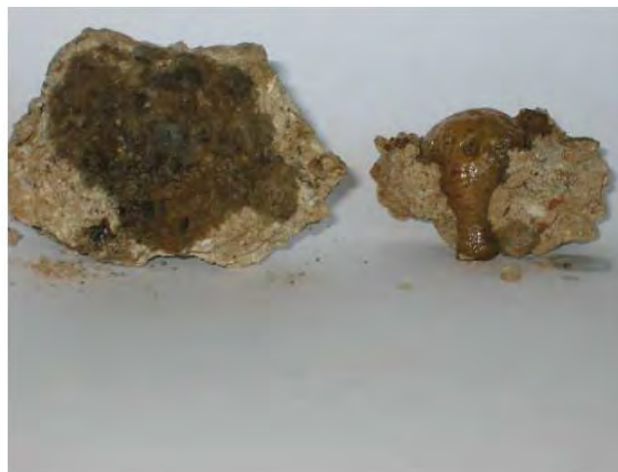
- Měření a důkladná vizuální analýza v případě vývrtů, u kterých existuje vysoká pravděpodobnost jejich porušení v souvislosti s následnou manipulací a transportem.
- Okamžité zaznamenání klíčových pozorování přímo při odběru daného jádrového vývrtu pro pozdější vyhodnocení.
- Umístění vývrtů do plastových přepravek a následné umístění těchto přepravek do transportních boxů tak, aby bylo zabráněno případnému poškození vzorků při transportu.



Obrázek 22 Přípravek pro orientační měření jádrových vývrtů a jejich fotodokumentaci [49]



Reakce fenolftaleinu na jádrovém vývrtu



Reakce kyseliny chlorovodíkové na poškozeném jádrovém vývrtu

Obrázek 23 Reakce fenolftaleinu a kyseliny chlorovodíkové na jádrových vývrttech [49]

Na vzorcích asfaltových vrstev odebraných z konstrukce vozovky se běžně provádí níže uvedené zkoušky a měření:

- stanovení tloušťky asfaltových vrstev podle technické normy ČSN 736160,

- stanovení míry zhutnění a mezerovitosti asfaltové vrstvy podle technické normy ČSN EN 12697-36,
- stanovení mezerovitosti asfaltové směsi podle technické normy ČSN 12697-8,
- stanovení obsahu asfaltového pojiva v asfaltové směsi podle technické normy ČSN EN 12697-1,
- stanovení čáry zrnitosti asfaltové směsi podle technické normy ČSN EN 12697-2,
- spojení asfaltových vrstev dle Leutnera podle technické normy ČSN 736160 (pro tento typ zkoušky by odebrané vývrty měly mít průměr 100 ± 2 mm nebo 150 ± 2 mm).

Na základě speciálních požadavků znaleckého zkoumání lze na vývrtech ověřit i další funkční vlastnosti asfaltové směsi nebo vlastnosti vstupních materiálů - např. odolnost asfaltové směsi proti vzniku trvalých deformací zkouškou pojíždění kolem (ČSN EN 12697-22), stanovení modulů tuhosti asfaltové směsi (ČSN EN 12697-26), stanovení citlivosti asfaltové směsi na vodu (ČSN EN 12697-12), stanovení bodu měknutí asfaltového pojiva (ČSN EN 1427), stanovení penetrace asfaltového pojiva (ČSN EN 1426), stanovení odolnosti kameniva proti drcení (ČSN EN 1097-2) a podobně.

Výše uvedené zkoušky a měření musí být vždy provedeny podle příslušných zkušebních norem a technických specifikací.

Požadavky na parametry asfaltových hutněných vrstev zkoušených na jádrových vývrtech z vozovky jsou definovány technickou normou ČSN 736121 Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody [25]. Konkrétní požadované parametry pro asfaltové hutněné vrstvy jsou uvedeny v kapitole 2.5.2 této dizertační práce.



Obrázek 24 Zařízení pro odběr jádrových vývrťů z vozovky – Cedima BW-400 [78]



Obrázek 25 Jádrové vývrty z asfaltové vozovky [79]

2.8.2.2 Výřezy

Stejně jako jádrové vývrty tak i výřezy z krytových vrstev konstrukce vozovky slouží primárně k odběru vzorků jednotlivých asfaltových vrstev k dalšímu laboratornímu zkoumání a zkoušení. Výřezy se používají zejména v případech, kdy je potřeba z jednoho místa odebrat větší množství materiálu, anebo při hloubení takzvané kopané sondy, kdy je třeba nejprve odstranit stmelené konstrukční vrstvy vozovky. Výřez z konstrukce vozovky se většinou provádí kotoučovou pilou. Požadavky na konkrétní postupy pro odběr výřezů nebo výseků z konstrukce vozovky jsou podrobně definovány v kapitole 4.8 technické normy ČSN EN 12697-27.



Obrázek 26 Výřez z konstrukce asfaltové vozovky [49]

2.8.2.3 Kopané sondy

Kopané sondy jsou většinou ručně kopané výkopy prováděné v profilu vozovky. Kopané sondy slouží zejména jako:

- Místo pro provádění zkoušek podkladních vrstev konstrukce vozovky a podloží vozovky.
 - Stanovení míry zhutnění nestmelených podkladních vrstev a podloží pomocí různých zkušebních metod (např. stanovení objemové hmotnosti materiálu radiosondou Troxler, provedení dynamické penetrační zkoušky podloží vozovky DCP – Dynamic Cone Penetration apod.)
- Místo pro odběr většího množství materiálu pro následné laboratorní zkoušení.
- Místo pro vizuální kontrolu celého souvrství konstrukce vozovky. Z kopané sondy je například možno určit:
 - tloušťky jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky,
 - identifikovat možnou příčinu vzniku některých poruch (např. trvalých deformací, kdy je možno z kopané sondy zjistit, ve které konstrukční vrstvě došlo k tvorbě plastické deformace),
 - stupeň karbonatce cementových stabilizací nebo konstrukčních vrstev vozovky upravených vápnem; pro tuto zkoušku se používá roztok fenolftaleinu a kyselina chlorovodíková.



Obrázek 27 Příklad kopané sondy v konstrukci vozovky[49]

Níže jsou stručně popsány postupy používané při realizaci kopané sondy ve vozovce podle metodiky Guide for Conducting Forensic Investigations of Highway Pavements [49]:

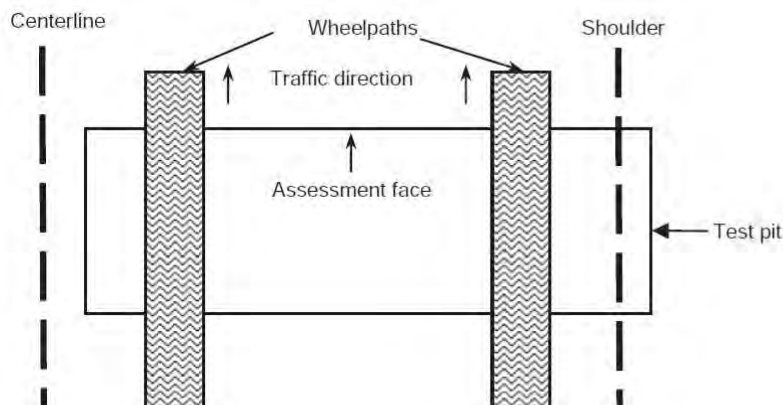
- Záznam všech relevantních pozorování a měření v místě následné realizace kopané sondy.
- Prořezání všech stmelených konstrukčních vrstev vozovky na celou tloušťku.
 - Důležitá je minimalizace použití vody pro chlazení řezného kotouče tak, aby byly konstrukční vrstvy vozovky touto vodou co nejméně ovlivněny.
 - Pokud je předmětem zkoumání porucha, která s vysokou pravděpodobností souvisí s účinky vody v konstrukci vozovky, je vhodné použít zařízení se vzduchovým chlazením řezného kotouče.
 - Pokud je tloušťka stmelených konstrukčních vrstev vozovky natolik velká, že není možno použít řezný kotouč o dostatečně velkém průměru, je možné použít se zvýšenou opatrností také pneumatická kladiva tak, aby nebyly poškozeny nestmelené konstrukční vrstvy vozovky.
- Označení stmeleného souvrství konstrukčních vrstev na povrchu obrusné vrstvy, včetně vyznačení směru dopravního proudu.
- Umístění odebraného vzorku stmelených vrstev na pevnou podložku.
- Kontrola spodní strany odebraného vzorku stmelených vrstev.
 - Pokud je spodní líc asfaltového souvrství hladký, bez nalepených částí nestmelených podkladních vrstev, lze předpokládat, že mohlo být nedostatečné spojení mezi těmito konstrukčními vrstvami.
 - Přítomnost krystalů soli může indikovat poškození solí ve vyšších vrstvách asfaltového souvrství.
- Kontrola obvodu odebraného vzorku k indikaci případných poškození nesouvisejících s odběrem vzorku.
- V případě, že je předmětem zkoumání následná laboratorní analýza odebraného vzorku asfaltových směsí, je nezbytné vzorek uložit do plastového pytle a eliminovat možnost jeho poškození při transportu.
- Vizualní kontrola povrchu podkladních vrstev před jejich odtěžením.
 - Velmi jemnozrný materiál na povrchu nestmelené vrstvy může indikovat například problémy s drcením zrn kameniva v podkladní vrstvě, nebo kontaminaci nestmelené podkladní vrstvy jemnými částicemi z podloží vozovky.
 - Fleky na povrchu nestmelené podkladní vrstvy mohou indikovat zvýšenou vlhkost v dané vrstvě.
 - Karbonátce hydraulicky stmelených podkladních vrstev.
- Zkoušky podkladních vrstev v kopané sondě včetně záznamu zjištění.
 - Nedestruktivní měření objemové hmotnosti a vlhkosti radiosondou TROXLER (je nutné vzít v úvahu, že vlhkost vrstvy může být částečně ovlivněna chladicí vodou použitou při řezání).

- Stanovení smykového tření zkouškou DCP - Dynamic Cone Penetration (je nutné vzít v úvahu, že vlhkost vrstvy může být částečně ovlivněna chladicí vodou použitou při řezání).
- Měření tloušťky podkladních vrstev.
- Odtěžení podkladních vrstev vozovky a podloží.
 - Opatrné odtěžení podkladních vrstev po jednotlivých vrstvách s případným odběrem vzorků pro další laboratorní analýzu. Odebrané vzorky musí být řádně popsány a označeny. Je nezbytné zamezit kontaminaci materiálu z jedné podkladní vrstvy materiálem z jiné podkladní vrstvy nebo podloží vozovky.
- Očištění „stěny“ kopané sondy.
- Stanovení rozhraní jednotlivých konstrukčních vrstev.
- Stanovení tloušťek jednotlivých konstrukčních vrstev.
- Fotodokumentace skladby vozovky v kopané sondě s přiložením měřidla. Fotodokumentace musí být řádně označena a přiřazena ke konkrétnímu zkušebnímu místu na vozovce.

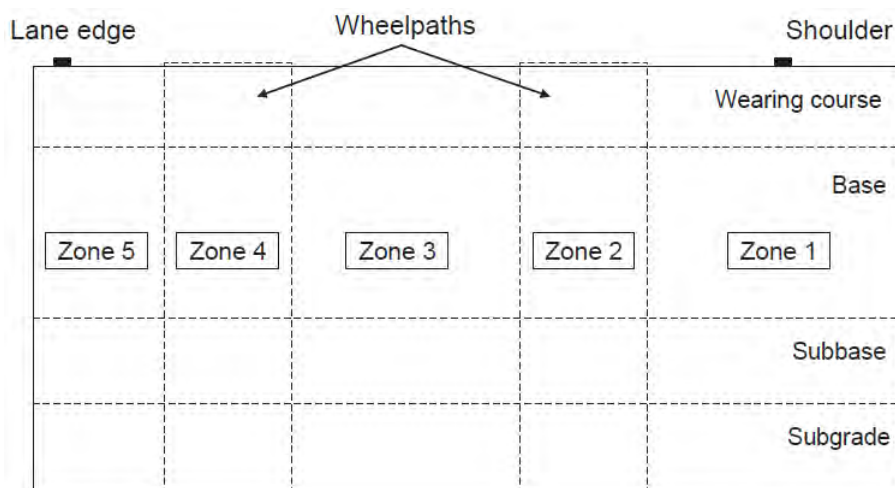


Obrázek 28 Příklad fotodokumentace kopané sondy [49]

Konkrétní měření a zkoušky, které je v rámci realizace kopané sondy ve vozovce potřeba provést, se vždy řídí konkrétními problémy či poruchami vozovky, jenž je v rámci znaleckého šetření potřeba objasnit. Za tímto účelem může být v některých případech užitečné rozdělení kopané sondy do několika zón v rámci příčného řezu zkoumané vozovky (viz. obrázek 30 níže).



Obrázek 29 Schéma kopané sondy - půdorys [49]



Obrázek 30 Určení zón v kopané sondě – příčný řez [49]

Zóna 1 – oblast od hrany krajnice po vnější hranu pravé jízdny stopy

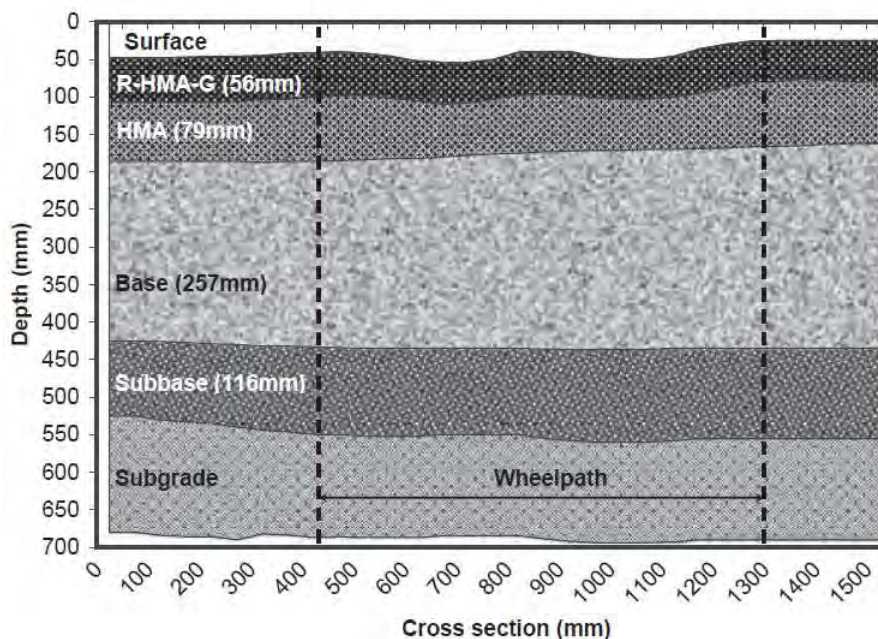
Zóna 2 – oblast pod pravou jízdny stopou

Zóna 3 – oblast mezi vnitřními hranami pravé a levé jízdny stopy

Zóna 4 – oblast pod levou jízdny stopou

Zóna 5 – oblast mezi vnější hranou levé jízdny stopy a středem vozovky

Měření a pozorování pak mohou být provedena, zaznamenána a vyhodnocena pro každou dílčí zónu kopané sondy. Příklad takového grafického záznamu je uveden v obrázku 31 níže.



Obrázek 31 Příklad grafického znázornění měření tloušťek konstrukčních vrstev vozovky v kopané sondě v jednotlivých zónách [49]

Speciální pozornost při analýze jednotlivých konstrukčních vrstev v kopané sondě by měla být věnována zejména níže uvedeným oblastem:

- Identifikace příčiny vzniku trvalých deformací (trvalá deformace v asfaltových vrstvách vs. trvalá deformace v podkladních vrstvách nebo podloží vozovky).
- Porovnání zjištěné konstrukce vozovky v kopané sondě s realizační dokumentací dané stavby.
- Ověření přítomnosti hydraulických pojiv v podkladních vrstvách stabilizovaných hydraulickými pojivy (fenolftalein).
- Identifikace případné karbonatace hydraulicky stmelených podkladních vrstev (fenolftalein).
- Identifikace případných známek oprav podkladních vrstev stmelených hydraulickými pojivy.
- Zaznamenání a popis jakýchkoli dalších pozorovaných poruch – únavové trhliny při dolním líci asfaltového souvrství, počínající mrazové trhliny při horním líci asfaltového souvrství, smršťovací trhliny v hydraulicky stmelených podkladních vrstvách, bobtnání podloží vozovky, nespojení vrstev, intruze podloží vozovky do podkladních vrstev, eroze konstrukčních vrstev vozovky z důvodu přítomnosti vody a jejího pumpování.

- Pořízení přesné fotodokumentace s jednoznačnou identifikací pořízených fotografií ve vztahu k dané kopané sondě.
- Dodatečný odběr vzorků z požadovaných konstrukčních vrstev vozovky (pokud zjištěné skutečnosti vyžadují doplňkové laboratorní zkoumání a testování materiálů z konstrukce vozovky).
- Důkladná oprava všech konstrukčních vrstev a povrchu vozovky v místě kopané sondy.

2.9 Náhrada škody v českém právním řádu

Dalším důležitým úkolem soudního znalce v rámci zpracování znaleckého posudku může být finanční kvantifikace škody vzniklé v důsledku poruch konstrukce vozovky. Abychom mohli relevantně vyčíslit náhradu škody vzniklé vlivem vad či poruch v krytové vrstvě vozovky, je třeba si nejprve definovat co to škoda vlastně je. Podle obecné definice používané v právním řádu ČR se za škodu považuje majetková újma, která je následně vyjádřena v penězích. V právních předpisech ČR se náhradou škody zabývaly v době zadání této dizertační práce (rok 2009) především zákon č. 40/1964 Sb., občanský zákoník [1] a zákon č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník [3]. Tyto dva výše zmíněné právní předpisy byly k 1. 1. 2014 nahrazeny zákonem č. 89/2012 Sb., občanský zákoník [2]. Níže jsou v kapitolách 2.9.1, 2.9.2 a 2.9.3 uvedeny příslušné části výše popsaných právních předpisů, které se přímo zabývají problematikou náhrady škody.

2.9.1 Náhrada škody podle zákona č. 40/1964 Sb., občanský zákoník

Problematikou náhrady škody se zabýval do 1. 1. 2014 zákon č. 40/1964 Sb., občanský zákoník [1] v Části VI: Odpovědnost za škodu a za bezdůvodné obohacení, Hlava II: Odpovědnost za škodu, Oddíl 3: Společná ustanovení o náhradě škody, v níže uvedených §.

§ 442

(1) Hradí se skutečná škoda a to, co poškozenému ušlo (ušlý zisk).

(2) Škoda se hradí v penězích; požádá-li však o to poškozený a je-li to možné a účelné, hradí se škoda uvedením do předešlého stavu.

(3) Byla-li škoda způsobena úmyslným trestným činem, z něhož měl pachatel majetkový prospěch, může soud rozhodnout, že je možno právo na náhradu škody uspokojit z věcí, které z majetkového prospěchu nabyt, a to i tehdy, jestliže jinak podle ustanovení občanského soudního řádu výkonu rozhodnutí nepodléhají. Dokud není právo na náhradu škody uspokojeno, nesmí dlužník s takovými věcmi v rozhodnutí uvedenými nakládat.

§ 443

Při určení výše škody na věci se vychází z ceny v době poškození.

2.9.2 Náhrada škody podle zákona č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník

Problematikou náhrady škody se zabýval do 1. 1. 2014 také zákon č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník [3] v Hlavě I: Obecná ustanovení, Díl X: Porušení smluvních povinností a jeho následky, Oddíl 3: Náhrada škody, v níže uvedených §.

§ 373

Kdo poruší svou povinnost ze závazkového vztahu, je povinen nahradit škodu tím způsobenou druhé straně, ledaže prokáže, že porušení povinností bylo způsobeno okolnostmi vylučujícími odpovědnost.

§ 378

Škoda se nahrazuje v penězích; jestliže však o to oprávněná strana požádá a je-li to možné a obvyklé, nahrazuje se škoda uvedením v předešlý stav.

§ 380

Za škodu se považuje též újma, která poškozené straně vznikla tím, že musela vynaložit náklady v důsledku porušení povinnosti druhé strany.

2.9.3 Náhrada škody podle zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník

Od 1. 1. 2014 řeší problematiku náhrady škody zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník [2] v Části IV: Relativní majetková práva, Hlava III: Závazky z deliktů, Díl 1: Náhrada majetkové a nemajetkové újmy, Oddíl 3: Způsob a rozsah náhrady škody v níže uvedených §.

§ 2951

(1) Škoda se nahrazuje uvedením do předešlého stavu. Není-li to dobře možné, anebo žádá-li to poškozený, hradí se škoda v penězích.

(2) Nemajetková újma se odčiní přiměřeným zadostiučiněním. Zadostiučinění musí být

poskytnuto v penězích, nezajistí-li jeho jiný způsob skutečné a dostatečně účinné odčinění způsobené újmy.

§ 2952

Hradí se skutečná škoda a to, co poškozenému ušlo (ušlý zisk). Záleží-li skutečná škoda ve vzniku dluhu, má poškozený právo, aby ho škůdce dluhu zprostil nebo mu poskytl náhradu.

2.9.4 Komparace a rozbor náhrady škody v českém právním řádu před rokem 2014 a v současnosti

Zatím co před rokem 2014 upřednostňoval jak zákon č. 40/1964 Sb., občanský zákoník [1], tak i zákon č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník [3] náhradu škody v penězích, tak takzvaný Nový občanský zákoník – zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník [2] preferuje náhradu škody uvedením věci v původní stav. Všechny výše uvedené právní předpisy však vždy připouštěly druhou variantu. Touto druhou variantou byla v případě právních předpisů platných před rokem 2014, což byl zákon č. 40/1964 Sb., občanský zákoník [1] a zákon č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník [3], možnost uvedení věci v předešlý stav, pokud je to možné a účelné a poškozený o tento způsob náhrady škody požádá. V případě Nového občanského zákoníku – zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník [2] je zase ponechána možnost přistoupit k náhradě vzniklé škody v penězích, pokud není možné náhradu škody realizovat uvedením do předešlého stavu nebo v případech kdy poškozený preferuje finanční náhradu.

Z výše popsaných skutečností tedy vyplývá, že jak podle právních předpisů platných před rokem 2014, tak i podle právních předpisů platných od roku 2014 je vždy více méně na rozhodnutí poškozeného jakou formu náhrady škody bude požadovat. Tento přístup je samozřejmě zcela logický, protože v praktickém životě nastávají situace kdy je mnohem účelnější a jednodušší použít způsob náhrady škody v penězích nebo způsob náhrady škody uvedením do původního stavu. Z tohoto pohledu tedy změna preferovaného způsobu náhrady škody v českém právním řádu nemá zásadní praktický dopad do oblasti potřeb stanovení výše škody z pohledu této dizertační práce.

2.10 Náhrada škody vzniklé při pochybení v procesu výstavby pozemních komunikací

V běžné praxi silničního stavitelství dochází poměrně často k situacím, kdy je zapotřebí řešit náhradu škody na stavebním díle, vzniklou pochybením některého z hlavních účastníků výstavby.

Náhradu škody vzniklé při pochybení v procesu výstavby pozemních komunikací, je možné uskutečnit uvedením věci v původní stav a to zejména v případech, kdy je pochybení v procesu výstavby vinou dodavatele.

Uvážíme-li však například případ, kdy dojde k vadě stavebního díla vinou projektanta, bude zapotřebí vyčíslit škodu, ke které pochybením v projektové dokumentaci došlo. Dalším případem, kdy je mnohem účelnější vyčíslení náhrady škody v penězích je situace, kdy majetkový správce dané pozemní komunikace (tedy investor) v záruční době reklamuje vady či poruchy stavebního díla a dodavatel nechce přijmout odpovědnost za svá pochybení v procesu výstavby. V takovém případě může dojít k soudnímu sporu, který nebývá obvykle úplně krátký a během něj se stav dané pozemní komunikace může nadále zhoršovat, z čehož pak plynou podstatně vyšší náklady nutné k uvedení dané pozemní komunikace do požadovaného stavu. V takovémto případě se také jeví jako velice účelné provést vyčíslení vzniklé škody na provedeném stavebním díle v penězích.

Další z případů, kdy může být efektivně využito stanovení výše vzniklé škody v penězích je například situace, kdy se zhotovitelská firma dostane do insolvence a není tak schopna dostát svým závazkům plynoucím ze smlouvy o dílo v případě výskytu vad a poruch stavebního díla v záruční době.

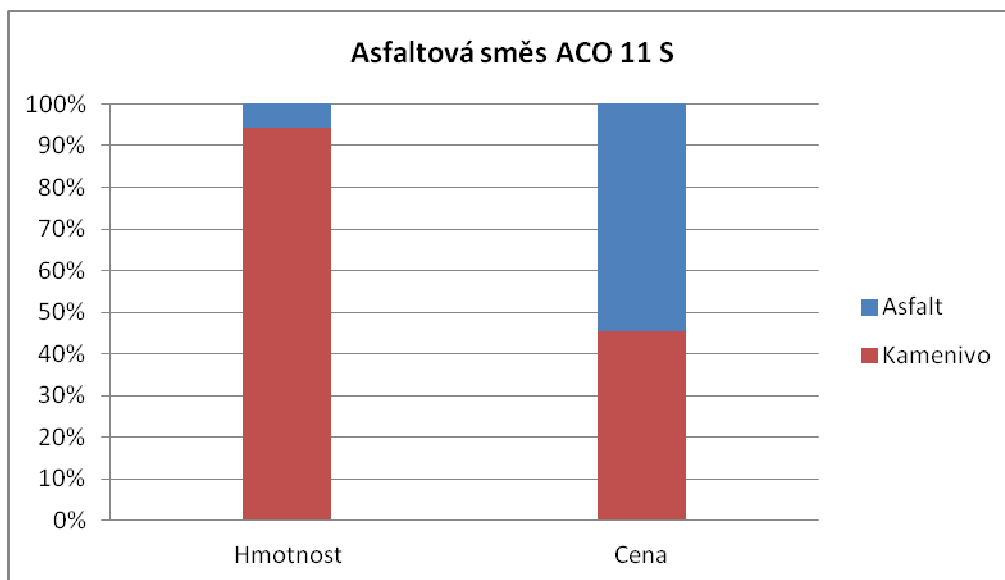
2.10.1 Ceny stavebních materiálů a prací v oblasti krytových vrstev asfaltových vozovek

Podle zákona č. 526/1990 Sb., zákon o cenách [6], se cenou rozumí peněžní částka sjednaná při nákupu a prodeji zboží nebo zjištěná podle zvláštního předpisu k jinému účelu než k prodeji. V běžné stavební praxi můžeme narazit na celou řadu cen, jako je například časová cena, což je cena, která v sobě zohledňuje opotřebení, ale také eventuelní zhodnocení dané věci (v našem případě stavební konstrukce), tržní cena, cena zjištěná, cena obvyklá a podobně.

Při běžném odhadu ceny nemovitosti se vždy snažíme vycházet z ceny obvyklé, což je cena, která by byla dosažena při prodeji stejné nebo obdobné věci v obvyklém obchodním styku v tuzemsku ke dni ocenění.

Stanovení ceny obvyklé v případě stavebních prací v oblasti krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací má ovšem oproti jiným odvětvím stavebnictví jistá specifika. Technologie krytových vrstev netuhých vozovek jsou založeny na materiálech obsahujících asfaltová pojiva, jakými jsou například asfaltové směsi pro hutněné asfaltové vrstvy, nátěrové technologie využívající asfaltových emulzí nebo zejména na mostech používaná technologie litého asfaltu. Dominantní složku ceny dané technologie ve všech výše zmíněných případech velice dramaticky ovlivňuje cena asfaltového pojiva. I když hmotnostně asfaltové pojivo netvoří

dominantní složku v použitých materiálech, jeho cena významným způsobem ovlivňuje cenu výsledného produktu (např. asfaltové směsi pro asfaltové hutněné vrstvy) jak je zřejmé z grafu 1.



Graf 1 Porovnání hmotnostního podílu asfaltového pojiva s cenovým podílem v asfaltové směsi ACO 11 S (v grafu jsou zohledněny pouze materiálové náklady)

Pro oceňování stavebních prací samozřejmě existují různé cenové soustavy, které by v sobě měly zohledňovat různé makroekonomické vlivy. V České republice je poměrně rozšířenou a hojně používanou cenovou soustavou cenová soustava ÚRS. Zajímavostí ale je, že mezi cenami stavebních prací podle cenové soustavy ÚRS a tržními cenami prací v oblasti asfaltových technologií existují poměrně značné rozdíly. Pro ilustraci výše uvedeného jsou níže v tabulkách 19 a 20 porovnány vybrané ceny stavebních prací v oblasti asfaltových technologií dle cenové soustavy ÚRS s tržními cenami těchto prací v regionu jižní Moravy v letech 2006 a 2011. Ceny za 1 cm položené asfaltové vrstvy byly re-kalkulovány z cen za pokládku asfaltové vrstvy ACO 11 S v tloušťce 50 mm, ACL 16 S v tloušťce 60 mm a ACP 22 S v tloušťce 80 mm.

Tabulka 19 Porovnání jednotkových tržních cen realizace 1cm vybraných asfaltových vrstev s jednotkovými cenami dle ceníku ÚRS za rok 2006^{*)}

Typ asf. směsi	Tržní cena (2006)			ÚRS (2006)
	Min.	Max.	Průměr	
ACO 11 S	28,25 Kč	55,50 Kč	35,48 Kč	47,20 Kč
ACL 16 S	31,20 Kč	37,80 Kč	34,21 Kč	43,80 Kč
ACP 22 S	27,00 Kč	35,80 Kč	31,48 Kč	41,50 Kč

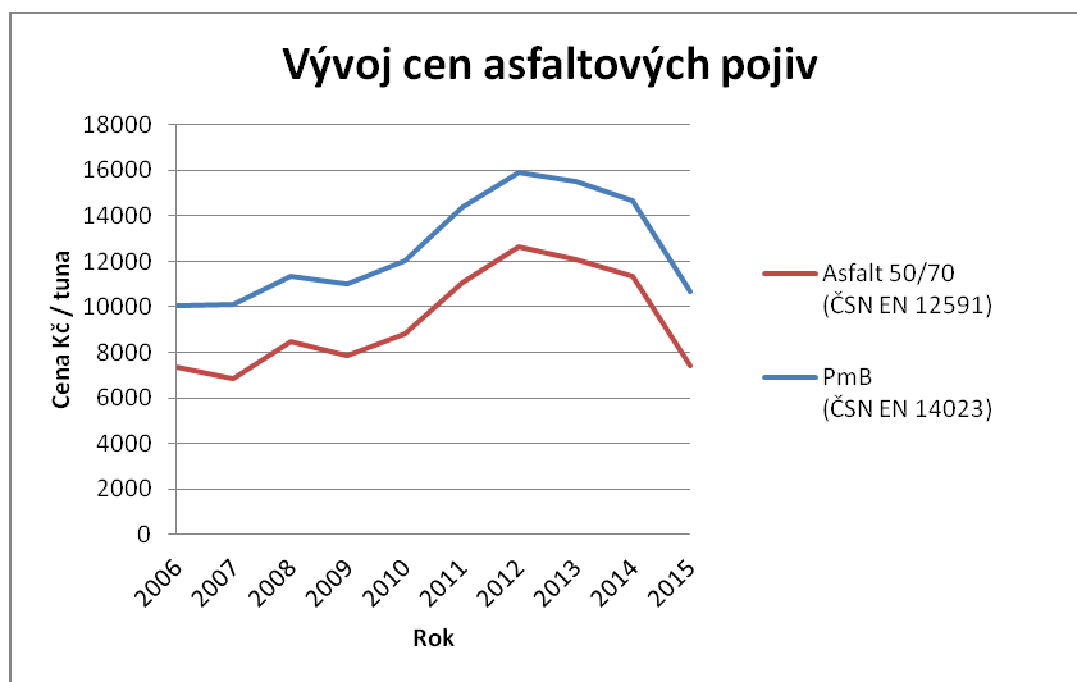
Tabulka 20 Porovnání jednotkových tržních cen realizace 1cm vybraných asfaltových vrstev s jednotkovými cenami dle ceníku ÚRS za rok 2011^{*)}

Typ. asf. směsi	Tržní cena (2011)			ÚRS (2011)
	Min.	Max.	Průměr	
ACO 11 S	32,00 Kč	39,50 Kč	34,79 Kč	54,00 Kč
ACL 16 S	30,00 Kč	37,70 Kč	32,40 Kč	46,00 Kč
ACP 22 S	25,10 Kč	31,00 Kč	27,83 Kč	42,88 Kč

^{*)} Tržní ceny byly získány z cenových nabídek realizovaných staveb zhotovitelské firmy v daných letech v regionu jižní Moravy.

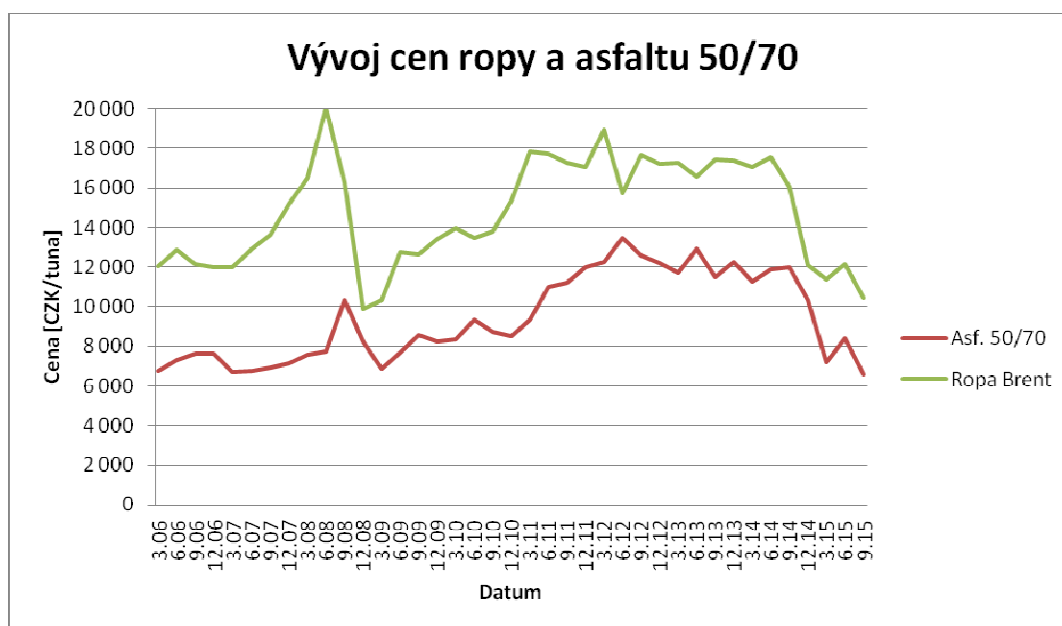
Z výše uvedených tabulek je zřejmé, že mezi tržní cenou a cenou dle cenové soustavy ÚRS mohou být poměrně značné rozdíly. V případě asfaltové vrstvy typu ACO 11 S byl rozdíl průměrné jednotkové tržní ceny v roce 2006 a ceny dle cenové soustavy ÚRS 24,83 %. Rozdíl minimální jednotkové tržní ceny a ceny dle cenové soustavy ÚRS byl u stejné asfaltové směsi ve stejném roce 40,15 %. V roce 2011 byl pak rozdíl mezi průměrnou jednotkovou tržní cenou a cenou dle cenové soustavy ÚRS u asfaltové směsi ACO 11 S 35,57 %. Rozdíl minimální jednotkové tržní ceny a ceny dle cenové soustavy ÚRS byl u stejné asfaltové směsi v roce 2011 40,74 %.

Jak již bylo zmíněno výše, cena materiálů a prací v oblasti krytových vrstev asfaltových vozovek pozemních komunikací je velice závislá na cenách asfaltových pojiv, potažmo cenách ropy, protože asfaltová pojiva používaná v současnosti v silničním stavitelství v České republice jsou téměř ve sto procentech případy produkty vakuové destilace ropy. Pro příklad je níže v grafu 2 uveden vývoj cen silničních asfaltů gradace 50/70 specifikovaných podle technické normy ČSN EN 12591 [22] a polymerem modifikovaných asfaltů PmB specifikovaných podle technické normy ČSN EN 14023 [23].



Graf 2 Vývoj cen asfaltových pojiv v ČR
(nákupní ceny asfaltových pojiv zhotovitelské firmy)

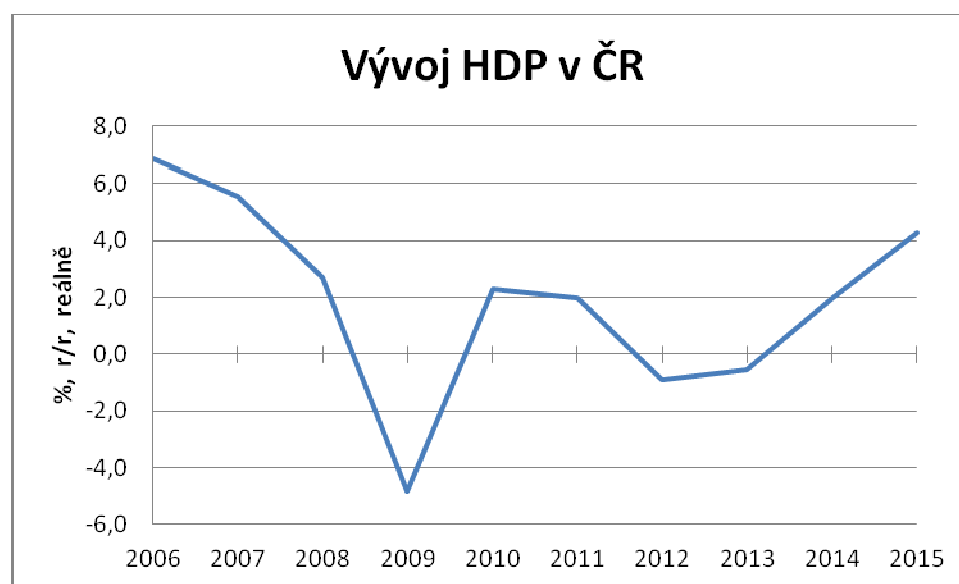
V grafu 3 níže je potom uveden vývoj cen asfaltových pojiv v jednotlivých kvartálech od roku 2006 v přímém porovnání s vývojem cen ropy.



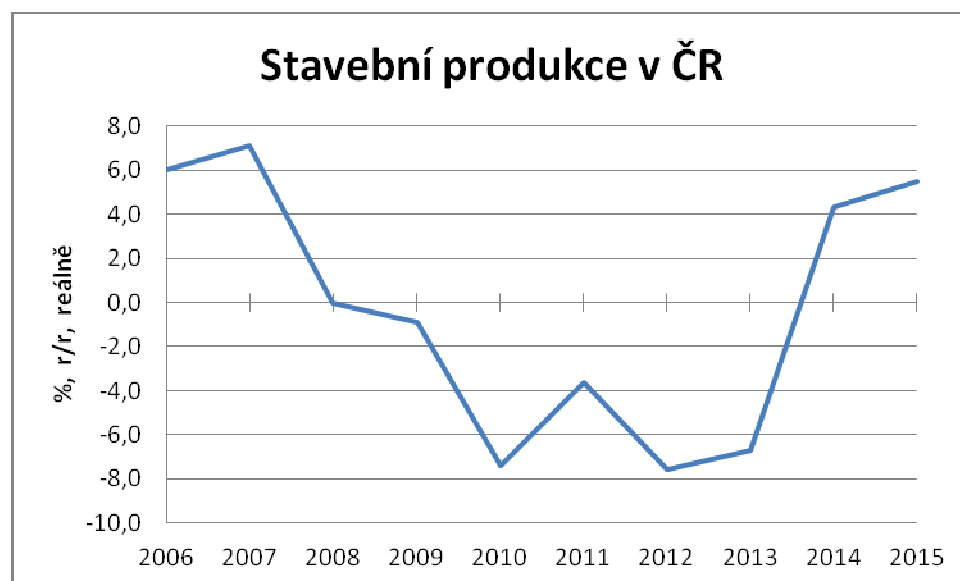
Graf 3 Vývoj cen asfaltových pojiv v ČR v přímém porovnání s vývojem světových cen ropy
(nákupní ceny asfaltových pojiv zhotovitelské firmy)

Z výše uvedených grafů vyplývá, že cena asfaltových pojiv v čase značně kolísá a zcela zásadně tak ovlivňuje konečnou cenu prací v oblasti asfaltových technologií. Vliv ceny asfaltových pojiv je také velice problematický finanční faktor při realizacích dlouhodobějších stavebních projektů v rámci výstavby dopravní infrastruktury. Cena asfaltových pojiv hraje významnou roli z hlediska ceny výsledných stavebních prací. To je také důvod proč jsou v některých zemích (zejména pak v USA) stanovovány takzvané indexy cen asfaltových pojiv, které jsou následně zohledňovány při uznávání výsledných cen stavebních prací v oblasti asfaltových technologií. Způsob indexování cen asfaltových pojiv se tedy jeví jako velice užitečný nástroj, který lze s výhodou použít při mnoha činnostech v dopravním stavitelství. Například může být indexování cen asfaltových pojiv použito pro úpravy cen stavebních prací v průběhu výstavby, jak bylo zmíněno výše nebo také v případě vyčíslení finanční náročnosti té či oné technologie opravy. Další z možností uplatnění cenových indexů asfaltových pojiv by mohlo být jejich promítnutí do cenových modelů různých softwarů pro systém hospodaření s vozovkou.

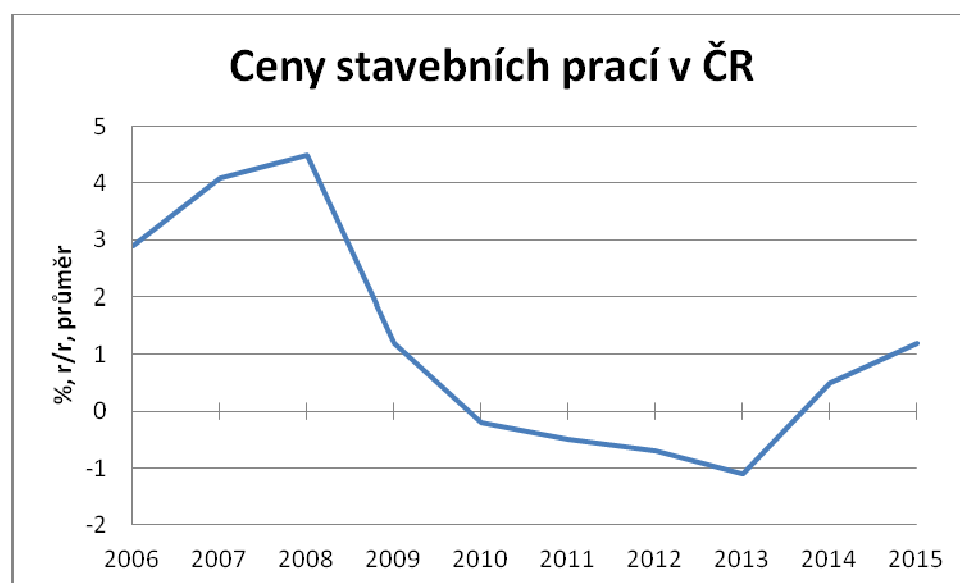
Vývoj cen asfaltových pojiv však samozřejmě není jediným parametrem, který může zásadním způsobem ovlivňovat cenu prací v oblasti asfaltových technologií. Do vývoje cen stavebních prací také vstupují ostatní makroekonomické ukazatele, jakými jsou například vývoj HDP, celkový vývoj stavebního trhu, míra inflace a podobně. Pro ilustraci je níže v grafech 4 až 8 znázorněn vývoj několika klíčových makroekonomických ukazatelů za několik posledních let.



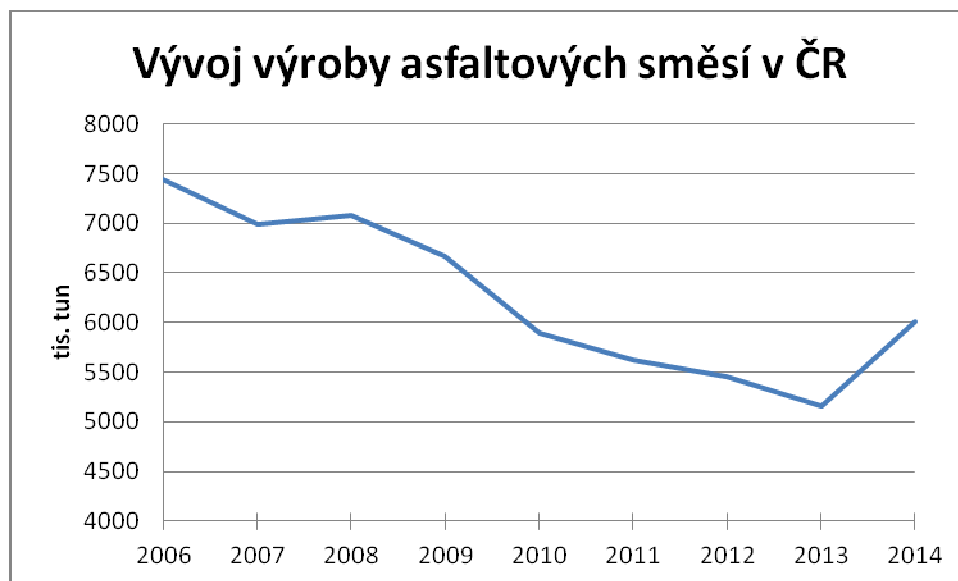
Graf 4 Vývoj HDP v ČR v letech 2006 až 2015 [80]



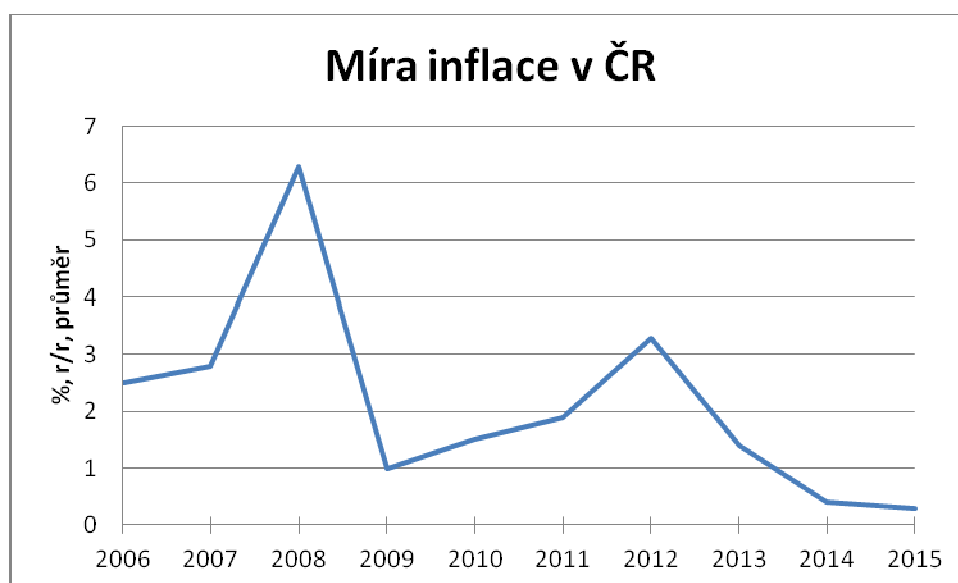
Graf 5 Vývoj stavební produkce v ČR v letech 2006 až 2015 [80]



Graf 6 Vývoj cen stavebních prací v ČR v letech 2006 až 2015 [80]



Graf 7 Vývoj výroby asfaltových směsí v ČR v letech 2006 až 2014 [81]



Graf 8 Vývoj inflace v ČR v letech 2006 až 2015 [80]

Z výše uvedeného jednoznačně vyplývá, že stanovení ceny obvyklé v případě oprav krytových vrstev netuhých vozovek je poměrně obtížným úkolem a je nezbytné zohlednit celou řadu vlivů, které mohou cenu stavebních prací v této specifické oblasti ovlivnit, přičemž použití cen podle obecně používaných cenových soustav stavebních prací může v některých případech vést ke značnému zkreslení zjištěné ceny opravy.

3 FORMULACE PROBLÉMU, METODY ŘEŠENÍ A CÍL DIZERTAČNÍ PRÁCE

Jak již bylo popsáno v úvodu této dizertační práce vady a poruchy krytových vrstev vozovek pozemních komunikací zcela zásadním způsobem ovlivňují bezpečnost a komfort jízdy na našich silnicích. Často se také tyto vady a poruchy stávají předmětem sporů mezi účastníky výstavby a tyto spory následně mohou dospět až do stádia soudního řízení. V takových případech pak přichází na scénu soudní znalec, který by měl kvalifikovaně stanovit příčinu vzniku předmětných vad a poruch. Stanovení příčiny vzniku vad a poruch krytových vrstev vozovek pozemních komunikací je komplexní úkol, který vyžaduje od soudního znalce hlubokou znalost problematiky všech níže uvedených oblastí:

- návrh konstrukce vozovky,
- návrh složení jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky,
- technologie provádění jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky,
- požadavky na vstupní materiály do jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky apod.

Dalším úkolem soudního znalce v případě posuzování vad a poruch krytových vrstev vozovek pozemních komunikací může být také stanovení výše vzniklé škody, která v souvislosti s výskytem předmětných vad a poruch na vozovce nastala.

Ani pro jednu z výše zmíněných oblastí činnosti soudního znalce v rámci odvětví dopravních staveb však neexistuje žádný standardizovaný postup, který by znalce alespoň metodicky vedl, jednak při stanovování příčiny vzniku předmětných vad a poruch, ale také při stanovení výše vzniklé škody.

Cílem této dizertační práce je tedy zpracování metodiky pro stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací. Avšak aby byl soudní znalec schopen kvalifikovaně stanovit výši škody, která nastala nesprávným návrhem či provedením stavebního díla nebo například vznikem poruch krytových vrstev vozovky v záruční době, musí být nejprve schopen určit příčinu vzniku daného nevyhovujícího stavu (vadného provedení či vzniklé poruchy). Na základě známé příčiny vzniku dané vady či poruchy pak může soudní znalec určit vhodný způsob uvedení konstrukce vozovky ve vyhovující (bezvadný) stav a kvantifikovat k tomu potřebné finanční náklady.

Ne zřídka nastávají v praxi situace, kdy na povrchu vozovky vznikají z důvodu pochybení v procesu výstavby, ale také projektové přípravy, poruchy v záruční době. Reálně mohou nastat také případy, kdy zhotovitelská firma není schopná dostát svým závazkům plynoucím ze smlouvy o dílo například kvůli insolvenční. V takovém případě spor často vyústí až v soudní

řízení a je nezbytné stanovit výši škody, která objednateli vadným provedením stavebního díla vznikla.

Dopravní stavitelství je poměrně širokým oborem a v současné době neexistuje žádný jednotný metodický postup, který by mohl soudní znalec použít v případě potřeby stanovení výše škody plynoucí z vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací.

Hlavní cílem této dizertační práce je tedy přispět k formulaci základních pravidel a metodických postupů pro činnost soudního znalce v oblasti stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací tak, aby měl soudní znalec alespoň nějaké vodítko při řešení této poměrně specifické problematiky.

Níže je uveden přehled základních bodů, které tvoří hlavní cíle této dizertační práce:

- Stanovení základních pravidel pro použití navržené metodiky práce soudního znalce v oblasti stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací.
- Definice a sjednocení základních pojmů používaných v oblasti vad a poruch asfaltových vozovek.
- Doporučené postupy při stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací.
- Specifikace nutných podkladů pro stanovení výše škody.
- Vytvoření základního cenového modelu oprav běžných poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací.
- Vzorový příklad části znaleckého posudku, ve kterém bude aplikována navržená metodika pro stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací.

4 REŠERŠNÍ STUDIE

Za účelem monitoringu současného stavu poznání v oblasti vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací a stanovení výše škody v souvislosti s jejich výskytem byla provedena literární rešerše. Jednak byly prověřeny dostupné literární prameny v České republice, ale zejména také dostupné zahraniční zdroje. Pro účel zpracování této rešerše autor použil právní předpisy, normy a technické specifikace, odborné publikace, články z odborných konferencí, obecně používané cenové soustavy stavebních prací, internetové zdroje a znalecké posudky z praxe.

Nejprve autor analyzoval tuzemské literární prameny zabývající se obecně metodikou práce soudního znalce v oblasti vad a poruch stavebních konstrukcí. Stěžejními publikacemi jsou zejména monografie prof. A. Bradáče *Znalecká činnost ve stavebnictví* [46] a *Soudní inženýrství* [45]. Tyto výše zmíněné publikace definují obecné principy práce soudního znalce v oblasti posuzování vad a poruch stavebních konstrukcí a řeší také podrobněji některé konkrétní oblasti stavební činnosti, jako jsou například pozemní stavitelství nebo výstavba inženýrských sítí. Nicméně poměrně specifickou oblastí odvětví dopravních staveb, kterou jsou vady a poruchy krytových vrstev netuhých vozovek, se žádná z výše uvedených publikací nezabývá.

Současný stav poznání v rámci problematiky vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací v České republice, včetně případného vyčíslení výše škody, která může v souvislosti s výskytem těchto vad a poruch na povrchu a v konstrukci vozovky vznikat je poměrně podrobně shrnut a popsán v části 2 této dizertační práce (2. Přehled současného stavu). Jako hlavní zdroje informací pro komplexní zhodnocení situace v oblasti současného stavu poznání řešené problematiky v ČR byly autorem použity zejména platné technické normy a předpisy, současné i dřívější právní normy a předpisy, odborné články a publikace a v neposlední řadě také znalecké posudky zabývající se řešenou problematikou přímo ve znalecké praxi. Na základě analýzy výše zmíněných dokumentů lze konstatovat, že jistě v ČR existují literární prameny, ze kterých může soudní znalec čerpat, ale chybí podklad, který by nějakým způsobem definoval a popisoval problematiku vad a poruch vozovek pozemních komunikací z pohledu soudního inženýrství a v kontextu znalecké činnosti.

Další zkoumanou oblastí v rámci provedené rešerše byly postupy pro stanovení výše škody v souvislosti se vznikem vad a poruch vozovek pozemních komunikací. V odborné literatuře zabývající se problematikou oceňování nemovitostí lze dohledat obecné výpočtové vztahy pro stanovení majetkové újmy, založené na principu stanovení nákladů na opravu, přičemž se dále do výpočtu promítají také vlivy rozdílu ceny dané nemovitosti před poškozením a po něm, eventuelní hodnota zbytků po opravě a náklady na získání a realizaci využitelných zbytků (zhodnocení resp. znehodnocení věci provedenou opravou). Konkrétně se jedná o monografii

prof. A. Bradáče a kol. Teorie a praxe oceňování nemovitých věcí [47]. Obecně jsou výše zmíněné principy pro výpočet majetkové újmy jistě částečně aplikovatelné i na problematiku vad a poruch vozovek pozemních komunikací, klíčovou otázkou je však samotný postup stanovení ceny relevantní opravy dané vady či poruchy vozovky, což je oblast, která z pohledu znalecké činnosti není žádným způsobem standardizována a skýtá velkou variabilitu možných přístupů, které mohou ve finále vést k dosti odlišným výsledkům. Pro praktický postup vyčíslení výše škody v případě výskytu vad a poruch vozovek pozemních komunikací v současné době neexistuje v ČR žádný standardizovaný postup, který by mohl soudní znalec použít. Autor vycházel primárně z myšlenky stanovení výše škody na základě odhadu ceny relevantní opravy nutné k uvedení vozovky do vyhovujícího (bezvadného) stavu. Na základě výše uvedeného provedl autor analýzu běžně používaných cenových soustav stavebních prací v ČR a v rámci možností také porovnání cen podle těchto běžně používaných cenových soustav s tržními cenami ve vybraných regionech.

Dále se autor zaměřil na analýzu situace v okolních zemích. Současný stav poznání v rámci problematiky vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací v Německu, v Rakousku nebo třeba na Slovensku je velice podobný situaci v České republice. Ve zmíněných zemích taktéž existují technické předpisy, které mohou soudnímu znalci pomoci při analýze příčiny vzniku konkrétních typů poruch netuhých vozovek, ale stejně jako v ČR neexistuje jednotný předpis, který by dával problematiku vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek do kontextu s prací soudního znalce z pohledu soudního inženýrství. Mezi velice užitečné podklady stejně jako v České republice patří například katalogy poruch netuhých vozovek, které v sobě zahrnují taktéž doporučené způsoby oprav jednotlivých typů poruch [54] [57].

Odlišná situace je ale například v USA. Stejně jako ve výše uvedených evropských zemích tam existují předpisy, které kategorizují jednotlivé typy poruch netuhých vozovek a doporučují vhodné způsoby jejich opravy (např. [50]), ale současně v USA existuje také dokument, který přehledně formuluje problematiku vad a poruch netuhých vozovek v kontextu soudního inženýrství. Tímto stěžejním dokumentem je předpis Guide for Conducting Forensic Investigation of Highway Pavements vydaný v rámci National Cooperative Highway Research Program v roce 2013 organizací Transportation Research Board [49]. Tento dokument řeší krok po kroku metodiku práce soudního znalce ve vztahu k posuzování příčin vzniku vad a poruch vozovek pozemních komunikací, přičemž oblasti vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek je věnována taktéž značná pozornost. Autor tedy využil tento literární pramen jako jeden ze stěžejních podkladů pro část dizertační práce zabývající se metodologií práce soudního znalce při stanovení příčiny vzniku vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek.

Další otázkou jsou samozřejmě následující postupy, které by měl soudní znalec použít pro stanovení výše škody. Autor nejprve v rámci literární rešerše zanalyzoval obecné postupy pro stanovení výše škody používané v USA. Za zmínku stojí například publikace Reference Guide on Estimation of Economic Damages, která je součástí souboru publikací Reference Manual on Scientific Evidence [59]. Jak již bylo uvedeno výše, autor při zpracování této dizertační práce primárně vycházel z úvahy, že stanovení výše škody je vhodné provést pomocí odhadu ceny relevantní opravy. Dokument, který v USA pojednává o stanovování cen jednotlivých stavebních prací v oblasti vozovek pozemních komunikací je například Cost Estimating Guide for Road Constructions [58].

Dále se autor také zabýval v rámci rešerše otázkami indexace cen stavebních prací souvisejících s tématem dizertační práce v různých zemích. V České republice jsou informace o vývoji stavebního trhu prostřednictvím indexů cen stavebních prací v různých odvětvích zpracovávány prostřednictvím Českého statistického úřadu, nicméně žádný ze stanovovaných indexů nereflektuje poměrně specifické potřeby stavebních prací v oblasti krytových vrstev netuhých vozovek, které jsou extrémně závislé na kolísání cen asfaltových pojiv. Dále byla analyzována situace ohledně indexace cen stavebních prací souvisejících s tématem této dizertační práce v jiných zemích. Jako podklad pro tuto analýzu byl použit zejména dokument Sources and Methods Construction Price Indices [65]. Z tohoto dokumentu vyplývá, že indexace cen stavebních prací probíhá v řadě zemí, ale jen málo z těchto indexů skutečně reflektuje trendy spojené se stavebními pracemi v oblasti krytových vrstev netuhých vozovek. Za zmínku například stojí Price index for highway construction používaný v USA nebo Cost index for road construction používaný v Rakousku. Cílem analýzy indexace cen vybraných stavebních prací bylo zejména zhodnocení možností použití těchto mechanismů pro budoucí modifikace cenových modelů odvozených v rámci této dizertační práce.

Na základě zmíněných podrobných analýz všech výše uvedených zdrojů autor postupoval při zpracování následujících částí této dizertační práce.

5 POSTUPY PŘI STANOVENÍ PŘÍČIN VZNIKU VAD A PORUCH KRYTOVÝCH VRSTEV NETUHÝCH VOZOVEK

Jak již bylo popsáno v předchozích kapitolách této dizertační práce, pokud má být soudní znalec schopen kvalifikovaně stanovit výši škody způsobenou vznikem vad či poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací musí nejprve znát přesný rozsah dané vady či poruchy a příčinu jejího vzniku. Až na základě těchto informací může soudní znalec kvantifikovat výši škody, respektive stanovit cenu, za kterou je možné a reálné danou vozovku uvést do vyhovujícího stavu.

K tomu, aby byl soudní znalec schopen určit, zdali došlo k vadnému provedení stavebního díla či stanovit příčinu vzniku dané poruchy je nezbytné, aby postupoval přísně metodicky a maximálně se vyvaroval jakýchkoli subjektivních a nepodložených hodnocení a závěrů. Ideálním stavem by bylo, poskytnout soudnímu znalci takový algoritmus, který by ho při určování příčiny vzniku nevyhovujícího stavu vozovky pozemní komunikace vedl krok za krokem. Pokud však budeme realisty, je potřeba připustit, že takovýto algoritmus by bylo možné účelně použít jen za předpokladu, že důvodem vzniku vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací je jenom jedna příčina (např. nízká mezerovitost asfaltové vrstvy → vyjeté koleje). Kombinace možných skutečností, které mohou přispět ke vzniku poruchy možnost vytvoření jasného a neměnného postupu pro znalce značně komplikují, ne-li znemožňují. Soudní znalec bude vždy v určitých případech postaven před rozhodnutí, kdy bude muset na základě svých znalostí a zkušeností kvalifikovaně posoudit danou situaci, což je také jeho úkolem a k tomu by měl být stoprocentně kompetentní.

5.1 Postupy pro posuzování vad a poruch vozovek pozemních komunikací v České republice

Situace ve znalecké praxi v oblasti vozovek pozemních komunikací v České republice je taková, že pro tento segment znalecké činnosti neexistuje prakticky žádný jasný metodický postup, který by dával problematiku vad a poruch vozovek pozemních komunikací se všemi jejími specifiky do kontextu soudního inženýrství, a který by mohl soudní znalec využít při své práci. Existují samozřejmě obecné právní normy pro znaleckou činnost, které musí soudní znalec respektovat. Konkrétně se jedná například o zákon č. 36/1967 Sb., o znalcích a tlumočnících [4] a vyhláška č. 37/1967 Sb., k provedení zákona o znalcích a tlumočnících [9]. Tyto výše uvedené právní předpisy upravují náležitosti znaleckého posudku takto:

Vyhláška č. 37/1967 Sb., k provedení zákona o znalcích a tlumočnících [9]**§ 13***Náležitosti posudku*

- (1) Příslušný orgán, který v řízení ustanovil znalce, vymezí ve svém opatření jeho úkol, podle okolností případu též formou otázek tak, aby se znalec zabýval jen takovými skutečnostmi, k jejichž posouzení je třeba jeho odborných znalostí.
- (2) V posudku uvede znalec popis zkoumaného materiálu, popřípadě jevů, souhrn skutečností, k nimž při úkonu přihlížel (nález), a výčet otázek, na které má odpovědět, s odpověďmi na tyto otázky (posudek).
- (3) Písemný znalecký posudek musí být sešit, jednotlivé strany očíslovány, sešivací šňůra připevněna k poslední straně posudku a přetištěna znaleckou pečeti.
- (4) Na poslední straně písemného posudku připojí znalec znaleckou doložku, která obsahuje označení seznamu, v němž je znalec zapsán, označení oboru, v němž je oprávněn podávat posudky, a číslo položky, pod kterou je úkon zapsán ve znaleckém deníku.
- (5) Znalec je povinen písemný posudek na požádání státního orgánu osobně stvrdit, doplnit nebo jeho obsah blíže vysvětlit.
- (6) Při ústním posudku podaném do protokolu uvedou se též údaje, které jsou předmětem znalecké doložky.

Zákon č. 36/1967 Sb., o znalcích a tlumočnících [4]**§ 13**

Podává-li znalec posudek písemně, je povinen každé jeho vyhotovení podepsat a připojit otisk pečeti; stejnou povinnost má tlumočnick u ověřovaných překladů.

Z výše uvedených citací tedy vyplývá, že platné právní předpisy pro znaleckou činnost v České republice definují dvě základní části znaleckého posudku. Tou první je takzvaný **nález** a tou druhou je **posudek**.

Dále lze v literatuře dohledat obecné metodické postupy pro znaleckou činnost ve stavebnictví jako je například kniha Soudní inženýrství od autorského kolektivu v čele s prof. Ing. Albertem Bradáčem, DrSc. [45]. V této knize je podrobněji rozvedena metodologie tvorby jednotlivých částí znaleckého posudku ve smyslu výše uvedených právních předpisů.

Nález je definován jako část znaleckého posudku, která by v sobě měla zahrnovat zejména podrobný výčet všech podkladů, které byly pro zpracování daného znaleckého posudku použity. V případě posuzování vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací se bude jednat zejména o níže uvedené:

- spisové materiály související s daným znaleckým šetřením,
- projektová dokumentace,
- smlouvy,
- stavební deníky,
- zápisy z kontrolních dnů stavby,
- zápisy o předání a převzetí stavebního díla,
- použité technické normy a předpisy,
- ostatní použité literární zdroje a prameny,
- soupis informací zjištěných v rámci provedeného místního šetření včetně pořízené fotodokumentace,
- výčet protokolů o provedených zkouškách a měřeních (samotné protokoly jsou pak většinou součástí příloh daného znaleckého posudku).

Posudek je definován jako část znaleckého posudku, která by v sobě měla zahrnovat jednoznačně definovaný znalecký úkol. Dále by měl soudní znalec v posudku specifikovat znalecké postupy, které povedou ke splnění stanoveného cíle. Následně se znalec v rámci posudku zabývá jednotlivými zadanými problémy, přičemž je vhodné, aby se znalec snažil v maximální možné míře používat obecně známé výrazy s tím, že každý použitý odborný termín je potřeba náležitě vysvětlit. Při posuzování složitějších případů mohou nastávat situace, kdy je posudek velmi rozsáhlý. V takových případech je pak vhodné, aby znalec vždy dílčí závěry uvedené v posudku nakonec shrnul a zkoumané děje přehledně popsal. Nedílnou součástí závěrečné části znaleckého posudku je přehledné shrnutí na začátku formulovaných otázek, včetně jasných odpovědí na tyto otázky, které vyplynuly z výsledků znaleckého šetření.

Ve výše zmíněné knize [45] jsou dále také popsány obecné situace a postupy, které by měl soudní znalec v oblasti stavebnictví následovat a respektovat. V knize jsou definovány například základní otázky, které by měl být soudní znalec v oblasti vad a poruch staveb schopen na základě výsledků znaleckého šetření zodpovědět. Pro příklad jsou tyto otázky formulovány níže:

1. Zda na stavbě existují vady, uváděné žadatelem.
2. Pokud vady existují, je jejich příčinou skutečnost, že stavba nemá vlastnosti stanovené technickými normami nebo jinými právními předpisy, smlouvou, rozhodnutím hospodářské arbitráže, opatřením státního nebo jiného orgánu, popř. vlastnosti obvyklé?
3. Je příčina vad důsledkem vady projektu, vady prací dodavatele, uživatele nebo někoho jiného?
4. Pokud je příčina vad důsledkem vadných prací více subjektů, jaký je jejich vzájemný podíl?
5. Brání vady řádnému provozu a užívání stavby?
6. Jedná se o vady odstranitelné?
7. Jaká je výše nákladů na jejich odstranění?
8. Pokud se jedná o vady neodstranitelné, jaká je přiměřená sleva?

Nalezení odpovědí na výše uvedené otázky je pak většinou cílem zpracovávaného znaleckého posudku.

Jako velice užitečný nástroj pro vyhodnocení znaleckého šetření se jeví matice hypotéz, která může být samozřejmě účelně modifikována i pro použití v oblasti stanovení příčiny vzniku vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací. Matice hypotéz, která umožňuje soudnímu znalci přehledně graficky znázornit ověření jednotlivých hypotéz v rámci zpracování znaleckého posudku je strukturována tak, že ve sloupcích jsou uvedeny jednotlivé hypotézy, například příčiny vzniku dané poruchy vozovky, a v řádcích jsou uvedeny jednotlivé prameny, respektive způsoby ověření daných hypotéz. Příklad matice hypotéz je uveden níže v rámci tabulky 21.

Tabulka 21 Příklad matice hypotéz

Pramen resp. způsob ověření hypotézy		Možná příčina vzniku poruchy			
		Hypotéza 1	Hypotéza 2	Hypotéza 3	atd.
Analýza technických příčin závady	Ohledání				
	Fotodokumentace				
	Laboratorní zkoušky				
	atd.				
Analýza vztahu závad k předpisům	Obecně závazné předpisy				
	ČSN EN				
	TP				
	atd.				
Analýza vztahu účastníků k závadě	Diagnostický průzkum				
	Projektová dokumentace				
	TDI				
	atd.				

Na základě výše uvedeného lze tedy konstatovat, že v České republice sice existují určité doporučené postupy pro zpracování znaleckého posudku v oboru stavebnictví, ale tyto postupy jsou natolik obecné, že nejsou schopny dostatečně eliminovat možné odchylky znaleckých postupů v oblasti posuzování vad a poruch vozovek pozemních komunikací.

5.2 Postupy pro posuzování vad a poruch vozovek pozemních komunikací v USA

V návaznosti na předešlou kapitolu jsou v této kapitole pro porovnání popsány postupy používané v USA pro stanovení příčin vzniku vad a poruch vozovek pozemních komunikací v kontextu soudního inženýrství. Níže uvedené informace vycházejí zejména z technického předpisu Guide for Conducting Forensic Investigation of Highway Pavements [49].

Nejprve je třeba si uvědomit, že zpracování znaleckého posudku vyžaduje dokonalé porozumění chování vozovky a také faktorům, které toto chování ovlivňují. Dalším důležitým elementem je

také pečlivé přezkoumání všech reálně dostupných dat a potřebných informací k posouzení situace. A v neposlední řadě je také nezbytné vyhnout se všem předčasným a nepodloženým závěrům.

Předpis Guide for Conducting Forensic Investigation of Highway Pavements [49] definuje čtyři klíčové faktory pro chování konstrukce vozovky:

1. Konstrukce vozovky
 - a. Tloušťky konstrukčních vrstev
 - b. Druhy a vlastnosti použitých materiálů
 - c. Odvodnění
 - d. Postupy během výstavby
 - e. Kvalita provedené konstrukce vozovky
 - f. Podmínky během provádění konstrukčních vrstev vozovky (například klimatické atd.)
2. Podloží vozovky
 - a. Typ materiálu v podloží vozovky a jeho vlastnosti
 - b. Vliv vody v podloží vozovky
3. Dopravní zatížení dané pozemní komunikace
4. Prostředí, kterému je daná vozovka vystavena

Níže je v tabulce 22 uveden příklad použití faktorů definujících chování vozovky pro analýzu současného stavu vozovky pozemní komunikace.

Tabulka 22 Primární faktory definující chování vozovky

Primární faktor		Zjištění
Konstrukce vozovky	Asfaltové vrstvy	Např. nízký obsah asfaltového pojiva v obrusné vrstvě, nízká míra zhutnění a vysoká mezerovitost obrusné vrstvy...
	Nestmelené podkladní vrstvy	Např. nevyhovující tloušťka podkladní vrstvy z MZK, nevhodná čára zrnitosti MZK...
Podloží vozovky		Např. zatřídění zeminy + hodnota CBR...
Dopravní zatížení		Např. TDZ I dle TP 170 (předpokládaná TDZ dle PD III).
Prostředí		Např. není dostatečně zajištěn odtok srážkové vody z povrchu pozemní komunikace...

K potřebnému pochopení a analýze aktuálního stavu vozovky je potřeba získat relevantní data a informace o každém z primárních faktorů, které nám pomohou identifikovat a kvantifikovat současný stav posuzované vozovky.

Nezbytná data a informace je možné rozdělit do níže uvedených tří kategorií:

1. Data a informace, na základě kterých byla zpracována projektová dokumentace k danému projektu.
2. Data a informace o skutečném provedení daného projektu.
3. Porovnávací data a informace.

Všechny tři skupiny výše uvedených dat jsou nezbytné ke komplexnímu a objektivnímu posouzení aktuálního stavu vozovky pozemní komunikace. V tabulce 23 níže je uveden příklad analýzy stavu vozovky pozemní komunikace na základě použití kvantifikace kvalitativních faktorů posuzované asfaltové vozovky pozemní komunikace ve struktuře výše popsanych třech kategorií potřebných dat a informací.

Tabulka 23 Příklad analýzy stavu vozovky na základě kvalitativních faktorů [49]

Primární faktory	Kvalitativní faktory	Navržená hodnota v rámci PD	Skutečný stav	Porovnání
Konstrukce vozovky	Tloušťka asf. vrstvy			
	Mezerovitost asf. vrstvy			
	Obsah asf. pojiva			
	...			
Podloží	Materiál v podloží			
	Vlastnosti podloží			
	...			
Dopravní zatížení	Počet návrhových náprav			
Podmínky prostředí	Odvodnění povrchu			
	Voda v podloží			
	Teplotní extrémny			

Tato výše zmíněná analýza umožní soudnímu znalci jednoznačnou kvantifikaci potřebných dat ke zpracování znaleckého posudku. V závislosti na aplikaci může být stav asfaltové vozovky dále charakterizován na základě různých parametrů, jako jsou například:

1. Vady a poruchy asfaltových vrstev.
 - a. Trhliny v asfaltových vrstvách.
 - b. Trvalé deformace – vyjeté koleje.
 - c. Ztráta povrchu z obrusné vrstvy – výtluky.
 - d. Vystupování asfaltového tmelu na povrch obrusné vrstvy.
2. Zbytková únosnost vozovky.
3. Nerovnost povrchu vozovky.
4. Protismykové vlastnosti povrchu vozovky.

Jako zdroje informací o reálném stavu posuzované vozovky pro znalecký posudek pak mohou být použity zejména:

- Destruktivní zkušební metody – odběr jádrových vývrtů nebo provádění kopaných sond pro analýzu materiálů použitých v konstrukci vozovky a jejím podloží.
- Nedestruktivní zkušební metody – použití georadaru pro monitoring konstrukce vozovky; použití rázového zatěžovacího zařízení FWD pro stanovení zbytkové únosnosti vozovky, použití zařízení pro stanovení protismykových vlastností povrchu vozovky, použití zařízení pro měření podélné a příčné nerovnosti povrchu vozovky apod.
- Informace o třídách dopravního zatížení dle sčítání dopravy (pozor je třeba dávat na mimořádné situace v období životnosti dané pozemní komunikace, které by mohly negativně ovlivnit konečný stav vozovky z důvodu neočekávaného navýšení těžké nákladní dopravy v určitém časově omezeném období životnosti vozovky například z důvodu objížděky apod. I tato skutečnost by vždy měla být zohledněna ve znaleckém posudku).
- Informace o klimatických podmínkách, kterým byla daná pozemní komunikace vystavena (zejména se jedná o extrémní klimatické podmínky v průběhu zimního a letního období).

Metodologie zjišťování současného stavu vozovky je v předpise Guide for Conducting Forensic Investigation of Highway Pavements [49] rozdělena do tří základních kroků:

1. Předběžné šetření (Preliminary Investigation).
2. Nedestruktivní zkoušení (Non-destructive testing).
3. Destruktivní zkoušení (Destructive testing).

Postup ve výše zmíněných krocích umožňuje eliminovat potřeby pro získávání dat a informací za hranou toho co je v rámci znaleckého posudku potřeba zkoumat a řešit. Například je možné za

určitých okolností zpracovat znalecký posudek pouze na základě předběžného šetření, a to tehdy jsou-li fakta získaná z tohoto šetření dostatečně průkazná v dané věci a není nejmenších pochyb o znaleckých závěrech celé kauzy. Na druhou stranu je třeba se vyvarovat všech nepodložených a ukvapených závěrů, které by mohly zanedbat nebo přehlédnout důležité skutečnosti, jenž by měly být ve znaleckém posudku zohledněny.

Proces zpracování znaleckého posudku obvykle začíná požadavkem od majetkového správce dané pozemní komunikace, dodavatele stavby, anebo jiného účastníka výstavby. Důvodem zahájení prací na znaleckém posudku jsou většinou pochybnosti o kvalitě provedeného stavebního díla signalizované většinou výskytem poruch nebo například výzva soudu k podání znaleckého posudku v dané věci.

Předběžné informace o projektu mohou zahrnovat níže uvedené:

- konstrukce vozovky,
- datum uvedení do provozu,
- podezřelý zdroj problému,
- rozsah projektu a rozsah zjištěného problému.

Americký předpis [49] pracuje s pojmem předběžné znalecké šetření (Preliminary Forensic Investigation). Předběžné znalecké šetření lze označit za prvotní část práce soudního znalce nebo znaleckého týmu v rámci zpracování znaleckého posudku. Předběžné znalecké šetření slouží ke stanovení cílů, určení skutečnosti zda je zpracování znaleckého posudku nezbytné ke stanovení určených cílů, a pokud ano tak i stupeň potřebného zkoumání v rámci získání všech potřebných podkladů ke kvalifikovanému posouzení vzniklé situace v rámci znaleckého posudku. Předběžné znalecké šetření je v případě posuzování vzniklé situace v konstrukci vozovky znaleckým týmem většinou provedeno koordinátorem činností realizovaných v rámci zpracování znaleckého posudku (Forensic Investigation Coordinator), a pokud je potřeba na základě tohoto předběžného šetření zpracovat kompletní znalecký posudek, pak záznam o předběžném znaleckém šetření musí obsahovat níže uvedené body:

1. Identifikace problému, který musí být řešen.
2. Definice cílů, jejichž naplnění povede k vyřešení problému.
3. Sběr a vyhodnocení relevantních informací.
4. Určení, zda je zpracování znaleckého posudku odůvodněné.
5. Příprava záznamu o rozhodnutí.
6. Identifikace správné úrovně vyšetřování.
7. Příprava předběžné znalecké zprávy (Preliminary Forensic Investigation Report).

Prvotním úkolem v rámci předběžného znaleckého šetření je tedy identifikace relevantních problémů a cílů. Klíčové je nejprve porozumět podstatě problému, který bude následně v rámci

znaleckého posudku řešení. Následně je nutné stanovit cíle, které povedou k vyřešení / určení příčiny dříve definovaného problému. Typové příklady vzniklých problémů a souvisejících cílů zahrnují:

- Problém: Předčasné poruchy vozovky.
 - Příklady cílů.
 - Určení místa vzniku předčasné poruchy.
 - Identifikace toho, zda je pravděpodobný výskyt stejné poruchy i na jiných místech.
 - Určit způsob opravy poruchy.
 - Určit, zda by měly být návrhové parametry či specifikace změněny tak, aby se již vznik takovéto poruchy neopakoval.
- Problém: Část úseku netuhé vozovky pozemní komunikace vykazuje výrazně jiné chování.
 - Příklady cílů.
 - Určení úseků s odlišným chováním na stavbě.
 - Určit akce nutné k zajištění jednotného (vyhovujícího) chování pro oba úseky.
- Problém: Oprava poruchy vozovky v záruční době.
 - Příklady cílů.
 - Určení příčin vzniku poruch.
 - Návrh způsobu opravy.
 - Určit soulad se záručními podmínkami.
- Problém: Nevyhovující povrchové vlastnosti vozovky.
 - Příklady cílů.
 - Určit zda jsou povrchové vlastnosti vozovky negativně ovlivněny vstupními materiály, konstrukcí vozovky nebo vlivem údržby.
 - Navrhnout opatření na zlepšení povrchových vlastností vozovky.
 - Určit, zda by měly být změněny návrhové specifikace.
- Problém: Chování pokusného úseku vozovky.
 - Příklady cílů.
 - Porovnání míry porušení vozovky pokusného úseku s konvenční vozovkou (pokud je toto možné).
 - Stanovení, zda experimentální technologie či metoda jsou předmětem záruky.
 - Stanovení, zda musí být změněny návrhové metody či specifikace.
 - Sběr dat pro vývoj a kalibraci teoretického modelu chování vozovky pokusného úseku.

Další částí předběžného znaleckého šetření je dle popisovaného předpisu [49] sběr a vyhodnocení relevantních informací, což zahrnuje zejména níže uvedené:

- Rozhovor s osobami požadujícími vyhotovení znaleckého posudku k ujasnění důvodů jejich požadavku a definici problému, který je důvodem tohoto požadavku.
- Rozhovor s osobami reprezentujícími ostatní zúčastněné strany projektu, za účelem získání jejich názorů a připomínek k předmětu sporu.
- Informace o projektu k lokalizaci a určení rozsahu posuzovaného úseku vozovky.
- Projektový návrh konstrukce vozovky a informace o skutečném provedení konstrukce vozovky. Toto zahrnuje kontrolu projektové dokumentace, technologických postupů, kontrolních a zkušebních plánů, výsledků provedených kontrolních zkoušek apod. Například se jedná o porovnání skutečných tloušťek vozovkových vrstev s projektovanými, porovnání skutečných obsahů asfaltového pojiva v asfaltových směsích použitých pro zhotovení asfaltových vrstev s normovými požadavky, porovnání skutečně dosažené mezerovitosti asfaltových směsí použitých pro zhotovení asfaltových vrstev při kontrolní zkoušce asfaltové směsi s normovými požadavky, porovnání dosažené míry zhutnění asfaltové vrstvy s normovými požadavky apod.
- Data ze systému hospodaření s vozovkou, na základě kterých je možné určit, zda se jedná o nově vzniklou poruch či o poruch vyvíjející se a zhoršující se v čase.
- Data a záznamy o prováděné údržbě vozovky, na základě kterých je možné analyzovat druh a četnost prováděné údržby povrchu vozovky a odvodňovacích zařízení.
- Data týkající se počasí a klimatických vlivů, které mohly ovlivnit chování vozovky.
- Geologické mapy k identifikaci zemin v podloží a geologických anomálií.
- Data o dopravě, které je posuzovaná vozovka vystavena. Data o dopravě mohou být získána s veřejné databáze, anebo je nutné tyto data cíleně získat v rámci zpracování znaleckého posudku. V úvahu musí být vzata i sezonní variabilita dopravního proudu (např. vzhledem k zemědělství nebo používání sněžných řetězů). V úvahu musí být vzata také skutečnost, že data o dopravním zatížení z veřejné databáze nebo i data o dopravním proudu získaná v době zpracování znaleckého posudku nemusí být vždy relevantní, protože nemusí postihnout například krátkodobé navýšení těžké nákladní dopravy během krátkého časového úseku v minulosti, což může mít poměrně značný význam a vliv na aktuální stav vozovky.
- Výsledky nedestruktivních a destruktivních zkoušek (měření míry zhutnění a mezerovitosti asfaltové vrstvy radiosondou Troxler, měření únosnosti vozovky rázovým zatěžovacím zařízením FWD, stanovení parametrů asfaltové vrstvy a asfaltové směsi z jádrových vývrtů, výsledky měření nerovnosti vozovky, výsledky měření protismykových vlastností apod.).

- Ostatní relevantní informace (např. informace o nehodovosti, historie vydaných povolení co se týče zvýšených intenzit těžké nákladní dopravy apod.).
- Informace o podzemním vedení inženýrských sítí (vodovodní potrubí, kanalizace, plynovody, elektrické kabely apod.).
- Předěšlé znalecké posudky, jestliže byly podobné problémy šetřeny již dříve.
- Existující informace o zeminách v podloží konstrukce vozovky.
- Internetová rešerše toho, zdali byla podobná problematika již někde řešena.

Informace získané v rámci předběžného znaleckého šetření jsou následně použity k určení odůvodnitelnosti a potřebnosti případného následujícího znaleckého posudku. Typické důvody pro provedení komplexního znaleckého posudku jsou například:

- Předčasně vznikající poruchy vozovky, které mohou souviset s níže uvedeným:
 - Nesprávný návrh konstrukce vozovky.
 - Odchytky od uznávaných stavebních postupů, které nemají přímý vliv na výsledky standardně používaných kontrolních zkoušek.
 - Odchytky od normových specifikací.
 - Výrazně vyšší intenzity dopravy v porovnání s původními předpoklady.
 - Přetížení dané pozemní komunikace.
 - Mimořádné události (např. vyjeté koleje nebo trhliny spojené s krátkodobým povolením k mimořádnému zatížení těžkou nákladní dopravou například v souvislosti s krátkodobou objížďkou, vyjeté koleje nebo trhliny spojené s mimořádným klimatickým zatížením, deformace způsobené při povodních apod.).
 - Změny v odvodňovacím systému dané pozemní komunikace (ucpané propustky, nefunkční příkopy apod.).
 - Údržba, která mohla ovlivnit konstrukci vozovky nebo materiály v ní použité (opravy spár, nátěrové technologie apod.).

Jak již bylo zmíněno výše, znalecký posudek je většinou zpracováván z důvodu nestandardního chování konstrukce vozovky, zejména pak v souvislosti se vznikem poruch či nevhodnými povrchovými vlastnostmi vozovky. Při vzniku výše uvedených situací je většinou nezbytné objektivně zhodnotit všechny relevantní skutečnosti a zjistit pravděpodobné příčiny nestandardního chování vozovky, případně určit pravděpodobného viníka vzniklé škody a tuto škodu pokud možno také vyčíslit. Z výše zmíněných důvodů je naprosto nezbytný systematický přístup, který zohlední všechny relevantní informace a data, která by mohla ovlivnit výsledky hodnocení zpracovávaného znaleckého posudku. Typické fáze znaleckého šetření většinou zahrnují, vizuální prohlídku, provedení nedestruktivních zkoušek, a pokud je to nezbytné, tak následné provedení destruktivních zkoušek a laboratorního vyhodnocení.

Strukturovaný a systematický přístup ke znaleckému šetření vyžaduje také strukturovaný a systematický plán znaleckého šetření. Plán znaleckého šetření obvykle zahrnuje informace o stanovení znaleckého týmu, předběžnou znaleckou vizuální prohlídku na hodnoceném úseku pozemní komunikace (prvotní místní šetření) a rozhodnutí o požadovaných druzích nedestruktivního zkoušení. Zjištění z této první fáze znaleckého šetření jsou následně použita k určení, zda byly získané informace dostatečné a zdali je možno na jejich základě určit a jednoznačně identifikovat příčiny vzniku problému, který je předmětem znaleckého šetření, anebo je-li nezbytné přistoupit k další fázi potřebné ke zpracování komplexního znaleckého posudku, zahrnující provedení a vyhodnocení podrobnějších, většinou destruktivních zkoušek.

Dokument *Guide for Conducting Forensic Investigation of Highway Pavements* [49] dále hovoří o sestavení znaleckého týmu. V USA je běžnou praxí, že zpracování znaleckého posudku v oblasti vozovek pozemních komunikací týkajícího se rozsáhlejších problémů probíhá za účasti níže uvedených osob.

- Soudní znalec v oboru pozemních komunikací - koordinátor znaleckého šetření.
 - Řídí veškeré procesy související se zpracováním znaleckého posudku.
 - Sestavuje a uchovává dokumenty, jakými jsou plán znaleckého šetření, dílčí části znaleckého posudku, povolení, záznamy korespondence a diskuzí s jednotlivými zainteresovanými účastníky znaleckého šetření.
 - Koordinuje odběr vzorků na posuzovaném úseku pozemní komunikace.
 - Zajišťuje veškerou logistiku související s daným znaleckým šetřením.
 - Zajišťuje získání všech potřebných povolení souvisejících se zpracováním znaleckého posudku.
- Osoba zastupující organizaci požadující zpracování znaleckého posudku.
 - Poskytuje potřebné informace a data o posuzovaném projektu.
 - Implementuje opatření vycházející ze zjištění znaleckého šetření.
- Projektant.
 - Účastní se diskuse na téma rozdílů mezi navrhovaným a reálně provedeným technickým řešením stavebního díla dané pozemní komunikace.
- Osoba zastupující organizaci odpovědnou za správu a údržbu posuzované pozemní komunikace.
 - Poskytuje informace o vývoji chování posuzované vozovky za minulá období.
 - Poskytuje informace o provedené údržbě.
 - Poskytuje informace o stavu a údržbě odvodňovacích zařízení posuzované pozemní komunikace.

- Poskytuje součinnost při plánování a provádění akcí na posuzované pozemní komunikaci (vizuální prohlídka, provedení nedestruktivních zkoušek, odběr jádrových vývrtů, měření zbytkové únosnosti vozovky apod.).
- Odborník na řešenou problematiku z university / výzkumné organizace (pokud je přítomnost takového odborníka nutná a účelná).
 - Provádí servis v oblasti expertízy a testování, spolupracuje na vyhodnocení a interpretaci naměřených a získaných dat, spolupracuje na přípravě finálního znění znaleckého posudku.
- Zhotovitel nebo dodavatel materiálu (pokud je možné a účelné).
 - Identifikuje odchylky od standardních postupů v průběhu výstavby.
 - Identifikuje odchylky ve zdrojích a chování materiálů.

Detailní znalecké šetření většinou vyžaduje i následující:

- Osobu zodpovědnou za nedestruktivní zkoušení.
- Zkušební laboratoř odpovědnou za provedení požadovaných zkoušek a měření.

Důležitou částí předběžného znaleckého šetření (Preliminary Forensic Investigation) je podle popisovaného předpisu [49] také takzvané předběžné místní šetření (Pre-Investigation Site Visit). Dokument [49] popisuje a určuje základní metodiku, jak by mělo být prvotní vizuální zhodnocení stavu dané vozovky pozemní komunikace provedeno. Ve stručnosti je popis těchto činností uveden níže:

- Pozorování stavu vozovky a poruch spojených s řešenými předmětnými problémy.
- Identifikace některých dalších nestandardních chování vozovky a jejich poruch.
- Identifikace skutečností spojených s dopravním zatížením a environmentálními aspekty, které mohou mít přímou souvislost s řešenými problémy.
- Určení rozsahu (limitů) znaleckého šetření.
- Identifikace typů zkoušek a měření, které by měly být následně provedeny.
- Identifikace potenciálních budoucích problémů s omezením silničního provozu v souvislosti s následným měřením a odběrem vzorků potřebných k získání nezbytných dat ke zpracování znaleckého posudku.

Prvotní vizuální prohlídka by měla být zahájena pomalým průjezdem posuzovaného úseku vozovky v obou směrech. Po prvotním seznámení se s posuzovaným úsekem by měla být vytipována problémová místa, kde vozovka vykazuje nestandardní chování, případně poruchy. Tato místa nestandardního chování vozovky, případně poruch by pak měla být podrobně prozkoumána a zdokumentována z oblasti krajnice. Pro provedení a vyhodnocení vizuální prohlídky posuzované vozovky bývá v USA používán například dokument Distress Identification Manual for the Long-term Pavement Performance Program [50] (v České

republiky je pro tento účel možno použít předpis Ministerstva dopravy ČR TP 82 [37]). Záznamy zjištěných poruch musí být provedeny do vhodných formulářů. Nezbytné je taktéž prověřit a zaznamenat následující skutečnosti:

- Chování dané poruchy při dopravním zatížení (např. pumpování vozovky apod.).
- Zvážit efekt různých klimatických podmínek a jejich vliv na chování vozovky ve vztahu ke zjištěným poruchám (změna barvy povrchu vozovky v souvislosti s dočasným zaplavením vozovky z minulosti, vyjeté koleje související s mimořádně vysokými teplotami, koleje způsobené použitím sněžných řetězů, poškození zařízení na odstraňování sněhu při zimní údržbě apod.). Dohledat adekvátní záznamy o klimatických podmínkách, kterým byla vozovka v minulosti vystavena.
- Prověřit a zhodnotit možné příčiny problémů vyskytujících se pouze v omezených úsecích dané pozemní komunikace (segregace použité asfaltové směsi; místo dopravní nehody, které způsobilo lokální poškození vozovky; místo rozlití většího množství ropných látek; nefunkční odvodňovací zařízení apod.).
- V případě rozšiřovaných úseků pozemní komunikace je třeba prověřit případné rozdíly v konstrukcích vozovky a skutečnost, zdali není podélná spára přímo v jízdní stopě vozidel.
- Pořídit fotodokumentaci všech relevantních zjištění.
- Identifikovat a zaznamenat potenciální místa pro provedení destruktivních zkoušek (odběr jádrových vývrtů apod.); jejichž potřeba může být identifikována dále v průběhu znaleckého šetření.
- Zahrnout hodnocení všech relevantní skutečností pozorovaných v okolí hodnocené pozemní komunikace (nefunkční propustky v zemním tělese hodnocené pozemní komunikace; místa najíždění a sjíždění zemědělské techniky; nestabilní svahy zemního tělesa; nefunkční odvodnění zemního tělesa; vegetace v blízkosti hodnocené pozemní komunikace – zejména velké stromy; přechody mezi násypem a zářezem; stavební činnost v okolí pozemní komunikace, která byla spojena s dočasným navýšením těžké nákladní dopravy apod.).

Po provedení předběžného místního šetření (Pre-Investigation Site Visit) je důležité takzvané stanovení počátečních limitů pro zpracování znaleckého posudku. Rozsah zpracovávaného znaleckého posudku bude záviset na požadavcích na tento posudek a na definici problémů, které by měly být řešeny. Rozsah posuzovaného úseku je většinou určen počátečním a koncovým staničením posuzované pozemní komunikace a specifikací jízdních pruhů (např. pravý jízdní pruh, celá šířka vozovky apod.). Pro úsek, na kterém má být provedeno znalecké šetření, musejí být také definovány problémy, jejichž objasnění je předmětem tohoto znaleckého šetření. Účelné může být také porovnání úseku pozemní komunikace, na kterém se vyskytují předmětné

problémy (poruchy) s úsekem, na kterém k výskytu těchto problémů (poruch) nedochází. Mezi faktory, které mohou také ovlivnit výběr definovaného úseku vozovky pozemní komunikace, jež je předmětem zpracování znaleckého posudku, může patřit například rozdílné chování asfaltové vrstvy mezi jednotlivými dny pokládky asfaltové směsi a podobně.

Určení prvotního rozsahu zpracovávaného znaleckého posudku vychází zejména z údajů uvedených v projektové dokumentaci a z výsledků prvotního vizuálního zhodnocení posuzovaného úseku dané vozovky pozemní komunikace v souvislosti s jejími problémy, které jsou předmětem zpracování daného znaleckého posudku. Obecně lze říci, že předčasné poruchy asfaltových vrstev vozovek pozemních komunikací jsou většinou důsledkem pochybení v procesu výstavby, projektové přípravy, nebo nevhodné údržby. Z tohoto důvodu je důležité stanovit rozsah poruch, potenciální vývoj poruch a potenciální rozsah možného vzniku nových poruch. Jako užitečný nástroj pro výše uvedené úkoly mohou posloužit některé nedestruktivní zkušební metody.

Dalším krokem při zpracování znaleckého posudku bývá podle Guide for Conducting Forensic Investigation of Highway Pavements [49] příprava takzvaného prvotního plánu nedestruktivního zkoušení (Initial Non-Destructive Testing Plan) na zkoumaném úseku pozemní komunikace. Tento prvotní plán nedestruktivního zkoušení by měl zahrnovat zejména níže uvedené:

- Typ požadovaných nedestruktivních zkoušek a důvody proč jsou tyto zkoušky požadovány.
- Místo začátku a konce požadovaného nedestruktivního zkoušení nebo měření.
- Identifikace jízdnic pruhů, které by měly být testovány.
- Četnost navržených typů zkoušení.
- Konkretizace a kvantifikace dat nutných k provedení navrhovaných nedestruktivních zkoušek a měření.
- Předpokládaný čas nutný k provedení navržených zkoušek a měření.
- Další specifické požadavky.
- Požadavky na případná dopravní omezení.
- Požadavky na odběry jádrových vývrtů (pro kalibraci zařízení GPR a FWD).
- Požadavky na analýzu a interpretaci dat.
- Identifikace organizace či zkušební laboratoře, která provede navržené zkoušky a měření.

Soudní znalec odpovědný za zpracování daného znaleckého posudku následně připraví předběžný plán soudně znaleckého šetření (Preliminary Forensic Investigation Plan) zahrnující sestavení vyšetřovacího týmu (pokud je toto řešení potřebné a účelné), poznatky z prvotní prohlídky posuzované pozemní komunikace a detaily požadavků na nedestruktivní zkoušky.

Předběžný plán znaleckého šetření by měl zahrnovat následující:

- Záznam z prvotní vizuální prohlídky posuzované pozemní komunikace (prvotní místní šetření).
- Seznam členů soudně znaleckého týmu + kontakty.
- Formuláře prvotního vizuálního hodnocení dané pozemní komunikace.
- Prvotní plán nedestruktivních zkoušek.
- Požadavky na analýzu a identifikaci dat.
- Dopravně provozní opatření (dopravní omezení nebo uzávěry posuzované pozemní komunikace).
- Harmonogram obsahující termíny pro dané činnosti.

Součástí sestavování plánu činností potřebných k vypracování znaleckého posudku je také prvotní odhad ceny za zpracování znaleckého posudku. V neposlední řadě je pak nezbytnou součástí předběžného znaleckého šetření (Preliminary Forensic Investigation) vyhodnocení všech potenciálních rizik co se bezpečnosti týče, která mohou nastat při dalších fázích činností potřebných ke zpracování znaleckého posudku, zejména pak při provádění nedestruktivních a destruktivních zkoušek a měření na posuzovaném úseku pozemní komunikace.

Další důležitou fází procesů a analýz vedoucích ke zpracování znaleckého posudku v oblasti netuhých vozovek pozemních komunikací je provedení a vyhodnocení nedestruktivních zkoušek a měření. Výčet běžně používaných nedestruktivních zkušebních metod a měření pro oblast netuhých vozovek pozemních komunikací je podrobně uveden v části 2.8.1 této dizertační práce.

Provedení nedestruktivních zkoušek, identifikovaných ke zjištění požadovaných parametrů posuzované vozovky, může být započato po provedení předběžného místního šetření na posuzované vozovce pozemní komunikace.

Ačkoliv vyhodnocení a interpretace výsledků některých nedestruktivních zkoušek jsou poměrně jasné (např. měření nerovnosti povrchu), jiné mohou vyžadovat zkušenosti s interpretací a vyhodnocením získaných výsledků (např. FWD nebo GPR), z čehož může vyvstat potřeba přizvat odborníka z dané oblasti nedestruktivního zkoušení do znaleckého týmu. Níže jsou popsány klíčové oblasti, které by měly být zváženy při analýze výsledků různých typů nedestruktivních zkoušek použitých v rámci činností spojených se zpracováním znaleckého posudku a indikátory, které nasvědčují tomu, že bude potřeba potvrdit informace získané nedestruktivními zkušebními metodami také provedením určitého počtu destruktivních zkoušek.

Během analýzy výsledků nedestruktivních zkoušek je podstatné neřešit pouze dílčí problém zjišťovaný danou zkušební metodou, ale vnímat a uvědomovat si všechny ostatní souvislosti, které ke vzniku daného stavu mohly přispět nebo ho nějakým způsobem ovlivnit. Během analýzy dat získaných nedestruktivními zkouškami je nezbytné vzít v úvahu zejména níže uvedené:

- Jestliže výsledky provedených zkoušek jednoznačně prokazují a vysvětlují vyšetřovaný problém dané vozovky, pak žádné doplňující zkoušky nejsou potřebné.
- Jestliže jsou výsledky provedených zkoušek nejednoznačné a není možné na jejich základě stanovit relevantní závěry, je nutné určit další zkušební postupy, které soudnímu znalci umožní objasnit všechny potřebné skutečnosti k formulaci jasných závěrů. Další potřebné zkušební metody a postupy mohou být jak nedestruktivní, tak i destruktivní. S výhodou lze použít nedestruktivních zkušebních metod k lokalizaci míst pro provedení destruktivních zkoušek (např. odběr jádrových vývrtů).

Níže je uvedeno několik zásadních poznámek k interpretaci některých nedestruktivních zkoušek a měření podle popisovaného dokumentu [49]:

1. Georadar (GPR) - Interpretace výsledků georadarových měření je komplexní činnost, která vyžaduje určitou odbornost, trénink a zkušenosti. Soudní znalec bude potřebovat pro účel znaleckého šetření zajistit odborníka v dané oblasti a to buď přímo jako člena znaleckého týmu nebo jako službu poskytnutou znalci v rámci činností souvisejících se zpracováním znaleckého posudku. Během analýzy a vyhodnocení dat získaných měřením georadarem je nezbytné vzít v úvahu zejména níže uvedené:

- Výsledky měření georadarem jsou zejména vhodné pro orientační stanovení tloušťek vozovkových vrstev a lokalizaci možných problémových míst, kde bude vhodné například odebrat jádrové vývrty. Stanovení tloušťek vozovkových vrstev georadarem nemusí být úplně přesné, ale vizuální zobrazení tohoto měření umožní, aby si znalec udělal rámcový obraz o homogenitě konstrukce vozovky, co se týče tloušťek jejich konstrukčních vrstev.
- Analýzou amplitud georadarových měření je možné identifikovat problémová místa v konstrukci vozovky, jakými jsou například nespojení vrstev, vzduchové kaverny, zvodnělá místa atd. Toto měření není možno použít jako jediný podklad pro formulaci jednoznačných závěrů, ale jedná se o velmi užitečný nástroj pro odhalení anomálií v konstrukci vozovky, což může s výhodou posloužit jako identifikace problémových míst, která je potřeba podrobit podrobnějšímu zkoumání (např. odběru jádrových vývrtů).
- Analýzou frekvence georadarových měření je možné identifikovat zvodnělá místa v konstrukci vozovky a problémy související s rozdílnou vlhkostí. I v tomto případě mohou výsledky měření posloužit jako spolehlivý identifikátor problémových míst, která je potřeba podrobit podrobnějšímu zkoumání (např. odběru jádrových vývrtů).
- Výsledky georadarových měření je třeba zasadit do souvislostí s ostatními provedenými nedestruktivními zkouškami a vizuální prohlídkou posuzované pozemní komunikace. Pak

mohou být výsledky georadarových měření velice užitečným nástrojem pro komplexní zhodnocení stavu posuzované vozovky.

2. Rázové zatěžovací zařízení FWD - Pro rázové zatěžovací zařízení FWD existuje celá řada softwarů, které je možno pro vyhodnocovací výpočty použít. Níže jsou popsány postupy pro analýzu problémů konstrukce vozovky, pro které je však nezbytné znát tloušťky jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky.

- Získání dat o skutečném provedení stavby. Užitečné jsou zejména výsledky měření georadarem a výsledky stanovení tloušťek konstrukčních vrstev vozovky z jádrových vývrtů. Tyto výše popsaná data jsou pak velice důležitým nástrojem k možnosti následné interpretace výsledků měření rázovým zatěžovacím zařízením FWD. Na základě získaných průhybových modulů pružnosti a zpětně překalkulované zbytkové únosnosti vozovky z měření zařízením FWD je možné následně stanovit takzvaná oslabená místa konstrukce vozovky (poruchy v konstrukčních vrstvách vozovky, zvodnělá místa apod.). Tato oslabená místa konstrukce vozovky jsou identifikována porovnáním předpokládaných parametrů únosnosti vozovky s naměřenými hodnotami, anebo mohou být naměřené hodnoty zbytkových únosností vozovky porovnány v různých profilech hodnocené pozemní komunikace.
- Výběr senzorů, které budou použity k analýze.
 - Průhyb z geofonu přímo pod zatěžovací deskou indikuje chování celé konstrukce vozovky včetně podloží. Ostatní senzory indikují odezvu podloží s drobným vlivem konstrukčních vrstev vozovky. Střední senzory identifikují průhyby konstrukčních vrstev vozovky mezi povrchem a podložím.
 - Senzor používaný pro stanovení odezvy specifické vrstvy bude závislý na celkové tloušťce konstrukce vozovky, tloušťkách jednotlivých vrstev a jejich typu. Obecně lze říci, že senzor zařízení FWD je ovlivněn vrstvou ve větší hloubce pod povrchem vozovky než je vzdálenost senzoru od zatěžovací desky.
- Vyhodnocení průhybů / výpočet požadovaných parametrů (modul pružnosti, zbytková životnost vozovky apod.)
- Použití naměřených průhybů vozovky k:
 - Určení variability průhybů na posuzovaném úseku pozemní komunikace.
 - Identifikaci problémových míst.
 - Vztažení problémových míst k problémům, které jsou předmětem zpracování znaleckého posudku (například nespojení asfaltových vrstev v konstrukci vozovky).

- Určení zdali byly získány dostatečné informace k řešeným problémům, které jsou předmětem znaleckého šetření, a pokud ne, identifikovat potenciální místa pro další zkoumání.
- Určení rázového modulu pružnosti vozovky a jejich vrstev použitím vhodné metody zpětného výpočtu (metoda lineárně pružného poloprostoru, metoda konečných prvků apod.).
- Určení strukturální kapacity vozovky (např. metodou ekvivalentní tloušťky, zbytkové životnosti vozovky apod.).
- Porovnání zpětně vypočtených charakteristik s očekávanými hodnotami v závislosti na původním návrhu konstrukce vozovky, použitých materiálech apod. Příklady hodnot podle popisovaného předpisu [49] jsou uvedeny v tabulce 24 níže.
- Porovnání výsledků měření rázovým zatěžovacím zařízením FWD s výsledky georadarového měření (pokud bylo georadarové měření provedeno). Kombinací monitoringu a analýzy dvěma různými metodami mohou být problémy v konstrukci vozovky lépe identifikovány.
- Pokud nemohou být příčiny vyšetřovaných problémů vozovky jednoznačně určeny na základě vyhodnocení měření rázovým zatěžovacím zařízením FWD, použijí se tyto výsledky k jednoznačné identifikaci problémových míst dané vozovky, které bude potřeba podrobit dalšímu, ještě detailnějšímu zkoumání (zpravidla za použití destruktivních zkušebních metod).

Tabulka 24 Příklad rozsahů modulů pružnosti pro jednotlivé konstrukční vrstvy vozovky [49]

Typ vrstvy	Rozpětí hodnot modulu pružnosti			
	Dolní mez		Horní mez	
	psi	MPa	psi	MPa
Asfaltový beton	100 000	700	1 000 000	7 000
Hloubková recyklace (cement)	80 000	550	800 000	5 500
Hloubková recyklace (asfaltová pěna)	50 000	350	600 000	4 100
Hloubková recyklace (asfaltová emulze)	50 000	350	600 000	4 100
Penetrační makadam	100 000	700	900 000	6 750
MZK / ŠD	15 000	105	50 000	350

3. Profilometr a zařízení pro stanovení nerovnosti povrchu vozovky – Zařízení a měřicí metody používané pro stanovení nerovností povrchu vozovky jsou podrobně popsány v kapitole 2.8.1.5 této dizertační práce. Níže jsou v několika bodech zmíněny postupy, které by měly být respektovány v rámci zpracování znaleckého posudku podle dokumentu *Guide for Conducting Forensic Investigation of Highway Pavements* [49]:

- Porovnání stanovených hodnot mezinárodního indexu nerovnosti IRI s požadovanými hodnotami. *Pozn. V ČR jsou tyto požadavky definovány technickou normou ČSN 736175[30].*
- Lokalizace míst vysokých hodnot mezinárodního indexu nerovnosti IRI.
- Porovnání naměřených dat s jinými daty ze systému hospodaření s vozovkou (Road Management System) pro podobný typ pozemní komunikace, s podobným dopravním zatížením a podobným stářím (v České republice je toto v některých případech velice obtížně proveditelné, protože neexistuje ucelený soubor dat ohledně monitoringu stavu sítě pozemních komunikací, co se týče jejich kvalitativních parametrů).
- Pokud naměřená data mezinárodního indexu nerovnosti IRI ukážou více méně kontinuální problémy s nerovností v porovnání s podobnými úseky silniční sítě, je potřeba detailně prozkoumat návrhy konstrukčního řešení, data týkající se skutečného provedení stavby a data z pochůzky posuzovaného úseku pozemní komunikace, což by mělo vést k objasnění příčiny vzniku tohoto nevyhovujícího stavu povrchu vozovky.

4. Protismykové vlastnosti - Zařízení a měřicí metody používané pro stanovení protismykových vlastností povrchu vozovky jsou podrobně popsány v kapitole 2.8.1.3 této dizertační práce. Níže jsou v několika bodech zmíněny postupy, které by měly být respektovány v rámci zpracování znaleckého posudku podle popisovaného dokumentu [49]:

- Porovnání naměřených hodnot protismykových vlastností s normovými požadavky. *Pozn. V ČR jsou tyto požadavky definovány technickou normou ČSN 736177[31].* Data z měření protismykových vlastností povrchu vozovky poslouží k identifikaci problémových míst.
- Vymezení pod-úseků na zkoumaném úseku pozemní komunikace, které spadají do akceptovatelné úrovně, vyšetřovací úrovně a zásahové úrovně, co se týče hodnocení protismykových vlastností z hlediska případných rizik pro bezpečnost silničního provozu.
- Porovnání naměřených hodnot protismykových vlastností s jinými daty ze systému hospodaření s vozovkou pro obdobné typy pozemních komunikací, s obdobným dopravním zatížením.
- Pokud porovnání výsledků protismykových vlastností povrchu vozovky neodpovídá očekávaným trendům vývoje, je potřeba následná podrobnější analýza; např. složení použité asfaltové směsi, vlastnosti použitého kameniva a podobně.

- Pokud není možné stanovit objektivní závěry, co se týče zdůvodnění stavu povrchu vozovky z hlediska protismykových vlastností, je nutné provést podrobnější analýzu daného úseku zahrnující stanovení parametru makrotextury a mikrotextury povrchu vozovky.

5. Měření textury povrchu vozovky - Zařízení a měřicí metody používané pro určení parametrů textury povrchu vozovky jsou podrobně popsány v kapitole 2.8.1.3 této dizertační práce. Níže jsou v několika bodech zmíněny postupy, které by měly být respektovány v rámci zpracování znaleckého posudku podle popisovaného dokumentu [49]:

- Střední hloubka profilu MPD (Mean Profile Depth) může být stanovena výpočtem z naměřených hodnot laserovým profilometrem nebo jinými zařízeními pro laserové skenování povrchu vozovky, anebo může být také stanovena na jádrových vývrtech v laboratoři.
- Při použití zařízení pro kontinuální měření střední hloubky profilu MPD je nutné provést následnou analýzu dat, nejčastěji pomocí softwaru dodávaného výrobcem měřicího zařízení.
- Rozsah střední hloubky profilu MPD se obvykle pohybuje u asfaltových povrchů mezi 400 až 2500 μm . Vysoká hodnota střední hloubky profilu obecně indikuje ztrátu asfaltového tmele z povrchu obrusné vrstvy nebo ztrátu zrn drobného kameniva z povrchu obrusné vrstvy (korozi povrchu).

Na základě výsledků provedených nedestruktivních zkoušek a měření je pak soudní znalec schopen rozhodnout, zdali jsou informace získané analýzou těchto výsledků dostatečně průkazné k formulaci jasných odpovědí na otázky, které jsou předmětem zpracování znaleckého posudku. Před tímto rozhodnutím je však důležité dosavadní zjištění získaná v průběhu řešení předmětných otázek znaleckého posudku jasně popsat. Předpis Guide for Conducting Forensic Investigation of Highway Pavements [49] pro tento účel doporučuje vytvoření takzvané dílčí zprávy o průběhu znaleckého šetření (Interim Report). Tato dílčí průběžná zpráva shrnuje všechny doposud získané výsledky v rámci znaleckého šetření a slouží jako podklad k rozhodnutí zdali je potřeba ve znaleckém šetření dále pokračovat a řešené problémy podrobněji analyzovat za použití přesnějších destruktivních metod nebo jestli je možno na základě analýzy získaných dat kvalifikovaně určit příčiny vzniku řešených problémů povrchu nebo celé konstrukce vozovky.

Dílčí průběžná zpráva o znaleckém šetření by podle popisovaného předpisu [49] měla obsahovat níže uvedené:

- Úvod – formulace důvodů ke zpracování znaleckého posudku.

- Cíle a hypotézy – přehled řešených problémů (vad a poruch) dané pozemní komunikace a potenciální důvody jejich vzniku.
- Plán znaleckého šetření (Forensic Investigation Plan).
- Pozorování a měření – obsahuje klíčové výsledky provedených pozorování, zkoušek a měření.
- Analýzy a interpretace výsledků – sumarizace výsledků provedených nedestruktivních zkoušek a měření a interpretace těchto dat v souvislosti s řešenými otázkami v rámci zpracovávaného znaleckého posudku.
- Nálezy a závěry – určení zdali byly či nebyly řešené otázky definované v rámci zadání znaleckého posudku adekvátně vyřešeny a zodpovězeny.
- Rozhodnutí – uzavření znaleckého posudku na základě získaných a analyzovaných dat nebo další pokračování v hlubší analýze s podrobnějším využitím destruktivních zkušebních metod.

Jestliže soudní znalec, respektive znalecký tým dospěje k názoru, že na základě provedených činností, měření a analýz v rámci probíhajícího znaleckého šetření je možno stanovit jednoznačné závěry a tak odpovědět na otázky definované při zadání znaleckého posudku, je znalecké šetření ukončeno a výše popsaná dílčí průběžná zpráva o znaleckém šetření (Interim Report) se pak stane konečným znaleckým posudkem (Final Forensic Investigation Report).

Jestliže není možné na základě provedených činností, měření a analýz v rámci probíhajícího znaleckého šetření stanovit jednoznačné závěry, a tak odpovědět na otázky definované při zadání znaleckého posudku, je nezbytné ve znaleckém šetření dále pokračovat, rozšířit původní plán znaleckého šetření (Forensic Investigation Plan) o další destruktivní zkoušky a měření, které pomohou z větší jistotou vyřešit otázky, které byly definovány při zadání znaleckého posudku.

Konečný plán znaleckého šetření musí obsahovat níže uvedené:

- Původní plán znaleckého šetření.
- Doplnující požadavky ohledně vizuálního hodnocení posuzovaného úseku pozemní komunikace.
- Doplnující požadavky ohledně nedestruktivních zkoušek a měření, pokud jsou potřeba.
 - Definice typu požadovaných nedestruktivních zkoušek a měření.
 - Lokalizace míst pro provedení doplňkových nedestruktivních zkoušek a měření.
 - Revize a doplnění plánu nedestruktivních zkoušek a měření.
- Detailní plán destruktivních zkoušek.
 - Typ zkoušek – potřeba jednotlivých zkoušek bude záviset na řešeném problému, ale většinou bude zahrnovat jádrové vývrty nebo kopané sondy pro stanovení vlastností materiálu v jednotlivých konstrukčních vrstvách vozovky.

- Přesná lokace zkušebních míst.
- Počet potřebných zkoušek.
- Požadavky na vzorkování (průměr vývrtů, metodika volby odběrových míst apod.).
- Požadavky na laboratorní zkoušky (jaké laboratorní zkoušky a jakými metodami mají být provedeny).
- Logistika odběru vzorků na posuzovaném úseku pozemní komunikace včetně případných dopravních opatření pro zajištění bezpečnosti.
- Plán zahrnuje datum a čas pro každou aktivitu.
- Obecné požadavky pro odběr vzorků na posuzovaném úseku pozemní komunikace (doprava, počasí apod.).
- Požadavky na finální znalecký posudek – jak budou výsledky provedených laboratorních zkoušek a měření interpretovány a použity ke stanovení příčin vzniku problémů (vad a poruch), které jsou předmětem zpracování znaleckého posudku.
- Odhad celkové ceny znaleckého šetření.

Níže je v tabulce 25 uveden příklad požadavků na odběr jádrových vývrtů a v tabulce 26 je následně příklad požadavků na další zkoušky a měření sloužící k jednoznačné identifikaci příčiny vzniku vad a poruch, které jsou předmětem znaleckého posudku.

Tabulka 25 Příklad požadavku na počet jádrových vývrtů [49]

Zkouška	Tloušťka	Počet vývrtů / 1 zkouška	
		φ 100mm	φ 150mm
Zrnitost a obsah asfaltového pojiva	50 mm	3	2
	100 mm	2	1
Gradace asfaltového pojiva po extrakci	50 mm	1	1
	100 mm	1	1
Maximální objemová hmotnost asfaltové směsi	50 mm	3	2
	100 mm	2	1

**Tabulka 26 Příklad požadavků na laboratorní zkoušení v souvislosti s typem poruch
asfaltových vrstev [49]**

Porucha	Možné faktory přispívající ke vzniku poruchy	Příklady vhodných laboratorních zkoušek
Vyjeté koleje	<ul style="list-style-type: none"> - Nedostatečná míra zhutnění - Nízká mezerovitost - Nevhodná gradace asf. pojiva - Nevhodná zrnitost asf. směsi - Nevhodný obsah asf. pojiva - Problémy s únosností podkladních vrstev nebo podloží 	<p><u>Krytové vrstvy vozovky:</u></p> <p>Mezerovitost asfaltové směsi, mezerovitost asfaltové vrstvy, odolnost asf. směsi proti vzniku trvalých deformací zkouškou poježdění kolem, stanovení penetrace asf. pojiva, stanovení bodu měknutí asf. pojiva, síťový rozbor, stanovení modulu pružnosti v triaxiálním přístroji, stanovení pevnosti v příčném tahu.</p> <p><u>Podkladní vrstvy a podloží:</u></p> <p>CBR, pevnost v tlaku, pevnost v příčném tahu, zrnitost, konzistenční meze.</p>
Příčné trhliny	<ul style="list-style-type: none"> - Nevhodná gradace asf. pojiva - Nadměrné stárnutí asf. pojiva - Reflexní trhliny - Nedostatečná míra zhutnění - Poškození nestmelených podkladních vrstev účinky vody a mrazu - Smršťování podkladních vrstev stmelených hydraulickými pojivy 	<p><u>Obrusná vrstva:</u></p> <p>Mezerovitost asfaltové směsi, mezerovitost asfaltové vrstvy, ohybová únava, přímá tahová únava, obsah asf. pojiva, gradace asf. pojiva, zrnitost kameniva, fyzikálně-mechanické vlastnosti kameniva, stanovení modulu pružnosti v triaxiálním přístroji, Texas Overlay test.</p> <p><u>Stmelené a nestmelené podkladní vrstvy:</u></p> <p>CBR, modul pružnosti, pevnost v tlaku, pevnost v příčném tahu, zrnitost, konzistenční meze.</p>
Podélné trhliny	<ul style="list-style-type: none"> - Nedostatečná míra zhutnění u podélné spáry - Zvýšené dávkování hydraulického pojiva při recyklaci podkladních vrstev - Vysušené podloží vozovky 	<p><u>Obrusná vrstva:</u></p> <p>Mezerovitost asfaltové směsi, mezerovitost asfaltové vrstvy u podélné spáry.</p> <p><u>Stmelené a nestmelené podkladní vrstvy:</u></p> <p>Pevnost v tlaku, obsah hydraulického pojiva, pevnost v příčném tahu, konzistenční meze.</p>
Síťové trhliny	<ul style="list-style-type: none"> - Nedostatečná míra zhutnění - Poškození nadměrnou vlhkostí - Nadměrné stárnutí asf. pojiva - Nespojení vrstev - Nevhodná gradace asf. pojiva - Nevhodné množství asf. pojiva - Nevhodná zrnitost asf. směsi - Nevhodný návrh asfaltové směsi - Velké odchylky od ITT - Problémy v podkladních vrstvách nebo v podloží 	<p><u>Obrusná vrstva:</u></p> <p>Mezerovitost asfaltové směsi, mezerovitost asfaltové vrstvy, ohybová únava, přímá tahová únava, obsah asf. pojiva, gradace asf. pojiva, zrnitost kameniva, fyzikálně-mechanické vlastnosti kameniva, stanovení modulu pružnosti v triaxiálním přístroji, Hamburg Wheel Tracking test, Texas Overlay test.</p> <p><u>Stmelené a nestmelené podkladní vrstvy:</u></p> <p>CBR, modul pružnosti, pevnost v tlaku, pevnost v příčném tahu, zrnitost, konzistenční meze.</p>

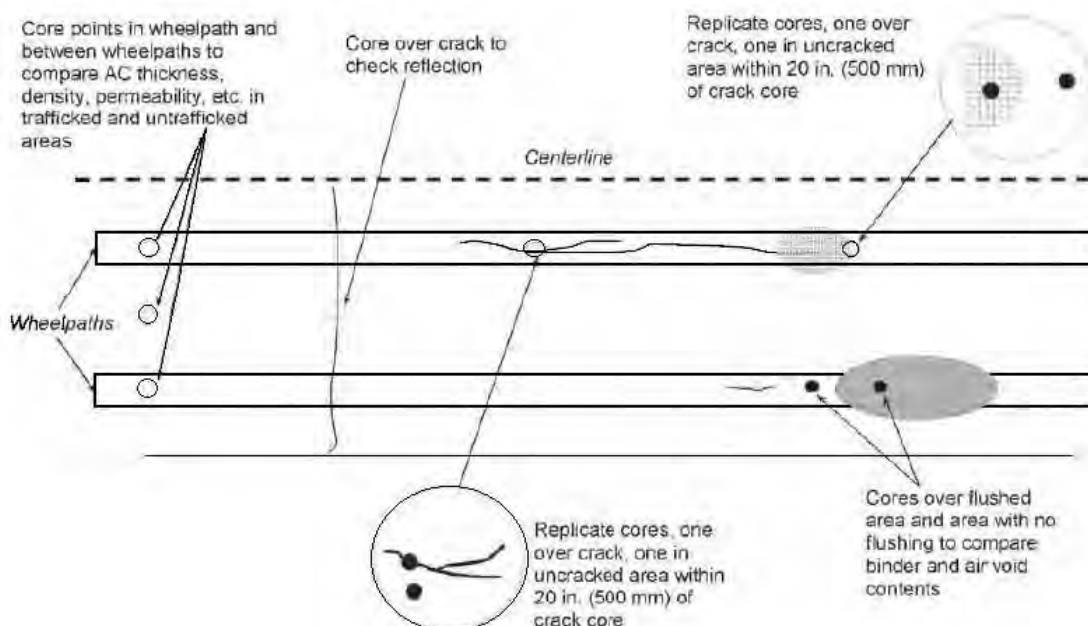
Porucha	Možné faktory přispívající ke vzniku poruchy	Příklady vhodných laboratorních zkoušek
Nerovnosti	<ul style="list-style-type: none"> - Ztráta drobného kameniva z povrchu ohrusné vrstvy - Nesprávný obsah asf. pojiva - Nevhodná zrnitost asf. směsi - Nevhodný návrh asfaltové směsi - Velké odchylky od ITT 	<p><u>Ohrusná vrstva:</u> Ztráta částic (Cantabro test), zrnitost kameniva, fyzikálně-mechanické vlastnosti kameniva, mezerovitost asfaltové směsi, mezerovitost asfaltové vrstvy, obsah asf. pojiva, gradace asf. pojiva</p> <p><u>Stmelené a nestmelené podkladní vrstvy:</u> Pevnost v tlaku, obsah hydraulického pojiva, konzistenční meze.</p>
Výtluky	<ul style="list-style-type: none"> - Problémy v podkladních vrstvách nebo v podloží - Nedostatečná míra zhuštění - Poškození nadměrnou vlhkostí (moisture damage) 	<p><u>Ohrusná vrstva:</u> Mezerovitost asfaltové směsi, mezerovitost asfaltové vrstvy, spojení vrstev, Hamburg Wheel Tracking test.</p> <p><u>Stmelené a nestmelené podkladní vrstvy:</u> CBR, konzistenční meze.</p>
Protismykové vlastnosti	<ul style="list-style-type: none"> - Ohlazení zrn kameniva - Vystupování asf. pojiva (bleeding) 	<p><u>Ohrusná vrstva:</u> Zrychlená ohladitelnost kameniva, obsah asf. pojiva.</p>

Následujícím krokem po sestavení finálního plánu znaleckého šetření (Forensic Investigation Plan) je většinou detailní vizuální prohlídka úseku pozemní komunikace, který je předmětem zpracování znaleckého posudku. Provádí se většinou za úplné uzavírky nebo částečného omezení provozu na posuzované pozemní komunikaci. Ačkoliv soudně znalecké zkoumání může být zaměřeno pouze na jeden konkrétní problém (poruchu) vozovky, je obvyklé provést komplexní vizuální prohlídku tak, aby bylo možno identifikovat veškeré faktory, které mohou ke vzniku řešeného problému přispívat. Znovu hodnocení stavu vozovky ve světle dříve získaných výsledků nedestruktivních zkoušek a měření je také velmi důležitou součástí detailní vizuální prohlídky.

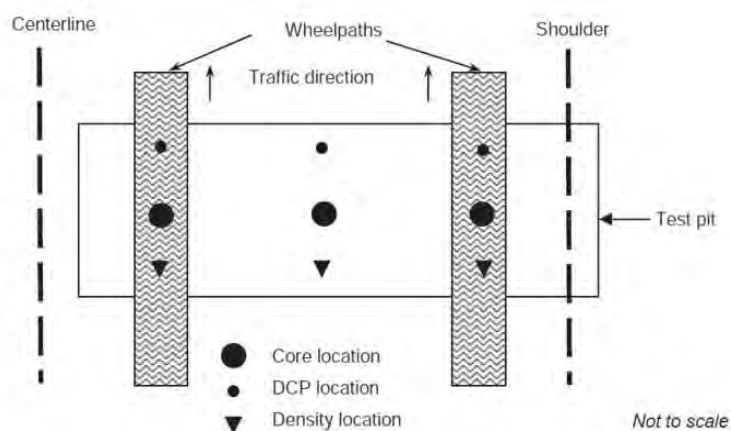
Další součástí detailní vizuální prohlídky posuzovaného úseku pozemní komunikace je precizní určení míst pro realizaci destruktivních a doplňujících nedestruktivních zkoušek. V úvahu by mělo být vzato zejména níže uvedené.

- Destruktivní zkoušky jsou obvykle prováděny jak v poškozených místech posuzované vozovky, tak i v místech nepoškozených, aby bylo možno provést komplexní porovnání, a tak co nejlépe identifikovat veškeré faktory přispívající k tvorbě poruchy. Příklady umístění jádrových vývrtů jsou uvedeny níže na obrázcích 32 a 33.

- Zkouška DCP (Dynamic Cone Penetrometer) je obvykle prováděna přímo v místech dříve provedených jádrových vývrtů a kopaných sond. Je třeba však vzít v úvahu, že vlhkost významně ovlivňuje výsledek zkoušky DCP, a proto je nutné omezit používání vody při vrtání.
- Zkušební místa a místa odběru vzorků jsou většinou lokalizována pomocí zařízení FWD a GPR.
- Zkušební místa a z nich odebrané vzorky musí být jednoznačně identifikovány a označeny.



Obrázek 32 Příklad rozmístění jádrových vývrtů při diagnostice asfaltové vozovky [49]



Obrázek 33 Příklad rozmístění zkušebních míst v rámci jedné zkušební oblasti [49]

Základní oblastí destruktivního zkušebnictví v oboru vozovek pozemních komunikací je odběr jádrových vývrtů. Metody a postupy pro odběr jádrových vývrtů jsou podrobně popsány v kapitole 2.8.2.1 této dizertační práce.

Další důležitou oblastí destruktivního zkušebnictví v oboru vozovek pozemních komunikací jsou výřezy z krytových vrstev a takzvané kopané sondy, které umožňují přesné zmapování stavu jednotlivých vrstev konstrukce vozovky a jejího podloží. Metody a postupy pro provádění výřezů a výseků z krytových vrstev vozovky jsou podrobně popsány v kapitole 2.8.2.2 této dizertační práce. Metody a postupy pro provádění kopaných sond v konstrukci vozovky jsou podrobně popsány v kapitole 2.8.2.3 této dizertační práce.

Po provedení všech potřebných doplňkových destruktivních a nedestruktivní zkoušek a měření je úkolem soudního znalce (nebo znaleckého týmu) důkladně analyzovat všechna získaná data. Analýza dat a testování hypotéz je provedeno za použití všech relevantních výsledků provedených pozorování a laboratorních zkoušek. Tato část znaleckého zkoumání dává do souvislosti zjištění získaná v rámci činností vedoucích ke zpracování znaleckého posudku se skutečnostmi, které jsou důvodem jeho zpracování tak, aby mohly být formulovány relevantní závěry, které objasňují příčiny vzniku nevyhovujícího stavu vozovky.

Přístup a metody pro analýzu získaných dat vždy závisí na daných problémech a poruchách vozovky, které jsou v rámci zpracování znaleckého posudku řešeny. Níže je uvedeno několik bodů, které by měly být při výše zmíněné činnosti respektovány:

- Kontrola relevantnosti získaných dat a měření.
 - Kontrola relevantnosti je zvláště důležitá pro data získaná takzvaným zpětným výpočtem. Konkrétně se jedná například o výpočet rázového modulu pružnosti na základě průhybů vozovky získaných měření pomocí zařízení FWD, stanovení indexu nerovnosti vozovky IRI na základě měření různými typy bezkontaktních profilometrů, stanovení tloušťek konstrukčních vrstev vozovek georadarovým měřením a podobně.
- Zaměření na předmět znaleckého posudku a analýza dat ve vztahu k cílům definovaným v rámci znaleckého posudku. Všechny pozorování a výsledky provedených zkoušek by měly být brány v potaz, protože konečný stav vozovky dané pozemní komunikace je vždy ovlivněn celou řadou faktorů, které spolu spolupůsobí.
- Zohlednění níže uvedených faktorů a jejich vlivu na řešený problém či poruchu dané vozovky pozemní komunikace:
 - konstrukce vozovky (materiály použité v konstrukci vozovky, spolupůsobení jednotlivých vrstev apod.),
 - podloží,
 - dopravní zatížení,

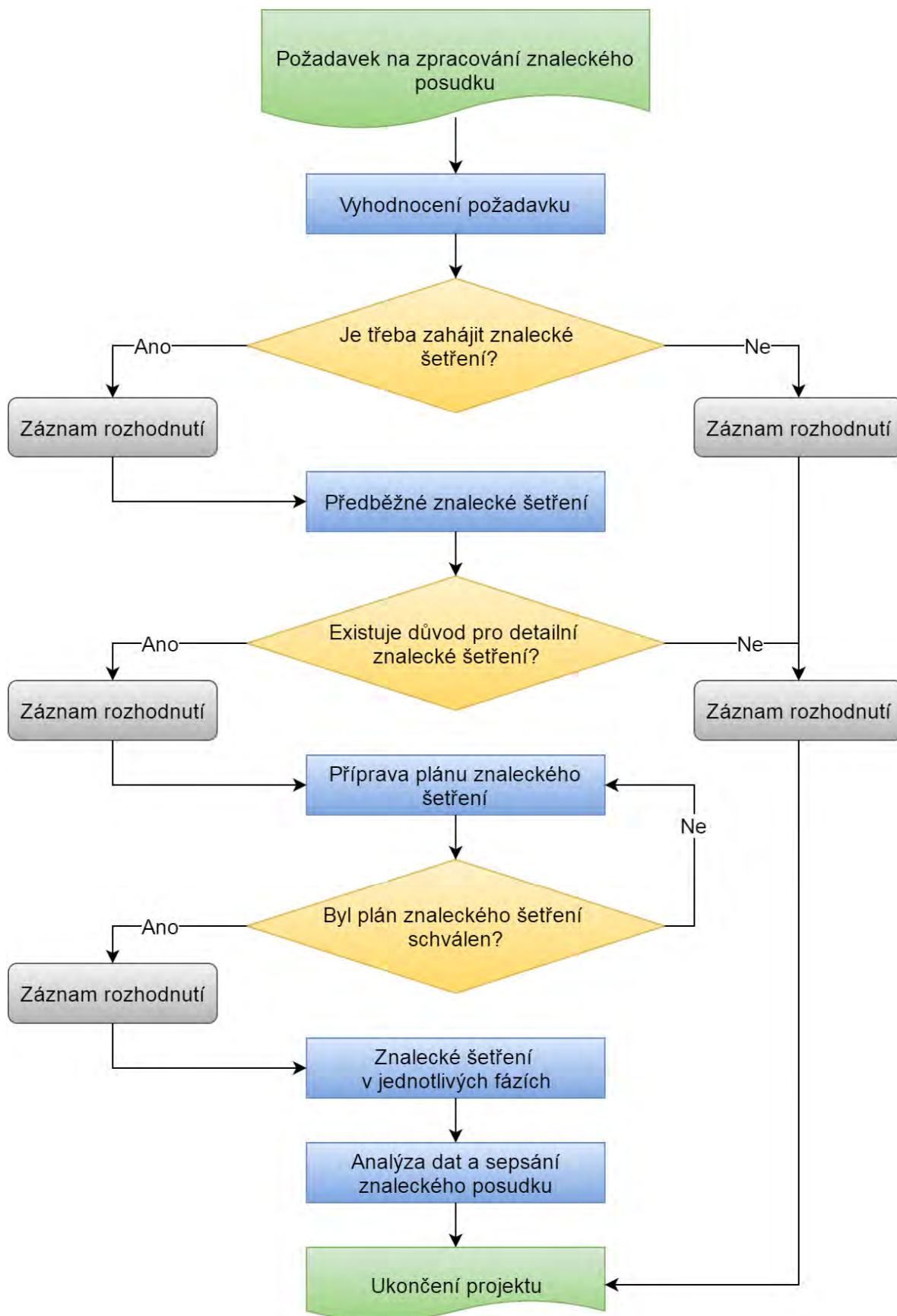
- odvodnění,
- klimatické podmínky.
- Porovnání návrhových údajů z realizační dokumentace stavby se skutečně zjištěnými údaji v rámci zpracovávání znaleckého posudku (pokud je proveditelné).
 - Určení zdali některé odlišnosti mezi návrhovým řešením a skutečností mohou ovlivňovat současný stav posuzované vozovky (např. tloušťky jednotlivých konstrukčních vrstev, míra zhutnění jednotlivých konstrukčních vrstev, použití jiných konstrukčních vrstev oproti původnímu návrhu, použití vyrovnávací asfaltové vrstvy v konstrukci vozovky a podobně).
 - Porovnání skutečného stavu vozovky s normovými požadavky.
- Uvedení současného stavu vozovky do souvislostí s dopravním zatížením, klimatickými vlivy a odvodněním. Určení zdali návrh konstrukce vozovky dostatečně zohlednil reálné dopravní zatížení, mrazové cykly, cykly abnormálně vysokých teplot a podobně.
- Zhodnocení variability konstrukce vozovky, včetně možných souvislostí s řešenými problémy či poruchami dané pozemní komunikace. Variabilita se může například týkat tloušťek jednotlivých konstrukčních vrstev, míry zhutnění jednotlivých konstrukčních vrstev, vlastností použitých asfaltových pojiv, únosnosti podloží vozovky a podobně.
- Odborná asistence při interpretaci speciálních druhů použitých měření. Výše uvedené se týká zejména takových zkušebních metod, které nejsou běžně v oblasti diagnostiky vozovek pozemních komunikací používány, a daný soudní znalec s takovými zkušebními metodami nemá dostatek zkušeností. Výsledky takovýchto zkoušek a měření jsou zejména užitečné pro ověření parametrů získaných například jinou, konvenční zkušební metodou.

Výsledný znalecký posudek (Forensic Investigation Report) podle předpisu Guide for Conducting Forensic Investigation of Highway Pavements [49] obsahuje souhrn všech zjištění získaných v rámci činností souvisejících se zpracováním tohoto znaleckého posudku a na základě všech popsanych postupů formuluje doporučení a závěry znaleckého posudku. Znalecký posudek by měl podle tohoto dokumentu [49] obsahovat zejména níže uvedené body:

- shrnutí (Executive Summary),
 - sumarizace důvodů pro zpracování znaleckého posudku,
 - klíčová zjištění ze znaleckého zkoumání,
 - doporučení pro další postup,
- úvod,
- cíle a hypotézy,
 - upřesnění uvažovaných problémů konstrukce vozovky,
 - zkoumání potenciálních hypotéz,

- konečný plán znaleckého šetření,
- pozorování a měření,
 - tabulky a záznamy klíčových pozorování,
 - lokalizace provedených zkoušek a měření,
 - výsledky provedených zkoušek a měření,
- analýza a interpretace,
 - sumarizace naměřených dat ve vztahu k řešeným otázkám v rámci znaleckého posudku,
 - interpretace naměřených dat ve vztahu k řešeným otázkám v rámci znaleckého posudku,
- zjištění a závěry,
- doporučení ke způsobu použití zjištění,
- diseminace výsledků získaných v rámci znaleckého šetření,
- cena znaleckého posudku, včetně vyhodnocení přínosů.

Pro shrnutí všech základních procesů a postupů doporučených v rámci předpisu Guide for Conducting Forensic Investigations of Highway Pavements [49] je níže uveden názorný vývojový diagram.



Obrázek 34 Vývojový diagram procesů znaleckého šetření podle předpisu [49]

6 VÝSLEDKY DIZERTAČNÍ PRÁCE A JEJICH ANALÝZA

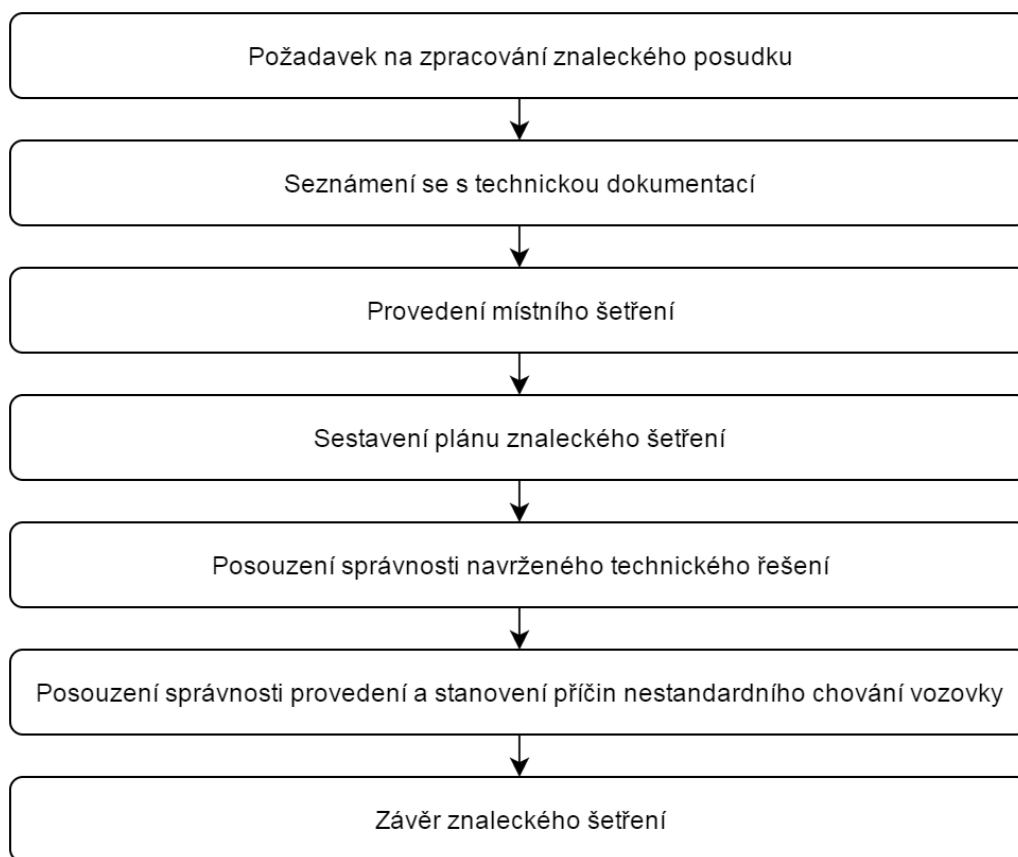
V této kapitole jsou uvedeny stěžejní výstupy této dizertační práce, kterými jsou návrhy dvou metodik pro práci soudního znalce v oblasti posuzování vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací. Autor se snažil při tvorbě obou metodik maximálně reflektovat potřeby znalecké praxe v České republice tak, aby výstupy této dizertační práce našli co možná nejširší uplatnění.

6.1 Návrh metodiky hodnocení vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací

Tato metodika obsahuje návrh doporučených postupů a pravidel, které by měl soudní znalec při hodnocení vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací vzít v potaz. Při návrhu těchto doporučení autor vychází ze čtyř základních pramenů.

1. Resortní předpisy Ministerstva dopravy České republiky: Technické podmínky TP 82 – Katalog poruch netuhých vozovek [37] a Technické podmínky TP 87 – Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek [38].
2. Guide for Conducting Forensic Investigation of Highway Pavements [49].
3. Kniha Technologie stavby vozovek od kolektivu autorů v čele s Ing. J. Zajíčkem [51].
4. Znalecké posudky, které měl autor k dispozici, zabývající se řešenou problematikou v České republice.

Tato metodika řeší obecně problematiku hodnocení vad a poruch netuhých vozovek pozemních komunikací z pohledu soudního inženýrství a neobsahuje detailní popis metod diagnostiky vozovek. Jedná se o doporučené postupy, které soudního znalce k ničemu nezavazují, nicméně jejich použití by mu mělo pomoci v aplikaci systematického přístupu při jeho práci. Níže je v obrázku 35 znázorněna chronologie základních postupů a procesů, které by měl soudní znalec v oblasti posuzování vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek následovat.



Obrázek 35 *Základní procesy posuzování vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek z pohledu soudního inženýrství*

6.1.1 Seznámení se s technickou dokumentací

V první fázi hodnocení příčin vzniku vad a poruch vozovek pozemních komunikací by se soudní znalec měl nejprve seznámit s dostupnou technickou dokumentací k danému úseku pozemní komunikace, který následně bude předmětem jeho zkoumání. Tato technická dokumentace může zahrnovat zejména níže uvedené dokumenty:

- výsledky geologického průzkumu nebo výsledky diagnostiky vozovky v případě rekonstrukcí stávajících vozovek,
- projektová dokumentace stavby,
- průkazní zkoušky a počáteční zkoušky typu pro materiály použité v konstrukci vozovky,
- kontrolní a zkušební plány,
- technologické postupy provádění použitých stavebních prací,
- výsledky kontrolních zkoušek materiálů použitých v konstrukci vozovky,
- výsledky kontrolních zkoušek jednotlivých konstrukčních vrstev,

- stavební deníky,
- zprávy o hodnocení kvality stavebního díla a podobně.

6.1.2 Provedení místního šetření

Po seznámení se s dostupnou technickou dokumentací by měl soudní znalec provést takzvané místní šetření, které spočívá ve vizuální prohlídce posuzovaného úseku pozemní komunikace. Během místního šetření by se soudní znalec měl zaměřit zejména na níže uvedené činnosti:

- celkové vizuální zhodnocení povrchu vozovky,
- detailní monitoring problémových míst (poruchy, místa s nestandardním chováním apod.),
- záznam poruch vozovky do vhodného formuláře (s výhodou lze použít postupů popsaných v Technických podmínkách Ministerstva dopravy ČR TP 82 - Katalog poruch netuhých vozovek [37]),
- identifikace potenciálních míst pro provedení nedestruktivních a destruktivních zkoušek,
- zhodnocení všech relevantních skutečností pozorovaných v okolí pozemní komunikace (funkčnost odvodňovacích zařízení, místa najíždění a sjíždění zemědělské techniky, stavební činnost v okolí dané pozemní komunikace, která může mít za následek rapidní zvýšení dopravního zatížení apod.),
- pořízení fotodokumentace všech relevantních skutečností.

Pokud je to reálně možné, je vhodné provádět místní šetření za účasti všech zúčastněných stran sporu. O průběhu místního šetření by měl vždy soudní znalec vyhotovit záznam, který by měl být odsouhlasen všemi zúčastněnými stranami.

Při provádění místního šetření by měl soudní znalec za všech okolností dbát na svou osobní bezpečnost, bezpečnost osob, které se s ním místního šetření účastní i bezpečnost silničního provozu. Proto je vhodné, aby soudní znalec vždy koordinoval místní šetření s majetkovým správcem dané pozemní komunikace tak, aby mohla být nastavena vhodná opatření, co se týče usměrnění silničního provozu, pokud jsou takováto opatření vzhledem k intenzitě dopravy a bezpečnosti provozu na dané pozemní komunikaci nutná.

6.1.3 Posouzení správnosti navrženého technického řešení

Důležitým krokem při posouzení faktorů, které by mohly být možnými příčinami vzniku vad a poruch je revize projektové dokumentace z hlediska její správnosti. Mělo by být vyhodnoceno, zdali navržené technické řešení odpovídá požadavkům kladeným na danou pozemní komunikaci zejména z pohledu dopravního zatížení a vlivů prostředí.

Za primární faktory ovlivňující životnost vozovky lze označit:

- dopravní zatížení,
- materiál podloží vozovky,
- konstrukci vozovky,
- vlivy prostředí.

Všechny tyto výše zmíněné faktory by měly být projektantem při návrhu pozemní komunikace nebo její opravy vzaty v potaz a soudní znalec by měl prověřit jakým způsobem a jestli vůbec projektant tyto faktory zohlednil. Základní přehled doporučených dat potřebných k posouzení projektové dokumentace na výstavbu nebo rekonstrukci vozovky pozemní komunikace soudním znalcem je uveden v tabulce 27 níže.

Tabulka 27 Základní doporučená data pro posouzení projektové dokumentace výstavby nebo rekonstrukce vozovky pozemní komunikace

Parametr	Hodnota nebo vlastnost uvažovaná při zpracování PD
Uvažované dopravní zatížení	TDZ: Počet TNV/24 hod.:
Podloží vozovky	Klasifikace zemin: Hodnota CBR: Vliv vody v podloží vozovky:
Konstrukce vozovky	Tloušťky konstrukčních vrstev: Popisné vlastnosti použitých materiálů: Použití nekonvenčních technických řešení: Odvodnění:
Vlivy prostředí	Klimatické vlivy – index mrazu:

Na základě předpokladu parametrů dopravního zatížení, vlastností podloží vozovky a vlivu prostředí by měl projektant postupovat při návrhu konstrukce dané vozovky, přičemž je nutné zdůraznit, že v případě rekonstrukcí starších vozovek by měl mít projektant k dispozici také relevantní data o stávající konstrukci vozovky získaná dostatečně podrobným diagnostickým průzkumem.

Soudní znalec by pak měl v rámci hodnocení zpracované projektové dokumentace posoudit zejména skutečnosti uvedené v tabulce 28 níže.

Tabulka 28 Hodnotící kritéria správnosti projektové dokumentace

1.	Uvažoval projektant při návrhu konstrukce vozovky s relevantním dopravním zatížením?	Ano	Ne
2.	Odpovídá navržená konstrukce vozovky danému dopravnímu zatížení?	Ano	Ne
3.	Uvažoval projektant při návrhu konstrukce vozovky s relevantními vlastnostmi podloží v dané lokalitě?	Ano	Ne
4.	Uvažoval projektant při návrhu konstrukce vozovky s relevantními podmínkami prostředí (zejména klimatickými vlivy)?	Ano	Ne
5.	Odpovídá navržená konstrukce vozovky daným podmínkám prostředí?	Ano	Ne
6.	Je v projektu relevantně řešeno odvodnění dané pozemní komunikace?	Ano	Ne
7.	Měl projektant při návrhu opravy vozovky k dispozici relevantní data z diagnostického průzkumu? (<i>týká se oprav a rekonstrukcí</i>)	Ano	Ne

Je třeba si také uvědomit, že ne vždy záporná odpověď na některou otázku uvedenou ve výše zmíněné tabulce 28 automaticky znamená pochybení projektanta. V praxi totiž nastávají situace, kdy projektant při zpracování daného projektu nemá dostatek relevantních informací například o typu zemin v podloží nebo o dopravním zatížení, které v budoucnu na dané pozemní komunikaci může nastat.

K hodnocení správnosti navržené konstrukce vozovky mohou soudnímu znalci s výhodou posloužit katalogové listy konstrukcí vozovek obsažené v Technických podmínkách Ministerstva dopravy ČR TP 170 - Navrhování vozovek pozemních komunikací [40], anebo může soudní znalec provést přímé ověření navržené konstrukce vozovky výpočtem. Detailní popis postupů souvisejících s návrhem konstrukce vozovky není předmětem této dizertační práce. S výhodou lze pro ověření správnosti navržené konstrukce vozovky použít výše zmíněný předpis TP 170 [40], výpočetní programy LAYEPS, LAYMED, ALYZE, anebo podobné softwary používané k návrhu konstrukcí vozovek založené na teorii pružného, vrstevnatého poloprostoru.

6.1.4 Posouzení správnosti provedení a stanovení příčin nestandardního chování vozovky

Dalším z kroků hodnocení příčin vzniku vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací je kvalitativní posouzení provedených stavebních prací v rámci realizace. Pokud byla v předešlém kroku vyloučena alternativa nevhodného technického řešení navrženého v rámci zpracované projektové dokumentace a lze předpokládat, že návrh konstrukce vozovky byl proveden v souladu s požadavky na danou vozovku, je vhodné porovnat skutečný stav provedení stavebního díla s návrhem uvedeným v projektové dokumentaci z pohledu klíčových parametrů jednotlivých materiálů a konstrukčních vrstev. I v opačném případě, tedy pokud byla prokázána pochybení již v samotné projektové fázi, je účelné provést výše zmíněné porovnání, protože část pochybení za vznik vad a poruch může být i v takovém případě na straně zhotovitele.

Níže je v tabulce 29 uveden příklad vyhodnocení porovnání kvalitativních faktorů, ve vazbě na klíčové parametry ovlivňující životnost konstrukce vozovky, uvedených v projektové dokumentaci se skutečným stavem.

Tabulka 29 Příklad porovnání projektové dokumentace a skutečného provedení stavby podle kvalitativních faktorů

Parametr	Kvalitativní faktor	Návrhová hodnota v rámci PD	Skutečný stav	Porovnání
Dopravní zatížení	TDZ ^{a)}			
	TNV _d ^{b)}			
	TNV _{cd} ^{c)}			
Podloží	Typ podloží			
	Materiál v podloží			
	CBR ^{d)} podloží			
	E _{def} ^{e)} podloží			
Konstrukce vozovky	Tloušťka asfaltové obrusné vrstvy			
	Mezerovitost asfaltové obrusné vrstvy			
	Obsah asf. pojiva v obrusné vrstvě			

Parametr	Kvalitativní faktor	Návrhová hodnota v rámci PD	Skutečný stav	Porovnání
Konstrukce vozovky	Tloušťka asfaltové ložní vrstvy			
	Mezerovitost asfaltové ložní vrstvy			
	Obsah asf. pojiva v ložní vrstvě			
	Tloušťka asfaltové podkladní vrstvy			
	Mezerovitost asfaltové podkladní vrstvy			
	Obsah asf. pojiva v podkladní vrstvě			
	Tloušťka vrstvy MZK ^{f)}			
	Hodnota CBR ^{d)} pro MZK ^{f)}			
	E_{def} ^{e)} vrstvy MZK ^{f)}			
	Tloušťka vrstvy ŠD ⁴⁾			
	Hodnota CBR ^{d)} pro ŠD ^{g)}			
	E_{def} ^{e)} vrstvy ŠD ^{g)}			
Podmínky prostředí	Odvodnění povrchu			
	Voda v podloží			
	Teplotní extrémny			
<p>a) TDZ – třída dopravního zatížení</p> <p>b) TNV_d – počet těžkých nákladních vozidel za den</p> <p>c) TNV_{cd} - počet těžkých nákladních vozidel za návrhové období</p> <p>d) CBR – kalifornský poměr únosnosti (California Bearin Ratio)</p> <p>e) E_{def} – Modul přetvárnosti</p> <p>f) MZK – mechanicky zpevněné kamenivo</p>				

^{g)} ŠD - štěrkodrt'

Vlastní porovnání skutečného stavu provedení stavebních prací s projektovou dokumentací lze provést ve dvou etapách:

- 1. Porovnání projektové dokumentace s dokumentací při předání stavby** – konkrétně se může jednat například o porovnání projektovaných tloušťek konstrukčních vrstev vozovky se skutečností ověřenou v rámci kontrolních zkoušek před přejímkou stavebního díla ze strany investora a podobně.
- 2. Porovnání projektové dokumentace s přímo ověřenou skutečností** - konkrétně se může jednat například o porovnání projektovaných tloušťek konstrukčních vrstev vozovky se skutečností ověřenou přímo v rámci činností spojených se zpracováním znaleckého posudku na jádrových vývrtech.

Jestliže není soudní znalec jednoznačně a s dostatečnou určitostí schopen prokázat nesoulad mezi projektovou dokumentací a skutečným provedením stavby, které vedlo ke vzniku vad a poruch posuzovaného stavebního díla, na základě porovnání projektové dokumentace s dokumentací při předání stavby, měl by vždy přistoupit k přímému ověření parametrů posuzované konstrukce vozovky v rámci znaleckého šetření.

Přímé posouzení parametrů vozovky současně slouží ke stanovení příčin vzniku vad a poruch, které jsou předmětem zpracovávaného znaleckého posudku.

Přímé posouzení parametrů vozovky

V rámci přímého posouzení parametrů vozovky by měl soudní znalec nejprve zpracovat (nebo za pomoci jiné odborně zdatné osoby nebo organizace nechat zpracovat) plán diagnostiky vozovky a laboratorního zkoušení. Tento plán je doporučeno členit následovně:

- a) Příprava primární fáze diagnostiky vozovky na základě zjištění získaných během rešerše dokumentace stavby a místního šetření.
- b) Provedení primární fáze diagnostiky vozovky.
- c) Vyhodnocení primární fáze diagnostiky vozovky.
- d) Příprava doplňkové fáze diagnostiky vozovky na základě předešlých zjištění (pokud je doplňková fáze účelná a potřebná v rámci zpracování znaleckého posudku).
- e) Vyhodnocení doplňkové fáze diagnostiky vozovky.
- f) Závěr.

Primární fáze diagnostiky vozovky by měla využívat zejména nedestruktivních zkušebních metod v kombinaci s nezbytně nutným odběrem jádrových vývrtů sloužících zejména:

- ke kalibraci a nastavení nedestruktivních zkušebních metod (rázové zatěžovací zařízení FWD, georadar GPR apod.),
- k určení základních charakteristik použitých materiálů,
- k určení mechanismu vzniku konkrétních poruch vozovky v případech, kdy je to nezbytné (např. určení typu trhliny podle mechanismu jejího vzniku).

Doplňková fáze diagnostiky vozovky se provádí jen v případech, že není možné na základě vyhodnocení primární fáze diagnostiky vozovky jednoznačně odpovědět na otázky kladené v rámci zpracovávaného znaleckého posudku (např. určení konkrétní příčiny vzniku daných poruch krytových vrstev vozovky apod.). Doplnková fáze diagnostiky vozovky by měla obsahovat detailní zkoumání příčin vzniku daných vad a poruch konstrukce vozovky za pomoci nedestruktivních i destruktivních metod. V rámci doplňkové fáze diagnostiky vozovky bývají většinou ve větší míře odebrány jádrové vývrtky jak z poškozených, tak i z nepoškozených míst vozovky, aby bylo možno provést porovnání vlastností použitých materiálů a konstrukčních vrstev. Často také bývají prováděny takzvané kopané sondy, které slouží jednak k odběru většího množství materiálu jednotlivých konstrukčních vrstev, jež jsou následně podrobeny laboratornímu zkoumání, ale také k vizuálnímu hodnocení celkové konstrukce vozovky z pohledu tloušťek jednotlivých konstrukčních vrstev, případného výskytu vody v konstrukci a podloží vozovky a podobně.

V tabulce 30 níže je uveden přehled základních metod diagnostiky vozovek včetně zkušebních postupů používaných ke kvalitativnímu zhodnocení stavu konstrukce vozovky.

Tabulka 30 Přehled základních metod diagnostiky vozovek

Diagnostická / zkušební metoda	Popis
Měření nerovnosti povrchu vozovky	Provádí se podle ČSN 736175
Měření protismykových vlastností	Provádí se podle ČSN 736177; ČSN EN 13036-1; ČSN EN 13036-4
Georadar GPR	Provádí se podle TP 233
Rázové zatěžovací zařízení FWD	Provádí se podle ČSN 736192
Odběr jádrových vývrtů	Provádí se podle ČSN EN 12697-27
Stanovení obsahu pojiva v asf. směsi	Provádí se podle ČSN EN 12697-1
Stanovení čáry zrnitosti asf. směsi	Provádí se podle ČSN EN 12697-2
Stanovení mezerovitosti asfaltových směsí	Provádí se podle ČSN EN 12697-8; ČSN EN 12697-5; ČSN EN 12697-6

Diagnostická / zkušební metoda	Popis
Stanovení tloušťky asfaltových vrstev	Provádí se podle ČSN 736160; ČSN EN 12697-36
Stanovení spojení vrstev	Provádí se podle ČSN 736160 tzv. Leutnerovou metodou.
Stanovení míry zhutnění asfaltové vrstvy	Provádí se podle ČSN 736160
Stanovení mezerovitosti asfaltové vrstvy	Provádí se podle ČSN EN 12697-8; ČSN EN 12697-5; ČSN EN 12697-6; ČSN 736160
Zrnitost materiálu v nestmelených podkladních vrstvách – MZK, ŠD	Provádí se podle ČSN EN 933-1; ČSN 736126-1
MZK, ŠD – míra zhutnění Proctor + $E_{def, 2}$	Provádí se podle ČSN 721006
Tloušťky podkladních vrstev	Ověřují se v rámci provedení kopané sondy.
Vlastnosti hydraulicky stmelených podkladních vrstev: pevnost v tlaku R_c (příčném tahu R_{it}), míra zhutnění PM (čerstvá vrstva).	Provádí se podle ČSN EN 13286-41 Provádí se podle ČSN 721006
Vlastnosti recyklovaných vrstev	Provádí se podle TP 208; TP 209
Vlastnosti podloží vozovky	Provádí se podle ČSN 736133

Předmětem této metodiky není detailní popis konkrétních diagnostických a zkušebních metod, které mohou být v souvislosti se zpracováním znaleckého posudku použity.

Pozn. Podrobný popis jednotlivých diagnostických a zkušebních metod je uveden v kapitole 2.8 této dizertační práce, v normách uvedených v rámci tabulky 30 výše a také například v následujících publikacích [48], [49], [51].

6.1.5 Analýza podkladů

Důležitou součástí znaleckého posudku je závěrečná systematická analýza všech dat, podkladů, výsledků měření a výsledků laboratorních zkoušek získaných v průběhu znaleckého šetření. Tato analýza by měla být vždy provedena přehledně a takovým způsobem, aby bylo jednoduše ověřitelné jakých postupů a úvah znalec při určení příčiny vzniku vad a poruch daného stavebního díla použil. Znalec by měl za všech okolností vždy dostatečně kriticky analyzovat všechny podklady a výsledky zkoušek a měření, které měl během zpracování znaleckého

posudku k dispozici. Jako velice užitečný nástroj pro přehledné shrnutí provedené analýzy lze použít vyhodnocení takzvané matice hypotéz. Základní formát matice hypotéz pro posouzení příčin vzniku vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací je uveden v příloze 1 této dizertační práce.

6.1.6 Závěr znaleckého posudku

Závěr znaleckého posudku musí přehledně shrnovat základní fakta a podklady na jejichž základě jsou závěry formulovány. Důležitou součástí znaleckého posudku je interpretace všech zjištěných skutečností v souvislosti s cíli a zadáním znaleckého posudku. Soudní znalec musí všechny formulované závěry uvést do souvislosti s problémy řešenými v rámci daného znaleckého posudku. Důležité je také to, aby byly závěry formulovány co možná nejsrozumitelněji i pro člověka, který není odborníkem na danou problematiku.

Součástí závěru znaleckého posudku v oblasti vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek by také měl být návrh oprav a postupů, za jejichž pomoci bude možné vozovku uvést do vyhovujícího (bezvadného) stavu.

Základním vodítkem při stanovení možného způsobu opravy konkrétních poruch krytových vrstev netuhých vozovek může být resortní předpis Ministerstva dopravy ČR – Technické podmínky TP 82 - Katalog poruch netuhých vozovek [37]. Je třeba však vzít v úvahu, že tento předpis obsahuje pouze základní modelová řešení oprav pro konkrétní typy poruch bez celkových souvislostí ve vazbě například na výskyt kombinací různých typů poruch vozovky na posuzovaném úseku pozemní komunikace. Proto je vždy důležité, aby soudní znalec zhodnotil celou problematiku návrhu opravy vozovky komplexně, ve vazbě na reálné příčiny vzniku vad a poruch, tak jak byly stanoveny v rámci výsledků zpracovávaného znaleckého posudku.

6.2 Návrh metodiky stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací

Tato metodika obsahuje návrh doporučených postupů a pravidel pro stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací z pohledu soudního inženýrství. Jedná se o doporučené postupy, které soudního znalce k ničemu nezavazují, nicméně jejich použití by mělo soudnímu znalci pomoci v aplikaci systematického přístupu při jeho práci.

Tuto metodiku pro stanovení výše škody lze účelně použít jen na základě dostatečně podrobné znalosti technického stavu konstrukce vozovky pro každý konkrétní případ. Výše škody je stanovena buď jako cena, kterou je nutné vynaložit k uvedení dané vozovky pozemní

komunikace do vyhovujícího (bezvadného) stavu nebo v odůvodněných případech jako přiměřená srážky z ceny stavebního díla. V některých případech může být do výše škody nastávající v souvislosti se vznikem vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek k nákladům na uvedení vozovky do vyhovujícího (bezvadného) stavu připočítán ještě například ušlý zisk, pokud tento vliv reálně nastal, například v souvislosti s omezením obslužnosti konkrétního území a podobně. Tato metodika řeší pouze problematiku stanovení výše škody ve smyslu stanovení nezbytných nákladů potřebných k uvedení konstrukce vozovky do vyhovujícího (bezvadného) stavu a stanovení výše škody pomocí přiměřené srážky z ceny stavebního díla v odůvodněných případech. Problematika stanovení ušlého zisku není předmětem této metodiky.

Níže jsou specifikovány nutné podklady pro stanovení výše škody v souvislosti s výskytem vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek:

- informace o konstrukci vozovky zahrnující vlastnosti použitých materiálů a konstrukčních vrstev,
- informace o podloží vozovky zahrnující zatřídění zemin v podloží vozovky a jejich základní fyzikálně-mechanické vlastnosti,
- informace o případném vlivu vody v podloží vozovky,
- informace o intenzitě a druhu dopravního zatížení.

Metodika stanovení výše škody související s výskytem vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek vychází zejména z klasifikace poruch netuhých vozovek podle Technických podmínek Ministerstva dopravy ČR TP 82 - Katalog poruch netuhých vozovek [37] a stanovení přiměřené srážky z ceny stavebního díla podle Technických kvalitativních podmínek staveb pozemních komunikací Ministerstva dopravy ČR TKP kapitola 1 [42]. Na základě doporučených způsobů oprav pro jednotlivé poruchy krytových vrstev netuhých vozovek dle předpisu TP 82 [37] je stanovena základní cenová úroveň jednotlivých stavebních prací. Metodiku lze účelně aplikovat i na stanovení výše škody v případě výskytu vad, které se zatím jako poruchy neprojevily. Základní cenové úrovně jednotlivých stavebních prací byly odvozeny pomocí analýzy obecně používaných cenových soustav v ČR v období let 2006 až 2016.

Na základě zkoumání a porovnání tržních cen vybraných stavebních prací s cenami odpovídajícími základním cenovým úrovním odvozeným z obecně používaných cenových soustav stavebních prací používaných v ČR jsou definovány koeficienty vlivu trhu. Dále jsou definovány koeficienty rozsahu stavebních prací a koeficienty vyjadřující vliv překážek v trase. Součin těchto tří výše zmíněných koeficientů potom tvoří výsledný korekční koeficient pro konkrétní stavební práce.

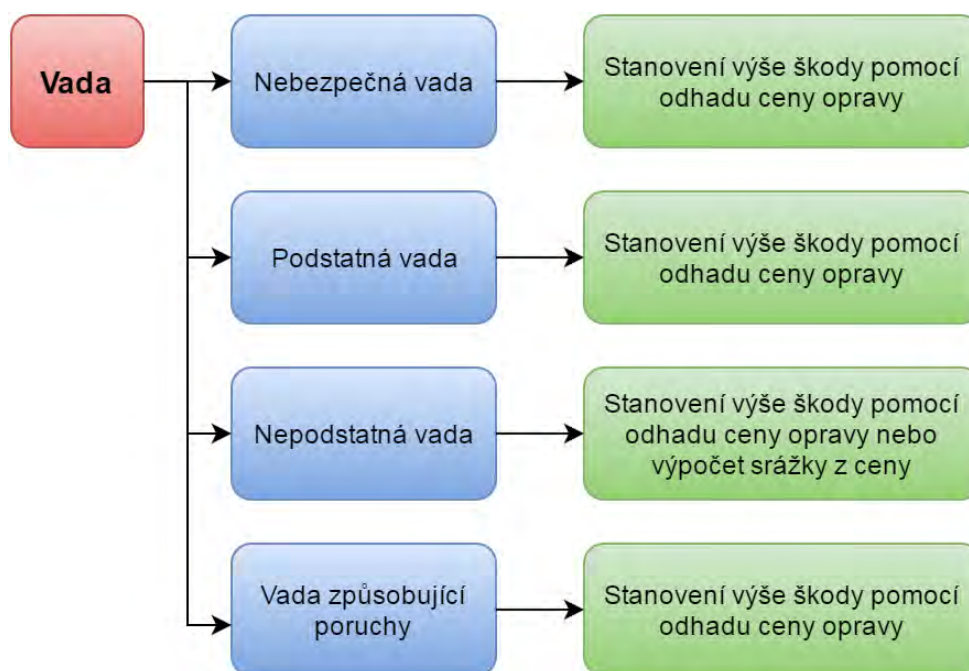
6.2.1 Výpočtový model pro stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek

Při stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací rozlišujeme čtyři základní kategorie vad, které mohou nastat. Výčet těchto vad včetně jejich popisu je uveden v tabulce 31 níže.

Tabulka 31 Kategorizace vad krytových vrstev netuhých vozovek

Kategorie vady	Popis vady
Nebezpečná vada	Jedná se o vadu, která brání bezpečnému užívání stavebního díla.
Podstatná vada	Jedná se o vadu, která s velkou pravděpodobností povede k selhání nebo k významnému zkrácení očekávané životnosti konstrukce vozovky.
Nepodstatná vada	Jedná se o vadu menší závažnosti, která nesníží podstatným způsobem použitelnost a životnost konstrukce vozovky a současně nemá vliv na bezpečnost silničního provozu.
Vada způsobující poruchy	Jedná se o vadu, kvůli které již vznikly na povrchu nebo v konstrukci vozovky poruchy.

Všechny výše popsané kategorie vad, lze z pohledu stanovení výše škody v souvislosti s jejich vznikem řešit stanovením výše škody pomocí odhadu ceny relevantní opravy, pouze v případě nepodstatných vad je možno provést výpočet stanovením srážky z ceny stavebního díla. Postup stanovení výše škody přiměřenou srážkou z ceny lze účelně uplatnit zejména v případech identifikace vad v procesu přejímky stavby, přičemž poškozená strana musí vždy s tímto postupem kompenzace vzniklé vady souhlasit. Pro stanovení srážky z ceny stavebního díla ve vztahu k vadám asfaltových směsí a vrstev lze účelně využít rezortní předpis Ministerstva dopravy ČR Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací TKP kapitola 1 [42]. Základní výpočtové vztahy pro stanovení srážky z ceny stavebního díla dle výše uvedeného předpisu jsou přehledně uvedeny níže v kapitole 6.2.1.2. Níže je také v obrázku 36 znázorněno přehledné schéma základních procesů kategorizace vad krytových vrstev netuhých vozovek včetně doporučených postupů pro stanovení výše škody.



Obrázek 36 Schéma kategorií vad krytových vrstev netuhých vozovek s doporučenými způsoby stanovení výše škody

6.2.1.1 Stanovení výše škody pomocí odhadu ceny relevantní opravy

Při stanovení výše škody pomocí odhadu ceny relevantní opravy se provede výpočet pomocí níže uvedeného matematického vzorce:

$$ZCU = \sum (ZC_i \times k_{i,kor.} \times pmj_i) \quad \text{Rovnice 1}$$

ZCU základní cena upravená za provedenou opravu,

ZC_i základní cena dílčí i-té činnosti nutné k provedení potřebné opravy podle tabulek 34 až 38,

k_{i,kor.} korekční koeficient příslušející k ceně dílčí i-té činnosti nutné k provedení potřebné opravy dle rovnice 2 uvedené níže,

pmj_i počet měrných jednotek příslušející k ceně dílčí i-té činnosti nutné k provedení potřebné opravy.

$$k_{kor} = k_t \times k_r \times k_p \quad \text{Rovnice 2}$$

- k_t koeficient vlivu trhu, který zohledňuje porovnání tržních cen jednotlivých stavebních prací souvisejících s opravami netuhých vozovek pozemních komunikací v ČR se základní cenou, přičemž základní cena ZC byla odvozena analýzou cen běžně používaných cenových soustav stavebních prací v ČR. Rozsah doporučených hodnot koeficientu k_t k jednotlivým dílčím stavebním pracím je uveden v tabulkách 34 až 38 níže;
- k_r koeficient vlivu rozsahu stavebních prací. Doporučené hodnoty koeficientu rozsahu stavebních prací pro jednotlivé činnosti jsou uvedeny v tabulce 39 níže;
- k_p koeficient vlivu překážek v trase. Tento koeficient zohledňuje zejména přítomnost povrchových znaků inženýrských sítí v trase pozemní komunikace. Doporučené hodnoty koeficientu vlivu překážek v trase pro jednotlivé činnosti jsou uvedeny v tabulce 40 níže.

Postup při stanovení výše škody související s výskytem vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek podle metodiky stanovení výše škody pomocí odhadu ceny vhodné opravy je následující:

1. Soudní znalec na základě příčiny vzniku dané vady či poruchy navrhne vhodný způsob opravy. V případě stanovení výše škody v souvislosti se vznikem poruch je možné použít modelové varianty oprav poruch krytových vrstev netuhých vozovek tak, jak jsou uvedeny v tabulkách 34 až 38. V případě stanovení výše škody v souvislosti s výskytem nebezpečných a podstatných vad a v případě, že poškozený není ochoten akceptovat stanovení výše škody výpočtem přiměřené srážky z ceny při výskytu nepodstatných vad, je možné taktéž použít cenové modely variant oprav uvedené v tabulkách 34 až 38, přičemž soudní znalec musí vždy zvolit nejméně finančně nákladnou variantu opravy, která zaručí požadovanou kvalitu a životnost dané úpravy a to zejména s ohledem na způsob užívání posuzované pozemní komunikace nebo zpevněné plochy, třídu dopravního zatížení a podobně.
2. V závislosti na zvoleném způsobu opravy dané vady či poruchy provede soudní znalec výpočet odhadované ceny relevantní opravy podle rovnice 1. Jako vstupní data pro tento výpočet může soudní znalec použít cenové modely a koeficienty uvedené v tabulkách 34 až 40.

6.2.1.2 Stanovení výše škody srážkou z ceny

Níže jsou popsány výpočtové vztahy, které lze použít pro stanovení přiměřené srážky z ceny stavebního díla v souvislosti s výskytem vad asfaltových směrů a vrstev. Výpočtové vztahy vychází z metodiky stanovení srážky z ceny popsané v resortním předpise Ministerstva dopravy ČR Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací TKP kapitola 1 [42].

Všechny níže uvedené postupy pro stanovení srážky z ceny lze použít jen za předpokladu, že se nejedná o podstatné vady, které s velkou pravděpodobností mohou vést k významnému zkrácení očekávané životnosti konstrukce vozovky a o vady ohrožující bezpečnost silničního provozu. Postup stanovení výše škody přiměřenou srážkou z ceny lze účelně uplatnit zejména v případech identifikace vad v procesu přejímky stavby, přičemž poškozená strana musí vždy s tímto postupem kompenzace vzniklé škody souhlasit.

Nedodržení požadovaných tolerancí obsahu asfaltového pojiva v asfaltové směsi

$$S = p^2 \times 0,25 \times JC \times F$$

- S* srážka z ceny pro nedodržení tolerancí předepsaného obsahu asf. pojiva (Kč),
JC jednotková cena (Kč/m²),
F plocha vozovky, reprezentovaná příslušnou zkouškou (m²),
0,25 konstantní faktor,
p hodnota, o niž obsah asf. pojiva v asfaltové směsi překračuje povolenou mez dle příslušného předpisu (např. ČSN 736121, TKP kap.7, ZTKP apod.).

Nedodržení požadovaných tolerancí na tloušťku asfaltové vrstvy

$$S = p^2 \times 0,002 \times JC \times F$$

- S* srážka z ceny pro nedodržení tolerancí předepsané tloušťky vrstvy (Kč),
JC jednotková cena (Kč/m²),
F plocha vozovky, reprezentovaná příslušnou zkouškou (m²),
0,002 konstantní faktor,
p hodnota překročení předepsané povolené tolerance na odchylku od projektové tloušťky vrstvy dle příslušného předpisu (např. ČSN 736121, TKP kap.7, ZTKP apod.).

Nedodržení požadované míry zhutnění asfaltové vrstvy

$$S = p^2 \times 0,125 \times JC \times F$$

- S* srážka z ceny pro nedodržení požadované míry zhutnění (Kč),
JC jednotková cena asfaltové vrstvy (Kč/m²),

F plocha vozovky, reprezentovaná příslušnou zkouškou (m²),

0,125 konstantní faktor,

p hodnota, o niž překračuje hodnota míry zhutnění povolenou minimální mez např. 97 %.

Pozn. Srážku z ceny za nedodržení míry zhutnění nelze uplatňovat, pokud by při tom byla překročena přípustná mezerovitost asfaltové vrstvy nebo v případě, když má asfaltová směs snížený obsah asfaltu. Nedostatečné zhutnění v takovém případě vede k podstatnému snížení životnosti dané asfaltové vrstvy.

Překroční povolených mezí nerovnosti povrchu obrusné vrstvy

$$S_r = 0,6 \times \Sigma p^2 \times JC \times b$$

S_r srážka z ceny za překročení přípustné nerovnosti (Kč),

b šířka jízdního pruhu,

JC jednotková cena asfaltové vrstvy (Kč/m²),

0,6 konstantní faktor,

p hodnota, o niž naměřená nerovnost přesahuje povolenou maximální hodnotu nerovnosti v mm, nerovnost se měří pod 4 m latí (u opakujících se nerovností jde vždy o posun latě o 2,0 m), při měření planografem nejvyšší hodnota z každých 2 m záznamu.

Pozn. Srážku z ceny je možné uplatnit pouze v případech, kdy naměřená nerovnost nepřekračuje přípustnou hodnotu o více než 100%. [42]

Překročení povolených mezí nerovnosti povrchu obrusné vrstvy stanovené mezinárodním indexem nerovnosti IRI

$$S_r = 0,6 \times \Sigma (p \times 10)^2 \times JC \times b$$

S_r srážka z ceny za překročení přípustné nerovnosti (Kč),

b šířka jízdního pruhu,

JC jednotková cena asfaltové vrstvy (Kč/m²),

0,6 konstantní faktor,

p hodnota, o niž naměřená nerovnost přesahuje povolenou maximální hodnotu nerovnosti IRI 1,9 m/km.

Nedodržení minimální požadované hodnoty spojení asfaltových vrstev

$$S = p^2 \times f \times JC \times F$$

- S** srážka z ceny pro nedodržení předepsaného spojení asfaltových vrstev (Kč),
- JC** jednotková cena asfaltové vrstvy, která je nad spojovacím postříkem plus cena postříku,
- F** plocha vozovky, reprezentovaná příslušnou zkouškou (m²),
- f** konstantní faktor, (f = 0,1 pro Ø vývrtu 100 mm a f = 0,02 pro Ø vývrtu 150 mm),
- p** rozdíl mezi požadovanou a dosaženou smykovou silou (kN).

Pozn. Srážku z ceny lze uplatnit, pouze když spojení vrstev v jednotlivých případech mezi obrusnou a ložní vrstvou není menší než 65% předepsané hodnoty (např. dle ČSN 736121) a pro spojení mezi ostatními asfaltovými vrstvami menší než 50 %. Pokud spojení v jednotlivých případech nedosáhne ani výše uvedené mezní hodnoty, nelze na srážku z ceny přistoupit a je nutno provést opravu. [42]

6.2.2 Kategorizace poruch netuhých vozovek pro účely stanovení výše škody

Níže je v tabulce 32 uvedena kategorizace poruch krytových vrstev netuhých vozovek pro účely stanovení výše škody, která v souvislosti s jejich vznikem nastává. Tabulka 32 taktéž obsahuje odkazy na variantní možnosti oprav jednotlivých poruch. Podle daného typu poruchy je možné zvolit vhodnou variantu opravy, přičemž je vždy nezbytné, aby soudní znalec při volbě vhodného typu opravy také zohlednil příčinu vzniku dané poruchy, vývoj poruchy v čase, účel používání dané pozemní komunikace či zpevněné plochy, třídu dopravního zatížení a podobně. Podrobná struktura jednotlivých variantních oprav je uvedena v tabulkách 34 až 38 níže.

Tabulka 32 Kategorizace poruch krytových vrstev netuhých vozovek pro účely stanovení výše škody

Skupina poruch	Porucha		Varianta opravy ^{a)}
Ztráta protismykových vlastností	01	Ztráta mikrotextury	V01, V02, V03, V04, V05, V06, V07
	02	Ztráta makrotextury	V01, V02, V03, V04, V05, V06, V07
Ztráta hmoty	03	Kaverny v obrusné vrstvě	V02, V03, V04, V05, V06, V07, V08
	04	Opotřebení EKZ, EMK	V02, V03, V04, V05, V06, V07, V08
	05	Ztráta kameniva z nátěru	V01, V02, V03, V04, V05, V06, V07
	06	Ztráta asfaltového tmelu	V02, V03, V04, V05, V06, V07
	07	Hloubková koroze	V02, V03, V04, V05, V06, V07, V08
	08	Výtluk	V08, V09
Trhliny	09	Mozaikové trhliny	V08, V09
	10	Úzké podélné trhliny	V11, V12
	11	Úzké příčné trhliny	V11, V12
	12	Široké podélné trhliny	V08, V09, V10, V13
	13	Široké příčné trhliny	V13, V14, V15
	14	Reflexní trhliny	V11, V12, V13, V14, V15
	15	Rozvětvené podélné trhliny	V08, V09, V10
	16	Rozvětvené příčné trhliny	V08, V09, V10, V14, V15
Deformace	17	Puchýře v MA	V08
	18	Nepravidelné hrboly	V08, V09
	19	Vyjeté koleje	V08, V09

Pozn. V tabulce nejsou uvedeny konstrukční poruchy vozovky, u nichž nelze bez konkrétního stanovení příčiny vzniku obecně navrhnout vhodnou opravu. Při stanovení výše škody v případě konstrukčních poruch vozovky lze pro stavební práce související s krytovými vrstvami použít cenové modely a postupy zpracované v rámci této metodiky. Cenové modely ostatních stavebních prací, které mohou být potřebné při odstraňování konstrukčních poruch, nejsou předmětem této dizertační práce.

^{a)} Varianty oprav podle tabulek 34 až 38 této dizertační práce.

Při stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací by měl soudní znalec vždy zohlednit trvanlivost a předpokládanou životnost dané opravy uvažované pro výpočet výše škody vzhledem k dopravnímu zatížení, kterému je předmětná pozemní komunikace vystavena. Jako podklad pro odhad doby životnosti různých technologií oprav vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek, ve vazbě na třídu dopravního zatížení, lze použít údaje uvedené v Technických podmínkách Ministerstva dopravy ČR TP 87 – Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek [38]. Pro ilustraci jsou vybrané hodnoty odhadované doby životnosti různých technologií souvisejících s opravami krytových vrstev netuhých vozovek uvedeny také níže v tabulce 33.

Tabulka 33 Orientační předpokládané doby životnosti jednotlivých typů oprav [38]

Technologie opravy	Třída dopravního zatížení						
	VI	V	IV	III	II	I	S
Nátěr jednovrstvý - zdrsňující	4	3	2				
EKZ - jednovrstvý	6	5	4	3			
EKZ - dvouvrstvý		6	5	4	3		
EMK - jednovrstvý	10	8	7	5			
EMK - dvouvrstvý				10	8	7	6
ACO S					14	12	10
ACO +			14	12	10		
SMA S					16	14	12
SMA +			16	14	12		
BBTM S					12	10	8
BBTM +			12	10	8		

6.2.3 Cenové modely doporučených technologií oprav krytových vrstev netuhých vozovek

Níže jsou v tabulkách 34 až 38 uvedeny základní cenové úrovně **ZC** pro vybrané stavební práce související s odstraněním vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek a k nim příslušející koeficienty vlivu trhu k_t . Tyto práce jsou finančně kvantifikovány pro variantní typy oprav jednotlivých vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek tak, že každá varianta zahrnuje

jednotlivé dílčí postupy a práce, které jsou nezbytné pro odstranění konkrétní vady či poruchy. Varianty oprav uvedené v tabulkách 34 až 38 jsou členěny do níže uvedených kategorií:

- a) tenkovrstvé úpravy (tabulka 34),
- b) výměna konstrukčních vrstev krytu vozovky (tabulka 35, 37, 38),
- c) ošetření a opravy trhlin (tabulka 36).

Tabulka 34 Jednotkové ceny variant oprav včetně doporučených hodnot koeficientu k_t – tenkovrstvé úpravy

Tenkovrstvé úpravy			
Technologie opravy		ZC	k_t
V01	Nátěr asfaltový s posypem ze silniční emulze v množství 1,80 kg/m ²	47,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
V02	Spojovací postřík - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Emulzní kalový zákryt jednovrstvý EKZ tl. 4 mm	77,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
V03	Spojovací postřík - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Emulzní kalový zákryt dvouvrstvý EKZ tl. 8mm	138,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
V04	Spojovací postřík - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Emulzní mikrokoberec jednovrstvý střednězrnný EMK 0/8	105,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
V05	Spojovací postřík - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Emulzní mikrokoberec dvouvrstvý střednězrnný EMK 0/8	189,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
V06	Spojovací postřík - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy BBTM 8, obrusná vrstva, nemodifikovaný asfalt	185,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
V07	Spojovací postřík - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy BBTM 8, obrusná vrstva, modifikovaný asfalt	197,00 Kč/m ²	0,85 až 1,00

Tabulka 35 Jednotkové ceny variant oprav včetně doporučených hodnot koeficientu k_t – výměna konstrukčních vrstev

Výměna konstrukčních vrstev			
Technologie opravy		ZC	k_t
V08	Frézování asfaltového krytu – obrušná vrstva	A)	A)
	Spojovací postřík - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Pokládka - obrušné vrstvy	B)	B)
V09	Frézování asfaltového krytu – obrušná a ložní vrstva	A)	A)
	Spojovací postřík - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Pokládka - ložní vrstva	B)	B)
	Spojovací postřík - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Pokládka - obrušná vrstva	B)	B)
V10	Frézování asfaltového krytu – obrušná, ložní a podkladní vrstva	A)	A)
	Spojovací postřík - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Pokládka - podkladní vrstva	B)	B)
	Spojovací postřík - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Pokládka - ložní vrstva	B)	B)
	Spojovací postřík - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Pokládka - obrušná vrstva	B)	B)
A) Závisí na tloušťce frézované vrstvy viz. tabulka 37			
B) Závisí na typu a tloušťce použité asfaltové vrstvy viz. tabulka 38			

Tabulka 36 Jednotkové ceny variant oprav včetně doporučených hodnot koeficientu k_t – ošetření a opravy trhlin

Ošetření a opravy trhlin			
Technologie opravy		ZC	k_t
V11	Prořezání a utěsnění trhliny zálivkou za tepla pro komůrku š 10 mm a hl. 15 mm	85,00 Kč/m	0,80 až 1,00
V12	Prořezání a utěsnění trhliny zálivkou za tepla pro komůrku š 20 mm a hl. 30 mm	121,00 Kč/m	0,80 až 1,00
V13 *)	Prořezání a utěsnění trhliny modifikovanou asfaltovou hmotou za horka s výplňovým kamenivem š 40 mm hl. 60 mm	268,00 Kč/m	0,80 až 1,00
V14 *)	Frézování asfaltového krytu – ohrusná a ložní vrstva	A)	A)
	Prořezání a utěsnění trhliny zálivkou za tepla	V11, V12	V11, V12
	Postřik modifikovanou asfaltovou emulzí 1,0 kg/m ²	24,00 Kč/m ²	0,90 až 1,00
	Geomříž pro vyztužení asfaltového povrchu ze skelných vláken s geotextilií - pevnost 50 kN/m	217,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
	Spojovací postřik - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Pokládka - ložní vrstva	B)	B)
	Spojovací postřik - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Pokládka – ohrusná vrstva	B)	B)
V15 *)	Frézování asfaltového krytu – ohrusná a ložní vrstva	A)	A)
	Prořezání a utěsnění trhliny zálivkou za tepla	V11, V12	V11, V12
	Aplikace samolepícího asfaltového izolačního pásu	173,00 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Spojovací postřik - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Pokládka - ložní vrstva	B)	B)
	Spojovací postřik - asfaltová emulze do 0,5 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,85 až 1,00
	Pokládka – ohrusná vrstva	B)	B)
A) Závisí na tloušťce frézované vrstvy viz. tabulka 37			
B) Závisí na typu a tloušťce použité asfaltové vrstvy viz. tabulka 38			
*) Oprava se provádí podle technických podmínek Ministerstva dopravy ČR TP 115 [39]			

Tabulka 37 Jednotkové ceny dílčích stavebních prací včetně doporučených hodnot koeficientu k_t – frézování vozovky

Název položky	ZC _i	k _t
Frézování asfaltového krytu tl. 30 mm	37,00 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 40 mm	43,00 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 50 mm	50,00 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 60 mm	55,30 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 80 mm	65,50 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 90 mm	70,60 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 100 mm	76,00 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 110 mm	80,10 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 120 mm	84,20 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 130 mm	88,30 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 140 mm	92,40 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 150 mm	96,50 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 160 mm	100,60 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 170 mm	104,70 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 180 mm	108,80 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 190 mm	112,90 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 200 mm	117,00 Kč/m ²	0,75 až 1,00
Frézování asfaltového krytu tl. 300 mm	175,00 Kč/m ²	0,75 až 1,00

Tabulka 38 Jednotkové ceny dílčích stavebních prací včetně doporučených hodnot koeficientu k_t – pokládka asfaltových vrstev

Název položky	ZC	k_t
Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy BBTM 8 - tl. 30 mm, obrusná vrstva, nemodifikovaný asfalt	185,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy BBTM 8 - tl. 30 mm, obrusná vrstva, modifikovaný asfalt	197,00 Kč/m ²	0,85 až 1,00
Asfaltový koberec mastixový SMA 11 - tl. 40 mm, obrusná vrstva, modifikovaný asfalt	285,00 Kč/m ²	0,85 až 1,00
Asfaltový beton ACO 11 - tl. 40 mm, obrusná vrstva, nemodifikovaný asfalt	255,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACO 11 - tl. 40 mm, obrusná vrstva, modifikovaný asfalt	280,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACO 11 - tl. 50 mm, obrusná vrstva, nemodifikovaný asfalt	315,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACO 11 - tl. 50 mm, obrusná vrstva, modifikovaný asfalt	346,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACL 16 - tl. 50 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	265,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACL 16 - tl. 50 mm, ložní vrstva, modifikovaný asfalt	288,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACL 16 - tl. 60 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	305,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACL 16 - tl. 60 mm, ložní vrstva, modifikovaný asfalt	333,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACL 16 - tl. 70 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	345,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACL 16 - tl. 70 mm, ložní vrstva, modifikovaný asfalt	378,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACL 22 - tl. 60 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	310,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACL 22 - tl. 60 mm, ložní vrstva, modifikovaný asfalt	347,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00

Název položky	ZC	k_t
Asfaltový beton ACL 22 - tl. 70 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	358,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACL 22 - tl. 70 mm, ložní vrstva, modifikovaný asfalt	402,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACL 22 - tl. 80 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	409,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACL 22 - tl. 80 mm, ložní vrstva, modifikovaný asfalt	458,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACL 22 - tl. 90 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	457,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACL 22 - tl. 90 mm, ložní vrstva, modifikovaný asfalt	513,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACP 16 - tl. 50 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	242,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACP 16 - tl. 60 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	290,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACP 16 - tl. 70 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	338,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACP 16 - tl. 80 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	386,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACP 22 - tl. 60 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	283,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACP 22 - tl. 70 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	331,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACP 22 - tl. 80 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	377,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACP 22 - tl. 90 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	424,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00
Asfaltový beton ACP 22 - tl. 100 mm, ložní vrstva, nemodifikovaný asfalt	453,00 Kč/m ²	0,80 až 1,00

Tabulka 39 Doporučené hodnoty koeficientu k_r

Kategorie stavební činnosti	Rozsah prací	k_r
Frézování vozovky	Lokální opravy do 2 m ² v celkové ploše do 500 m ²	1,40
	Velkoplošné frézování	1,00
Spojovací postřík asfaltovou emulzí	Lokální opravy do 2 m ² v celkové ploše do 500 m ²	1,20
	Velkoplošná aplikace	1,00
Tenkovrstvé technologie za studena	Velkoplošná aplikace	1,00
Pokládka asfaltových vrstev	Lokální opravy do 2 m ² v celkové ploše do 500 m ²	1,75
	Velkoplošná aplikace	1,00

Tabulka 40 Doporučené hodnoty koeficientu k_p

Kategorie stavební činnosti	Překážky v trase	k_p
Frézování vozovky	Intravilán – povrchové znaky inženýrských sítí v trase	1,60
	Extravilán – bez povrchových znaků inženýrských sítí v trase	1,00
Spojovací postřík asfaltovou emulzí	Intravilán – povrchové znaky inženýrských sítí v trase	1,10
	Extravilán – bez povrchových znaků inženýrských sítí v trase	1,00
Tenkovrstvé technologie za studena	Intravilán – povrchové znaky inženýrských sítí v trase	1,25
	Extravilán – bez povrchových znaků inženýrských sítí v trase	1,00
Pokládka asfaltových vrstev	Intravilán – povrchové znaky inženýrských sítí v trase	1,20
	Extravilán – bez povrchových znaků inženýrských sítí v trase	1,00

7 APLIKACE METODIKY PRO STANOVENÍ VÝŠE ŠKODY V PŘÍPADĚ VÝSKYTU VAD A PORUCH KRYTOVÝCH VRSTEV NETUHÝCH VOZOVEK

V této kapitole jsou uvedeny názorné příklady použití výše popsané metodiky pro stanovení výše škody v souvislosti s výskytem vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací.

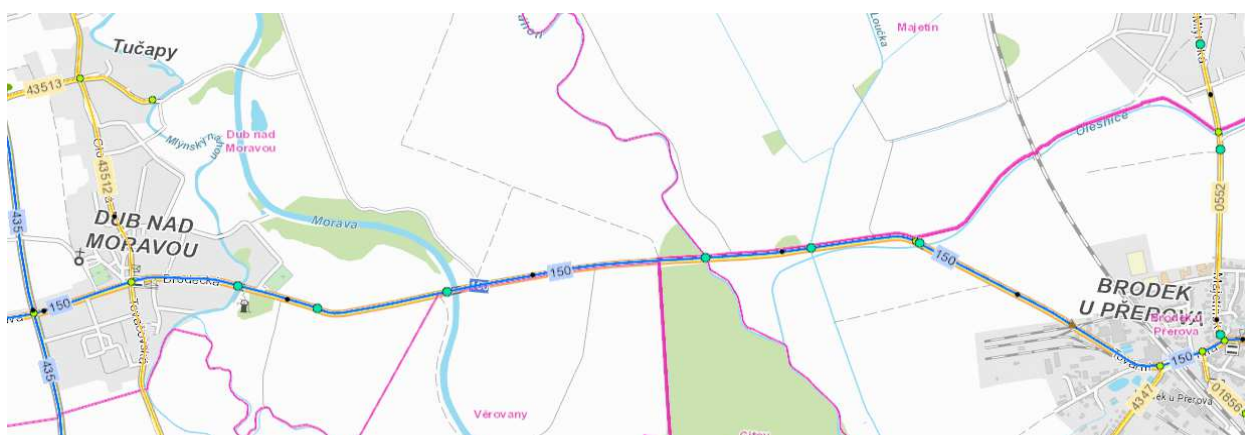
7.1 Příklad 1 – mozaikové trhliny

Popis situace:

V rámci předešlého znaleckého šetření bylo zjištěno, že se na vozovce II/150 mezi obcemi Dub nad Moravou a Brodek u Přerova vyskytly v úseku délky cca 300 metrů mozaikové trhliny. Mozaikové trhliny se vyskytují pouze v pravém jízdním pruhu ve směru staničení (od obce Dub nad Moravou směrem k obci Brodek u Přerova). Jedná se o návrhovou kategorii pozemní komunikace S 7,5, která má zpevněný povrch v šířce 6,5 m. Na výše zmíněné silnici proběhla před dvěma lety rekonstrukce, jejíž součástí byla recyklace původní vozovky na místě za studena s použitím směsných hydraulických pojiv a asfaltové emulze. Na recyklovanou podkladní vrstvu byla následně provedena pokládka ložní vrstvy ze směsi ACL 22 S s použitím silničního asfaltového pojiva gradace 50/70 v tloušťce 80 mm. Na výše zmíněnou ložní asfaltovou vrstvu ACL 22 S byla následně provedena pokládka obrusné vrstvy ACO 11 + s použitím silničního asfaltového pojiva gradace 50/70. Mezi všemi výše zmíněnými konstrukčními vrstvami vozovky bylo navrženo provedení postřiku asfaltovou emulzí pro zajištění dostatečného spojení vrstev. Pro přehlednost je provedený rozsah stavebních prací v rámci rekonstrukce silnice II/150 Dub nad Moravou – Brodek u Přerova detailně uveden níže v tabulce 41.

Tabulka 41 Rozsah provedených stavebních prací – rekonstrukce silnice II/150 Dub nad Moravou – Brodek u Přerova

Popis provedených stavebních prací	Výměra [m ²]
Frézování obrusné vrstvy v tloušťce 50 mm	23 725
Recyklace za studena s použitím směsného hydraulického pojiva a asfaltové emulze – tloušťky 180 mm	23 725
Spojovací postřík asfaltovou emulzí v množství 0,5 kg/m ²	23 725
Pokládka ložní vrstvy z asfaltové směsi ACL 22 S 50/70 v tloušťce 80 mm	23 725
Spojovací postřík asfaltovou emulzí v množství 0,5 kg/m ²	23 725
Pokládka obrusné vrstvy z asfaltové směsi ACO 11 + 50/70 v tloušťce 50 mm	23 725



Obrázek 37 Mapa posuzovaného úseku – silnice II/150 Dub nad Moravou – Brodek u Přerova

Jako příčina vzniku výše zmíněných poruch (mozaikových trhlin) bylo na základě výsledků provedených laboratorních zkoušek a měření určeno nedostatečné spojení vrstev na hranici mezi ložní a obrusnou vrstvou. Tato skutečnost byla mimo jiné ověřena na jádrových vývrtech odebraných v oblastech posuzovaných poruch a mimo tyto oblasti.

Třída dopravního zatížení posuzované komunikace v úseku mezi obcemi Dub nad Moravou – Brodek u Přerova byla určena na základě veřejně dostupných výsledků sčítání dopravy z roku 2010 (viz. obrázek 38 níže). Posuzovaný úsek pozemní komunikace odpovídá třídě dopravního zatížení IV, což odpovídá průměrné intenzitě dopravy těžkých nákladních vozidel TNV za 24 hodin v rozmezí 101 až 500 TNV/24hod.

Sčítání dopravy 2010 (sč.úsek: 7-1440)																... význam zkratk			
Roční průměr denních intenzit dopravy		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV				
RPDI - všechny dny	voz/den	109	81	5	173	14	22	8	0	0	12	424	1 424	21	1 869				
		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV				
RPDI - pracovní den (Po-Pá)	voz/den	135	101	6	215	18	28	9	0	0	15	527	1 544	19	2 090				
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	43	32	1	68	4	6	5	0	0	5	164	1 123	27	1 314				
Hodinová intenzita dopravy												TV		SV					
Padesátirázová intenzita dopravy	voz/h											52			228				
Špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											47			185				
Těžká nákladní vozidla - TNV															TNV				
Hodnota TNV	voz/den															353			
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty												OA	NA	NS	Celkem				
Roční průměr intenzit, den (06-18)	voz/den											1 136	324	32	1 492				
Roční průměr intenzit, večer (18-22)	voz/den											197	21	4	222				
Roční průměr intenzit, noc (22-06)	voz/den											112	38	5	155				
Emise												OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem		
Roční špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											207	16	38	6	1	268		
Koefficienty nerovnoměrnosti dopravy												alfa	beta	gama	PS				
Koefficient nerovnoměrnosti dopravy	-											0,00	1,27	0,00	-				
Intenzita cyklistické dopravy															C				
Cyklistická doprava	cyklo/den															91			

Obrázek 38 Výsledky sčítání dopravy pro posuzovaný úsek silnice II/150 [82]

Zatřídění vady:

- Jedná se o vadu, která již přešla do stádia vzniku poruchy v obrusné vrstvě vozovky.

Doporučený způsob opravy:

Jako doporučený způsob opravy byla zvolena podle charakteru poruchy varianta V08 z tabulky 35:

- Odfrézování obrusné vrstvy v tloušťce 50 mm.
- Aplikace spojovacího postřiku v množství 0,50 kg/m² po vyštěpení.
- Pokládka obrusné vrstvy ACO 11 + s použitím asfaltového pojiva gradace 50/70 v tloušťce 50 mm.

Posouzení životnosti doporučené opravy:

- Odhadovaná životnost obrusné asfaltové vrstvy ACO 11 + s použitím silničního asfaltového pojiva gradace 50/70 při uvažované třídě dopravního zatížení IV je podle Technologického předpisu Ministerstva dopravy ČR TP 87 - Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek [38] 14 let.
- Odhadovaná životnost původního technického řešení konstrukce vozovky byla taktéž pro uvažovanou třídu dopravního zatížení IV 14 let.
- Na základě porovnání odhadované životnosti původně navrženého technického řešení s technickým řešením uvažované opravy pro účel stanovení výše škody lze konstatovat,

že navržená technologie opravy odpovídá uvažovanou délkou své životnosti uvažované délce životnosti původního technického řešení konstrukce vozovky.

Kalkulace ceny opravy:

$$ZCU = \sum (ZC_i \times k_{i,kor} \times pmj_i)$$

ZCU základní cena upravená za provedenou opravu,

ZC_i základní cena dílčí i-té činnosti nutné k provedení potřebné opravy podle tabulek 34 až 38,

k_{i,kor} korekční koeficient příslušející k ceně dílčí i-té činnosti nutné k provedení potřebné opravy,

pmj_i počet měrných jednotek příslušející k ceně dílčí i-té činnosti nutné k provedení potřebné opravy.

$$k_{kor} = k_t \times k_r \times k_p$$

k_t koeficient vlivu trhu, který zohledňuje porovnání tržních cen jednotlivých stavebních prací souvisejících s opravami netuhých vozovek pozemních komunikací v ČR se základní cenou, přičemž základní cena **ZC** byla odvozena analýzou cen běžně používaných cenových soustav stavebních prací v ČR. Rozsah doporučených hodnot koeficientu **k_t** k jednotlivým dílčím stavebním pracím je uveden v tabulkách 34 až 38 výše;

k_r koeficient vlivu rozsahu stavebních prací. Doporučené hodnoty koeficientu rozsahu stavebních prací pro jednotlivé činnosti jsou uvedeny v tabulce 39 výše;

k_p koeficient vlivu překážek v trase. Tento koeficient zohledňuje zejména přítomnost povrchových znaků inženýrských sítí v trase pozemní komunikace. Doporučené hodnoty koeficientu vlivu překážek v trase pro jednotlivé činnosti jsou uvedeny v tabulce 40 výše.

Tabulka 42 Výpočet koeficientu k_{kor} .

Technologie opravy		k_t	k_r	k_p	k_{kor}
V08	Frézování asfaltového krytu – tl. 50 mm	0,95	1,00	1,00	0,95
	Spojovací postřik - asf. emulze, 0,50 kg/m ²	0,95	1,00	1,00	0,95
	Pokládka - obrusná vrstva ACO 11 + 50/70 – tl. 50 mm	0,90	1,00	1,00	0,90
V11	Prořezání a utěsnění pracovní spáry záhlvkou za tepla pro komůrku š 10 mm a hl. 15 mm	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabulka 43 Výpočet pro odhad výše škody – mozaikové trhliny na povrchu vozovky

Technologie opravy		ZC _i	k_{kor}	pmj	ZCU
V08	Frézování asfaltového krytu – tl. 50 mm	50,00 Kč/m ²	0,95	975 m ²	46 312,50 Kč
	Spojovací postřik - asf. emulze, 0,50 kg/m ²	12,80 Kč/m ²	0,95	975 m ²	11 856,00 Kč
	Pokládka - obrusná vrstva ACO 11 + 50/70 – tl. 50 mm	315,00 Kč/m ²	0,90	975 m ²	276 412,50 Kč
V11	Prořezání a utěsnění pracovní spáry záhlvkou za tepla pro komůrku š 10 mm a hl. 15 mm	85,00 Kč/m	1,00	306,5 m	26 052,50 Kč
Suma					360 633,50 Kč

Závěr:

Na základě odhadu ceny relevantní opravy vzniklých poruch, které se objevily na povrchu posuzované vozovky pozemní komunikace v záruční době, byla odhadovaná výše škody stanovena na 360 633,50 Kč.

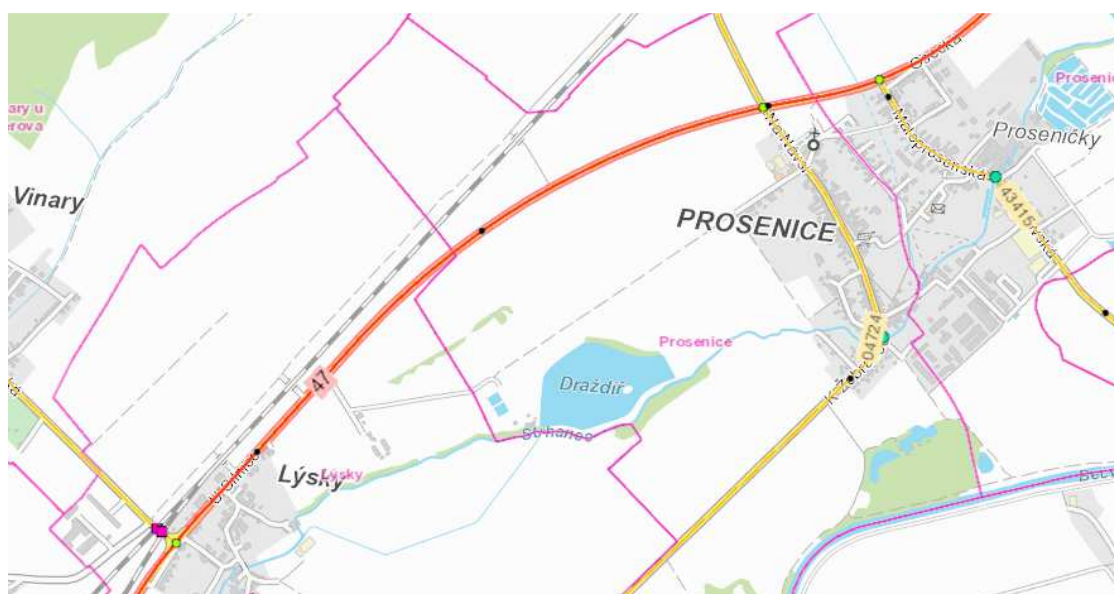
7.2 Příklad 2 – nedodržení minimálního množství pojiva v asfaltové směsi

Popis situace:

V rámci rekonstrukce silnice první třídy I/47 v úseku mezi obcemi Lýsky a Prosenice byla provedena výměna ložní a obrusné vrstvy. Jedná se o návrhovou kategorii pozemní komunikace S 9,5, která má základní šířku zpevněného povrchu 8,5 m. Pro přehlednost je provedený rozsah stavebních prací v rámci rekonstrukce silnice I/47 Lýsky – Prosenice detailně uveden níže v tabulce 44.

Tabulka 44 Rozsah provedených stavebních prací – rekonstrukce silnice I/47 Lýsky - Prosenice

Popis provedených stavebních prací	Výměra [m ²]
Frézování obrusné a ložní vrstvy vozovky v tloušťce 120 mm	18 700
Spojovací postřík asfaltovou emulzí v množství 0,5 kg/m ²	18 700
Pokládka ložné vrstvy z asfaltové směsi ACL 22 S 50/70 v tloušťce 80 mm	18 700
Spojovací postřík asfaltovou emulzí v množství 0,5 kg/m ²	18 700
Pokládka obrusné vrstvy z asfaltové směsi SMA 11 S PmB 45/80-60 v tloušťce 80 mm	18 700



Obrázek 39 Mapa posuzovaného úseku – silnice I/47 Lýsky – Prosenice

Z výsledků kontrolních zkoušek laboratoře investora v průběhu realizace stavby rekonstrukce silnice první třídy I/47 Lýsky – Prosenice bylo zjištěno, že v rámci jedné provedené kontrolní zkoušky asfaltové směsi do ložní vrstvy ACL 22 S nebyl splněn požadavek na minimální množství asfaltového pojiva v asfaltové směsi. Celkem byly laboratoří investora na předmětné stavbě provedeny tři kontrolní zkoušky asfaltové směsi do ložní vrstvy ACL 22 S. V rámci nevyhovující kontrolní zkoušky byl zjištěný obsah asfaltového pojiva v předmětné asfaltové směsi o 0,7 % nižší, než je optimální množství asfaltového pojiva podle počáteční zkoušky typu ITT, což o 0,2 % překračuje povolenou toleranci pro jeden vzorek podle technické normy ČSN 736121 [25]. Tato skutečnost byla následně ještě jednou ověřena extrakcí asfaltového pojiva z odebraného jádrového vývrtnu v problematickém místě trasy.

Na základě výsledků ostatních provedených kontrolních zkoušek, jak na pokládáných asfaltových směsích, tak i na následně provedených asfaltových vrstvách bylo zjištěno, že všechny ostatní požadované parametry asfaltových směsí a vrstev byly splněny. Pro přehlednost je vyhodnocení těchto parametrů uvedeno v tabulkách 45 až 47 níže.

Tabulka 45 Rekonstrukce silnice I/47 Lýsky – Prosenice – provedené kontrolní zkoušky asf. směsí

Počet kontrolních zkoušek asfaltové směsi - Rekonstrukce silnice I/47 Lýsky – Prosenice		
Asfaltová směs	SMA 11 S	ACL 22 S
Tun asf. směsi (t)	1795	3590
Požadované	2	2
Provedené	3	3
Četnost (zk./tuna)	598	1196
Nevyhovující	0	1 ^{a)}
^{a)} Překročení limitní tolerance minimálního množství asfaltového pojiva o 0,2 %.		

**Tabulka 46 Rekonstrukce silnice I/47 Lýsky – Prosenice – provedené kontrolní zkoušky
obrusné vrstvy SMA 11 S**

SMA 11 S	Mezerovitost min. /max.(prům.) [%]	Míra zhutnění min. / prům. [%]	Tloušťka vrstvy h min. / prům. [mm]	Projektová tl. vrstvy [mm]	Spojení vrstev L/O [kN]
Meze jednotlivé	2,0 - 7,0	min 97,0 (96,0)	min. 0,80 h	40	6,7
Meze průměr	-	min 98,0	min. 0,90 h		
Minimální naměřené	4,8	97,9	35		9,90
Maximální naměřené	5,1	98,8	44		12,00
Průměrné	5,0	98,3	40		10,95
Počet hodnot	4	4	4		4
Počet neshod	0	0	0	-	0
Předpis	ČSN 73 6121 TKP kap. 7	ČSN 73 6121 TKP kap. 7	ČSN 73 6121 TKP kap. 7	ČSN 73 6121 TKP kap. 7	ČSN 73 6121 TKP kap. 7

**Tabulka 47 Rekonstrukce silnice I/47 Lýsky – Prosenice – provedené kontrolní zkoušky ložní
vrstvy ACL 22 S**

ACL 22 S	Mezerovitost min. /max.(prům.) [%]	Míra zhutnění min. / prům. [%]	Tloušťka vrstvy h min. / prům. [mm]	Projektová tl. vrstvy [mm]	Spojení vrstev P/L [kN]
Meze jednotlivé	2,5 – 8,0	min 97,0 (96,0)	min. 0,80 h	80	5,3
Meze průměr	-	min 98,0	min. 0,90 h		
Minimální naměřené	3,7	98,6	68		8,60
Maximální naměřené	5,4	100,4	82		11,30
Průměrné	4,5	99,5	79		9,85
Počet hodnot	13	13	13		13
Počet neshod	0	0	0		0
Předpis	ČSN 73 6121 TKP kap. 7	ČSN 73 6121 TKP kap. 7	ČSN 73 6121 TKP kap. 7	ČSN 73 6121 TKP kap. 7	ČSN 73 6121 TKP kap. 7

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že jediným nevyhovujícím parametrem bylo nesplnění minimálního množství asfaltového pojiva v asfaltové směsi pro ložní vrstvu ACL 22 S, přičemž všechny ostatní parametry dané asfaltové směsi i vrstvy byly bez problémů splněny.

Třída dopravního zatížení posuzované komunikace I/47 v úseku mezi obcemi Lýsky – Prosenice byla odhadnuta na základě veřejně dostupných výsledků sčítání dopravy z roku 2010 ze sčítacího úseku 7-0347 (viz. obrázek 40 níže). Posuzovaný úsek pozemní komunikace spadá do třídy dopravního zatížení II, což odpovídá průměrné intenzitě dopravy těžkých nákladních vozidel TNV za 24 hodin v rozmezí 1 501 až 3 500 TNV/24hod.

Sčítání dopravy 2010 (sč.úsek: 7-0347)														...význam zkratek			
Roční průměr denních intenzit dopravy		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - všechny dny	voz/den	246	186	24	73	112	441	8	0	1	7	1 098	5 359	60	6 517		
		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - pracovní den (Po-Pá)	voz/den	306	231	31	91	143	564	9	0	1	9	1 385	5 655	53	7 093		
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	97	73	7	29	34	134	5	0	0	3	382	4 620	77	5 079		
Hodinová intenzita dopravy												TV	SV				
Padesátirázová intenzita dopravy		voz/h										111	658				
Špičková hodinová intenzita dopravy		voz/h										104	583				
Těžká nákladní vozidla - TNV																	
Hodnota TNV		voz/den										1 557					
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty												OA	NA	NS	Celkem		
Roční průměr intenzit, den (06-18)		voz/den										4 266	434	416	5 116		
Roční průměr intenzit, večer (18-22)		voz/den										791	35	76	902		
Roční průměr intenzit, noc (22-06)		voz/den										362	52	85	499		
Emise												OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem
Roční špičková hodinová intenzita dopravy		voz/h										878	40	43	93	1 055	
Koefficienty nerovnoměrnosti dopravy												alfa	beta	gamma	PS		
Koefficient nerovnoměrnosti dopravy		-										0,87	1,29	0,67	58:42		
Intenzita cyklistické dopravy																	
Cyklistická doprava		cyklo/den										128					

Obrázek 40 Výsledky sčítání dopravy pro posuzovaný úsek silnice I/47 [82]

Zatřídění vady:

- Jedná se o vadu, kterou lze vzhledem k jejímu charakteru považovat za vadu nepodstatnou.

Doporučený způsob stanovení výše škody:

- Jako doporučený způsob stanovení výše škody byl určen výpočet srážky z ceny podle metodiky resortního předpisu Ministerstva dopravy ČR - Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací kapitola 1 [42].

Posouzení životnosti:

- Vzhledem ke skutečnosti, že v místech, kde je do ložní vrstvy konstrukce vozovky zabudována vadná asfaltová směs ACL 22 S bylo kontrolními zkouškami prokázáno, že tato ložní vrstva splňuje všechny požadované parametry, jakými jsou mezerovitost

vrstvy a míra zhutnění, lze předpokládat, že lehce nižší obsah asfaltového pojiva ve výše zmíněné asfaltové směsi negativně neovlivní plánovanou životnost konstrukce vozovky.

Kalkulace ceny opravy:

$$S = p^2 \times 0,25 \times JC \times F$$

S srážka z ceny pro nedodržení tolerancí předepsaného obsahu asf. pojiva (Kč),

JC jednotková cena (Kč/m²),

F plocha vozovky, reprezentovaná příslušnou zkouškou (m²),

0,25 konstantní faktor,

p hodnota, o niž obsah asf. pojiva v asfaltové směsi překračuje povolenou mez dle příslušného předpisu (např. ČSN 736121, TKP kap.7, ZTKP apod.).

Výpočet srážky z ceny	
Vstupní hodnoty:	<p>$p = 0,2\%$</p> <p>$JC = 376 \text{ Kč/m}^2$ (cena vycházející z platné smlouvy o dílo)</p> <p>$F = 18\,700 / 3 = 6233 \text{ m}^2$ (plocha vozovky reprezentovaná nevyhovující zkouškou)</p>
Výpočet:	<p>$S = p^2 \times 0,25 \times JC \times F$</p> <p>$S = 0,2^2 \times 0,25 \times 376 \times 6233 = \underline{\underline{23\,436,08 \text{ Kč}}}$</p>

Závěr:

Na základě výpočtu srážky z ceny stavebního díla byla výše škody stanovena na 23 436,08 Kč.

8 ZÁVĚR A PŘÍNOS AUTORA PRO OBOR SOUDNÍ INŽENÝRSTVÍ

V předcházejících kapitolách této dizertační práce autor provedl analýzu současného stavu poznání v oblasti posuzování vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací z pohledu soudního inženýrství. K provedení této analýzy byly použity zdroje jak z České republiky, tak i ze zahraničí. Jako podklady byly použity dostupné technické předpisy, právní předpisy, internetové zdroje, odborné články a publikace. Na základě podrobné analýzy všech výše zmíněných podkladů se autor snaží najít a optimalizovat znalecké postupy pro oblast posuzování vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek, zejména pak pro stanovení výše škody, která v souvislosti s jejich vznikem nastává.

Hlavním cílem této dizertační práce je standardizace znaleckých postupů při stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací. Ačkoliv by se na první pohled mohlo zdát, že se jedná o poměrně úzkou oblast soudního inženýrství z oboru stavebnictví a odvětví dopravních staveb, ve skutečnosti jde o poměrně obsáhlé téma, které si jistě zaslouží pozornost. V soudně znalecké praxi nastávají případy, kdy je nezbytné v rámci soudního řízení odpovědět nejen na otázku zdali nastala vada a jakým způsobem lze tuto vadu odstranit, ale také jaká je výše škody spojená se vznikem této vady. Autor tedy v této dizertační práci reflektuje skutečné potřeby soudně znalecké praxe v odvětví dopravního stavitelství.

Správné určení příčiny vzniku dané vady či poruchy má zcela zásadní vliv na vhodnou technologii opravy a tedy i na stanovení výše škody způsobené vznikem předmětné vady či poruchy. V průběhu analýzy dostupných tuzemských zdrojů pro posuzování vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek byla autorem zjištěna skutečnost, že ve znalecké praxi v České republice není definována žádná metodika práce soudního znalce v oblasti posuzování vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek, která by určovala alespoň základní rámec jeho práce v této poměrně specifické oblasti. Proto autor této dizertační práce na základě analýzy znaleckých posudků z praxe v České republice a zahraničních literárních pramenů navrhl základní metodiku práce soudního znalce pro posuzování příčin vzniku vad a poruch netuhých vozovek pozemních komunikací.

Až na základě stanovené příčiny vzniku dané vady či poruchy může soudní znalec navrhnout vhodný způsob opravy nebo určit přiměřenou srážku z ceny stavebního díla. Finanční kvantifikace vhodného způsobu opravy nebo určení přiměřené srážky z ceny stavebního díla je pak považována za stanovenou výši škody, přičemž v některých případech k tomuto faktoru může přibýt ještě ušlý zisk. Autor v rámci této dizertační práce navrhuje metodiku stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních

komunikací, přičemž pro vytvoření cenových modelů uvedených v této dizertační práci byla provedena důkladná analýza cen potřebných stavebních prací v období od roku 2006 do roku 2016. V rámci této analýzy bylo provedeno porovnání tržních cen vybraných stavebních prací s cenami podle obecně používaných cenových soustav. Na základě výsledků těchto porovnání autor vytvořil základní cenové modely běžných stavebních prací v praxi používaných při odstraňování vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací. Jednotlivé cenové modely jsou také doplněny o korekční koeficienty, které reflektují okolnosti, jakými jsou například rozdíly základních cen definovaných stavebních prací oproti tržním cenám v dané lokalitě, rozsah stavebních prací, povrchové znaky inženýrských sítí na povrchu vozovky a podobně. Použitelnost výše popsané metodiky pro stanovení výše škody autor demonstruje na dvou modelových případech, které jsou taktéž součástí této dizertační práce.

Za hlavní přínos této dizertační práce pro obor soudního inženýrství lze považovat zejména vytvoření obecné metodiky pro stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek. Tato metodika může podle názoru autora značně přispět ke standardizaci znaleckých postupů v této poměrně specifické oblasti ve znalecké praxi. Dalším podstatným přínosem této dizertační práce je podle názoru autora také vytvoření základní obecné metodiky pro posuzování příčin vzniku vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací z pohledu soudního inženýrství, což je také oblast, která v současné době není v České republice, na rozdíl od jiných zemí, nějakým způsobem usměrněna.

Autor si dobře uvědomuje, že problematika řešená v rámci této dizertační práce je velice rozsáhlá a praktické problémy, které v některých případech musí soudní znalec v této oblasti řešit, jsou natolik specifické, že je nelze v celé jejich šíři postihnout v obecné metodice. Obě výše popsané metodiky mají za cíl přispět ke standardizaci znaleckých postupů a pomoci tak soudním znalcům při jejich dennodenní práci. Výstupy této dizertační práce nemají za cíl být pro soudní znalce svazujícím předpisem, ale naopak by měly posloužit spíše jako užitečná praktická pomůcka v běžné znalecké praxi v odvětví dopravních staveb.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

9.1 Zákony a vyhlášky

- [1] Zákon č. 40/1964 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů
- [2] Zákon č. 89/2011 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů
- [3] Zákon č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník, ve znění pozdějších předpisů
- [4] Zákon č. 36/1967 Sb., o znalcích a tlumočnících, ve znění pozdějších předpisů
- [5] Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku), ve znění pozdějších předpisů
- [6] Zákon č. 526/1990 Sb., o cenách, ve znění pozdějších předpisů
- [7] Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- [8] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů
- [9] Vyhláška č. 37/1967 Sb., k provedení zákona o znalcích a tlumočnících, ve znění pozdějších předpisů

9.2 Normy a předpisy

- [10] ČSN 730020 *Terminologie spolehlivosti stavebních konstrukcí a základových půd*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 16 s.
- [11] ČSN 736100-1 *Názvosloví pozemních komunikací – Část 1: Základní názvosloví*. Praha: Český normalizační institut, 1996, 26 s.
- [12] ČSN 736114 *Vozovky pozemních komunikací – Základní ustanovení pro navrhování*. Praha: Český normalizační institut, 1994, 26 s.
- [13] ČSN EN 13108-1 *Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 1: Asfaltový beton*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 64 s.
- [14] ČSN EN 13108-2 *Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 2: Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 32 s.
- [15] ČSN EN 13108-5 *Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 5: Asfaltový koberec mastixový*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 36 s.
- [16] ČSN EN 13108-6 *Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 6: Litý asfalt*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 32 s.

- [17] ČSN EN 13108-7 *Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 7: Asfaltový koberec drenážní*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 36 s.
- [18] ČSN EN 13108-8 *Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 8: R-materiál*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 12 s.
- [19] ČSN EN 13108-20 *Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 20: Zkoušky typu*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 28 s.
- [20] ČSN EN 13108-21 *Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 21: Řízení výroby u výrobce*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 24 s.
- [21] ČSN EN 13808 *Asfalty a asfaltová pojiva – Systém specifikace kationaktivních asfaltových emulzí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 40 s.
- [22] ČSN EN 12591 *Asfalty a asfaltová pojiva – Specifikace pro silniční asfalty*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 28 s.
- [23] ČSN EN 14023 *Asfalty a asfaltová pojiva – Systém specifikace pro polymerem modifikované asfalty*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 28 s.
- [24] ČSN EN 13043 *Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch*. Praha: Český normalizační institut, 2004, 64 s.
- [25] ČSN 73 6121 *Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 36 s.
- [26] ČSN 736122 *Stavba vozovek – Lité asfalty*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 32 s.
- [27] ČSN 736129 *Stavba vozovek – Postřikové technologie*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 16 s.
- [28] ČSN 736130 *Stavba vozovek – Kalové vrstvy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 16 s.
- [29] ČSN 736160 *Zkoušené asfaltových směsí*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 24 s.
- [30] ČSN 736175 *Měření a hodnocení nerovnosti povrchů vozovek*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015, 32 s.
- [31] ČSN 736177 *Měření a hodnocení protismykových vlastností vozovek*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015, 20 s.

- [32] ČSN 736192 *Rázové zatěžovací zkoušky vozovek a podloží*. Praha: Český normalizační institut, 1996, 20 s.
- [33] ČSN 721006 *Kontrola zhutnění zemin a sypanin*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016, 44 s.
- [34] ČSN EN ISO 22476-2 *Geotechnický průzkum a zkoušení – Terénní zkoušky – Část 2: Dynamická penetrační zkouška*. Praha: Český normalizační institut, 2005, 32 s.
- [35] ČSN EN 13286-47 *Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy – Část 47: Zkušební metody pro stanovení kalifornského poměru únosnosti, okamžitého indexu únosnosti a lineárního bobtnání*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. 12 s.
- [36] ISO 9000 *Systém managementu kvality – Základní principy a slovník*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016, 88 s.
- [37] MALIŠ, L. *Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 82 - Katalog poruch netuhých vozovek*. Ministerstvo dopravy ČR, 2010. 89 s.
- [38] KUDRNA, J. *Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 87 - Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek*. Ministerstvo dopravy ČR, 2010. 103 s.
- [39] NEUVIRT, V. *Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 115 - Opravy trhlin na vozovkách s asfaltovým krytem*. Ministerstvo dopravy ČR, 2009. 50 s.
- [40] KUDRNA, J.; VARAUS, M.; LUXEMBURK, F.; VÉBR, L.; RACEK, I.; FIDLER, J.; ARŤUŠENKO, A. *Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací*. Ministerstvo dopravy ČR, 2009. 106 s.
- [41] NEDVĚD, J. *Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 233 Georadarová metodika konstrukcí pozemních komunikací*. Ministerstvo dopravy ČR, 2011. 13 s.
- [42] *Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací - Kapitola 1: Všeobecně*. Ministerstvo dopravy ČR, 2007. 88 s.
- [43] *Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací - Kapitola 7: Hutněné asfaltové vrstvy*. Ministerstvo dopravy ČR, 2007. 29 s.
- [44] *Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací - Kapitola 8: Litý asfalt*. Ministerstvo dopravy ČR, 2007. 23 s.

9.3 Ostatní

- [45] BRADÁČ, A. a kol., *Soudní inženýrství*. Brno: CERM, s.r.o. 1999. 725 s. ISBN 80-7204-057-9.
- [46] BRADÁČ, A.; OŠLEJŠEK, J. *Znalecká činnost ve stavebnictví*. Brno: CERM, s.r.o. 1994. 187 s. ISBN 80-85867-06-0.
- [47] BRADÁČ, A. a kol., *Teorie a praxe oceňování nemovitých věcí*. Brno: CERM, s.r.o. 2016, 790 s. ISBN 978-80-7204-930-1.
- [48] *The Asphalt Handbook MS-4*. Asphalt Institute. 2007. 7th Edition 788 s. ISBN 978-1-934154-27-4.
- [49] RADA, G.; JONES, D.; HARVEY, J.; SENN, K.; THOMAS, M. *Guide for Conducting Forensic Investigation of Highway Pavements*. Report 747 – National Cooperative Highway Research. 2013. 151 s. ISBN 978-0-309-28345-8.
- [50] *Distress Identification Manual for Long-Term Pavement Performance Program*. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration USA. 2003. 164 s. Publication no. FHWA-RD-03-031.
- [51] ZAJÍČEK, J. a kol. *Technologie stavby vozovek*. Praha: Informační centrum ČKAIT, s.r.o. 2014. 394 s. ISBN 978-80-87438-59-6.
- [52] ŠPAČEK, P. *Úvod do problematiky vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací*. Vysoké učení technické v Brně, Odborná konference doktorského studia JUFOS 2010, ISBN 978-80-214-4090-6, Brno 2010
- [53] DROCHYTKA, R; BYDŽOVSKÝ, J. *Vady a poruchy stavebních materiálů a jejich vliv na stanovení slevy z díla*. Soudní inženýrství, 2004, 6 s. ISSN 1211-443X.
- [54] *Technické podmienky TP05/2014 – Katalóg porúch asfaltových vozoviek*. Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR - Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií. 2014
- [55] *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt*. ZTV Asphalt-StB, ISBN 978-3-939715-68-9
- [56] *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Asphaltbauweisen*. ZTV BEA-StB 09/13, ISBN 978-3-941790-18-6
- [57] Litzka, J.; Vycudil, A.; Streckel, C. *Österreichischer Schadenskatalog für Asphalt- und Betonstraßen*. Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung Technische Universität Wien 2000. 81s.

- [58] *Cost Estimating Guide for Road Construction*. United States Department of Agriculture. 2012. 81 s.
- [59] ALLEN, M.; HALL, R.; LAZEAR, V. *Reference Manual on Scientific Evidence Third Edition - Reference Guide on Estimation of Economic Damages*. Washington D.C.: The National Academies Press. 2011. ISBN 978-0-309-21421-6.
- [60] DENNEMAN, E.; SADZIK, E., S. *Forensic Investigation into the Performance of Hot-Mix Asphalt*
- [61] COPELAND, A.; SKOLNIK, J. *An Economic Analysis of the Proposed Material-Specific Discount Rate for Commodity Pricing in Highway Construction Life-Cycle Cost Analyses*. National Asphalt Pavement Association. 2013. 24 s.
- [62] KUDRNA, J. Diagnostika a management vozovek – modul 03 únosnost vozovek. VUT v Brně: 2007. 49 s.
- [63] *Komentář k určování obvyklé ceny*. Ministerstvo financí České republiky. 2014. 11 s.
- [64] WALKER, D.; ENTINE, L.; KUMMER, S. *PASER Manual - Pavement Surface Evaluation and Rating for Asphalt Road*. Transportation Information Center and University of Wisconsin. 2002. 28 s.
- [65] *Sources and Methods Construction Price Indices*. Statistics Directorate, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris Statistical Office of the European Community, Luxembourg. OECD and EUROSTAT
- [66] Ministerstvo pro místní rozvoj ČR. Dostupné z <http://www.uur.cz/default.asp?ID=3986>
- [67] Iuridictum – encyklopedie o právu. Dostupné z <http://iuridictum.pecina.cz/w/%C5%A0koda>
- [68] KUDRNA, J.; DAŠKOVÁ, J.; NEKULA, L.; MALIŠ, L.; URBANEC, K. *Snížení dopravní nehodovosti v ČR je úspěchem nebo neúspěchem*. Silnice a železnice, 2011. Dostupné z <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/snizeni-dopravni-nehodovosti-v-cr-je-uspechem-nebo-neuspechem/%3Ch1%3ENot%20Found%3C/h1%3E>
- [69] AL-QUADI, L.; VIA, C.; LAHOUAR, S.; LOULIZI, A. *GPR: From the state of the art to the state of the practice*. Dostupné z <http://www.ndt.net/article/ndtce03/papers/v110/v110.htm>
- [70] The Upper Great Plains Transportation Institute. Dostupné z http://www.ugpti.org/downloads/road_needs/testing.php
- [71] Oscorp Engineering. Dostupné z <http://oscorp.com.au/falling-weight-deflectometer-fwd/>
- [72] Findlay Irvine. Dostupné z <http://www.findlayirvine.com/products/grip-tester/griptester-for-airports>

- [73] AZO Materials. Dostupné z <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=9775>
- [74] Troxler. Dostupné z <https://www.troxlerlabs.com/downloads/pdfs/3430/3430manual.pdf>
- [75] For Construction Pros. Dostupné z <http://www.forconstructionpros.com/magazine/acon/issue/2009/jan>
- [76] Hoscin Scientific LTD. Dostupné z http://www.hoskin.ca/catalog/index.php?main_page=product_info&products_id=2431
- [77] Test servis. Dostupné z <http://www.testservis.cz/mereni-nerovnosti-vozovek>
- [78] Cedima. Dostupné z <http://www.cedima.com/enMachinesCore-drilling-technologyDrill-trailersDrill-trailer-BW-400.html>
- [79] Baustoff wissen. Dostupné z <http://www.baustoffwissen.de/wissen-baustoffe/baustoffknowhow/haus-garten-wegebau/strassenbau/strassen-schichtaufbau/>
- [80] Český statistický úřad. Dostupné z <https://www.czso.cz/>
- [81] *Přehledy výroby a zpracování materiálů pro stavbu vozovek v roce 2015*. Sdružení pro výstavbu silnic Praha, 2015, 20 s.
- [82] Ředitelství silnic a dálnic ČR. Dostupné z <http://scitani2010.rsd.cz>
- [83] Cenové soustavy stavební prací ÚRS Praha
- [84] Cenové soustavy stavebních prací RTS
- [85] HÝZL, P. *R 52 Znalecký posudek č.46/2015 Rekonstrukce vozovky v km 9,740 až 23,093*. VUT v Brně; 2015
- [86] HÝZL, P.; STEHLÍK, D. *Znalecký posudek č.24/2015 na diagnostiku povrchů vozovek místních a účelových komunikací v obci Viničné Šumice*, VUT v Brně; 2015
- [87] HÝZL, P.; RADIMSKÝ, M.; STEHLÍK, D. *Znalecký posudek č. 19/2014 na posouzení provedených stavebních prací na pozemních komunikacích ulic Jedlová, Chrudimská, Slunečná, Berounská, Střední a Libušina ve městě Černošice*. VUT v Brně; 2014
- [88] VARAUS, M.; HÝZL, P.; STEHLÍK, D. *Znalecký posudek č. 46/2014 na posouzení usnesením soudu určených vad stavebního díla „Obchodní centrum Dragoun Cheb*. VUT v Brně; 2014
- [89] NOVOTNÝ, M., STEHLÍK, D., HÝZL, P., ŠUHAJDA, K. *Znalecký posudek č. 40/2013: Posouzení vlastností zásypového materiálu, který je součástí předmětu SoD 2012/ORI/S0111 „Odkanalizování okrajových částí města Orlová“*. VUT v Brně; 2013

- [90] JŮZA, P.; VARAUS, M.; HÝZL, P.; STEHLÍK, D. *Revizní znalecký posudek č.22/2013 znaleckého posudku č. 2586-150/2011/S na akci „Kanalizace – obytná zóna Slovany v obci Chotěšov“*. VUT v Brně; 2011
- [91] LUXEMBURK, F. *Stanovisko k poruchám vozovky silnice I/11 v úseku Urbanice – Hradec Králové*. 2010
- [92] LUXEMBURK, F. *Znalecký posudek č. 3/2011 stavu vozovky na silnici I/42, MÚK Hlinky, Větev A Žabovřeská – Bauerova*. 2011
- [93] LUXEMBURK, F. *Znalecký posudek č. 22/2011 stavu vozovky na silnici II/354, Předhradí – Krouna*. 2011

10 SEZNAM PUBLIKOVANÝCH VLASTNÍCH PRACÍ AUTORA

- [1] ŠPAČEK, P. *Úvod do problematiky vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací*. Vysoké učení technické v Brně, 2. Odborná konference doktorského studia JUFOS 2010, Brno 2010, 7 s. ISBN 978-80-214-4090-6.
- [2] ŠPAČEK, P. *Systém hospodaření s vozovkou a možnosti jeho účinnějšího využití*. Vysoké učení technické v Brně, 3. Odborná konference doktorského studia JUFOS 2011, Brno 2011, 8 s. ISBN 978-80-214-4276-4.
- [3] ŠPAČEK, P. *Závislosti mezi stádiem poruch krytových vrstev vozovek pozemních komunikací a nákladností následné údržby a oprav*. Vysoké učení technické v Brně, 4. Odborná konference doktorského studia JUFOS 2012, Brno 2012. 6 s. ISBN 978-80-214-4485-0.
- [4] ŠPAČEK, P.; ŽALMAN, L. *Hot mix asphalt rubber material*. Asphalt rubber conference 2012, Munich 2012, 11 s. ISBN 978-989-20-3255-9.
- [5] ŠPAČEK, P. *Posouzení ekonomických hledisek při opravách asfaltových vozovek metodou recyklace asfaltových vrstev na místě za studena*. Vysoké učení technické v Brně, 15. Odborná konference doktorského studia JUNIORSTAV 2013, Brno 2013, 6 s. ISBN 978-80-214-4669-4.
- [6] ŠPAČEK, P.; ŽALMAN, L.; *Hodnocení hlučnosti různých asfaltových povrchů*. Konference Asfaltové vozovky 2013, 7 s. ISBN 978-80-903925-3-3.
- [7] DAŠEK, O.; COUFALÍK, P.; HÝZL, P.; VARAUS, M.; ŠPAČEK, P.; HEGR, Z. *Nové zkušební metody umožňující predikovat prodloužení životnosti asfaltových vozovek*. Konference Asfaltové vozovky 2013, 18 s. ISBN 978-80-903925-3-3.
- [8] DAŠEK, O.; COUFALÍK, P.; HÝZL, P.; VARAUS, M.; ŠPAČEK, P.; HEGR, Z. *Usage of Advanced Functions of Dynamic Shear Rheometer for the Selection of a Suitable Binder for Asphalt Mixtures*. International Society for Asphalt Pavements Conference 2014. Raleigh, NC USA 2014, 10 s. ISBN 978-1-138-02693-3.
- [9] DAŠEK, O.; COUFALÍK, P.; HÝZL, P.; VARAUS, M.; ŠPAČEK, P.; HEGR, Z. *Nové zkušební metody umožňující predikovat prodloužení životnosti asfaltových vozovek*. Silniční obzor 2/2014, 7 s. ISSN 0322-7154 47 320.
- [10] ŠPAČEK, P.; HEGR, Z.; *Asphalt rubber quiet pavement at Skanska Czech Republic*. Asphalt rubber conference 2015, Las Vegas 2015, 13 s. ISBN 978-989-20-5949-5.

- [11] ŠPAČEK, P.; HEGR, Z.; VARAUS, M.; HÝZL, P.; KOUDELKA, T.; KADĚRKA, R. *Revitalizace cementobetonových krytů vozovek technologií překryvných asfaltových vrstev*. Konference Asfaltové vozovky 2015, 12 s. ISBN 978-80-903925-7-1.
- [12] DAŠEK, O.; COUFALÍK, P.; HÝZL, P.; ŠPAČEK, P.; HEGR, Z.; MATOUŠEK, D. *Změna vlastností silničních asfaltů způsobené stárnutím*. Silniční obzor 2/2016, 5 s. ISSN 0322-7154 47 320.
- [13] ŠPAČEK, P. *Úkoly soudního znalce v oblasti vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací*. Silniční obzor 2/2016, 5 s. ISSN 0322-7154 47 320.
- [14] ŠPAČEK, P. *Metodika stanovení výše škody v případě výskytu vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek pozemních komunikací*. Soudní inženýrství č. 2/2016, přijato k publikaci 29. 6. 2016, 7 s. ISSN 1211-443X.

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Mikrotextura a makrotextura povrchu vozovky [68].....	29
Obrázek 2 Příklad ztráty makrotextury [37].....	30
Obrázek 3 Příklad ztráty mikrotextury [37]	30
Obrázek 4 Příklad vyjetých kolejí v asfaltových vrstvách vozovky [37].....	31
Obrázek 5 Příklad hloubkové koroze povrchu asfaltové vozovky [37]	32
Obrázek 6 Příklad výtluku v obrusné vrstvě [37].....	33
Obrázek 7 Příklad mozaikových trhlin [37]	35
Obrázek 8 Princip fungování georadaru [69]	39
Obrázek 9 Příklad georadaru pro použití v diagnostice vozovek pozemních komunikací s air-coupled anténou [70]	39
Obrázek 10 Příklad georadaru pro použití v diagnostice vozovek pozemních komunikací s ground-coupled anténou [49]	40
Obrázek 11 Princip měření rázovým zatěžovacím zařízením FWD [71].....	41
Obrázek 12 Rázové zatěžovací zařízení FWD používané v ČR firmou PavEx Consulting, s.r.o.	42
Obrázek 13 Schéma zařízení pro měření podélného a bočního tření [31].....	44
Obrázek 14 Griptestster – zařízení na dynamické měření protismykových vlastností vozovek [72]	47
Obrázek 15 Zařízení pro měření hodnoty PTV – Pendulum Test Value [73].....	48
Obrázek 16 Princip fungování radiosondy Troxler [74]	49
Obrázek 17 Radiosonda Troxler 3440 [75].....	49
Obrázek 18 Pavement Quality Indicator – TransTech Systems. Inc. [76]	50
Obrázek 19 Planograf [77]	51
Obrázek 20 Multifunkční vozidlo pro monitoring parametrů vozovek ARAN [62].....	51
Obrázek 21 Příklady poruch zjištěných při vizuální kontrole na jádrových vývrtech [49].....	54
Obrázek 22 Přípravek pro orientační měření jádrových vývrťů a jejich fotodokumentaci [49]...55	55
Obrázek 23 Reakce fenolftaleinu a kyseliny chlorovodíkové na jádrových vývrtech [49].....	55
Obrázek 24 Zařízení pro odběr jádrových vývrťů z vozovky – Cedima BW-400 [78].....	56

Obrázek 25	Jádrové vývrty z asfaltové vozovky [79]	57
Obrázek 26	Výřez z konstrukce asfaltové vozovky [49].....	57
Obrázek 27	Příklad kopané sondy v konstrukci vozovky[49].....	58
Obrázek 28	Příklad fotodokumentace kopané sondy [49]	60
Obrázek 29	Schéma kopané sondy - půdorys [49]	61
Obrázek 30	Určení zón v kopané sondě – příčný řez [49]	61
Obrázek 31	Příklad grafického znázornění měření tloušťek konstrukčních vrstev vozovky v kopané sondě v jednotlivých zónách [49]	62
Obrázek 32	Příklad rozmístění jádrových vývrtů při diagnostice asfaltové vozovky [49]	104
Obrázek 33	Příklad rozmístění zkušebních míst v rámci jedné zkušební oblasti [49].....	104
Obrázek 34	Vývojový diagram procesů znaleckého šetření podle předpisu [49]	108
Obrázek 35	Základní procesy posuzování vad a poruch krytových vrstev netuhých vozovek z pohledu soudního inženýrství.....	110
Obrázek 36	Schéma kategorií vad krytových vrstev netuhých vozovek s doporučenými způsoby stanovení výše škody	122
Obrázek 37	Mapa posuzovaného úseku – silnice II/150 Dub nad Moravou – Brodek u Přerova	137
Obrázek 38	Výsledky sčítání dopravy pro posuzovaný úsek silnice II/150 [82]	138
Obrázek 39	Mapa posuzovaného úseku – silnice I/47 Lýsky – Prosenice.....	141
Obrázek 40	Výsledky sčítání dopravy pro posuzovaný úsek silnice I/47 [82]	144

12 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Zařazení práce v systému soudního inženýrství	13
Tabulka 2	Požadované parametry asfaltových pojiv do asfaltových směsí	19
Tabulka 3	Požadované parametry kameniva do asfaltových směsí	20
Tabulka 4	Požadované parametry asfaltových směsí dle ČSN EN 13108-1.....	21
Tabulka 5	Požadované parametry asfaltových směsí dle ČSN EN 13108-2.....	22
Tabulka 6	Požadované parametry asfaltových směsí dle ČSN EN 13108-5.....	23
Tabulka 7	Požadované parametry asfaltových směsí dle ČSN EN 13108-6.....	23
Tabulka 8	Tloušťky vrstev z asfaltových směsí dle ČSN 736121 [25].....	24
Tabulka 9	Povolené odchylky od projektované tloušťky vrstvy dle ČSN 736121 [25].....	25
Tabulka 10	Minimální požadované parametry na pevnost spojení vrstev dle ČSN 736121 [25].....	25
Tabulka 11	Dovolené odchylky rovnosti povrchu dle ČSN 736121 [25]	25
Tabulka 12	Požadované parametry na mezerovitost a míru zhutnění asfaltových hutněných vrstev dle ČSN 736121 [25]	26
Tabulka 13	Klasifikace protismykových vlastností vozovek používaná v ČR	44
Tabulka 14	Hodnocení součinitele tření povrchu vozovky zjištěné kyvadlem (PTV) [31]	45
Tabulka 15	Hodnocení střední hloubky textury povrchu vozovky zjištěné odměrnou metodou (MTD) [31]	45
Tabulka 16	Hodnocení střední hloubky profilu povrchu vozovky (MPD) [31].....	45
Tabulka 17	Hodnocení protismykových vlastností na základě součinitele podélného tření f_p [31]	46
Tabulka 18	Požadované klasifikace hodnocení protismykových vlastností a textury povrchu vozovky [31].....	46
Tabulka 19	Porovnání jednotkových tržních cen realizace 1cm vybraných asfaltových vrstev s jednotkovými cenami dle ceníku ÚRS za rok 2006 ^{*)}	68
Tabulka 20	Porovnání jednotkových tržních cen realizace 1cm vybraných asfaltových vrstev s jednotkovými cenami dle ceníku ÚRS za rok 2011 ^{*)}	68
Tabulka 21	Příklad matice hypotéz	82
Tabulka 22	Primární faktory definující chování vozovky.....	83

Tabulka 23	Příklad analýzy stavu vozovky na základě kvalitativních faktorů [49].....	84
Tabulka 24	Příklad rozsahů modulů pružnosti pro jednotlivé konstrukční vrstvy vozovky [49]	97
Tabulka 25	Příklad požadavku na počet jádrových vývrtů [49].....	101
Tabulka 26	Příklad požadavků na laboratorní zkoušení v souvislosti s typem poruch asfaltových vrstev [49].....	102
Tabulka 27	Základní doporučená data pro posouzení projektové dokumentace výstavby nebo rekonstrukce vozovky pozemní komunikace	112
Tabulka 28	Hodnotící kritéria správnosti projektové dokumentace.....	113
Tabulka 29	Příklad porovnání projektové dokumentace a skutečného provedení stavby podle kvalitativních faktorů.....	114
Tabulka 30	Přehled základních metod diagnostiky vozovek	117
Tabulka 31	Kategorizace vad krytových vrstev netuhých vozovek.....	121
Tabulka 32	Kategorizace poruch krytových vrstev netuhých vozovek pro účely stanovení výše škody.....	127
Tabulka 33	Orientační předpokládané doby životnosti jednotlivých typů oprav [38].....	128
Tabulka 34	Jednotkové ceny variant oprav včetně doporučených hodnot koeficientu k_t – tenkovrstvé úpravy	129
Tabulka 35	Jednotkové ceny variant oprav včetně doporučených hodnot koeficientu k_t – výměna konstrukčních vrstev	130
Tabulka 36	Jednotkové ceny variant oprav včetně doporučených hodnot koeficientu k_t – ošetření a opravy trhlin	131
Tabulka 37	Jednotkové ceny dílčích stavebních prací včetně doporučených hodnot koeficientu k_t – frézování vozovky	132
Tabulka 38	Jednotkové ceny dílčích stavebních prací včetně doporučených hodnot koeficientu k_t – pokládka asfaltových vrstev	133
Tabulka 39	Doporučené hodnoty koeficientu k_r	135
Tabulka 40	Doporučené hodnoty koeficientu k_p	135
Tabulka 41	Rozsah provedených stavebních prací – rekonstrukce silnice II/150 Dub nad Moravou – Brodek u Přerova	137
Tabulka 42	Výpočet koeficientu k_{kor}	140

Tabulka 43	Výpočet pro odhad výše škody – mozaikové trhliny na povrchu vozovky.....	140
Tabulka 44	Rozsah provedených stavebních prací – rekonstrukce silnice I/47 Lýsky – Prosenice	141
Tabulka 45	Rekonstrukce silnice I/47 Lýsky – Prosenice – provedené kontrolní zkoušky asf. směsí	142
Tabulka 46	Rekonstrukce silnice I/47 Lýsky – Prosenice – provedené kontrolní zkoušky obrusné vrstvy SMA 11 S	143
Tabulka 47	Rekonstrukce silnice I/47 Lýsky – Prosenice – provedené kontrolní zkoušky ložní vrstvy ACL 22 S	143

13 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Porovnání hmotnostního podílu asfaltového pojiva s cenovým podílem v asfaltové směsi ACO 11 S (v grafu jsou zohledněny pouze materiálové náklady)	67
Graf 2 Vývoj cen asfaltových pojiv v ČR (nákupní ceny asfaltových pojiv zhotovitelské firmy)	69
Graf 3 Vývoj cen asfaltových pojiv v ČR v přímém porovnání s vývojem světových cen ropy (nákupní ceny asfaltových pojiv zhotovitelské firmy)	69
Graf 4 Vývoj HDP v ČR v letech 2006 až 2015 [80].....	70
Graf 5 Vývoj stavební produkce v ČR v letech 2006 až 2015 [80].....	71
Graf 6 Vývoj cen stavebních prací v ČR v letech 2006 až 2015 [80]	71
Graf 7 Vývoj výroby asfaltových směsí v ČR v letech 2006 až 2014 [81].....	72
Graf 8 Vývoj inflace v ČR v letech 2006 až 2015 [80].....	72

14 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Matice hypotéz pro posuzování příčin vzniku vad a poruch netuhých vozovek pozemních komunikací

Příloha č. 1

Matice hypotéz - poruchy krytových vrstev netuhých vozovek

Fáze práce znalce	Hypotéza		Dopravní zatížení		Podloží vozovky			Podkladní vrstvy vozovky		
	Zjištění		Návrhová třída dopravního zatížení	Mimořádné zvýšení těžké nákladní dopravy	Neúnosné podloží	Nerovnoměrné sedání	Zvodnělé podloží	Nedostatečná tloušťka	Nedostatečná únosnost	Nevhodné materiály v podkladních vrstvách
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
Analýza technických příčin závad	Ohledání	vnější prohlídka								
		sondy								
		měření								
		pozorování	znalce							
			jiných účastníků							
		zkoušky								
	Fotodokumentace									
	Laboratorní zkoušky									
	Výpočty znalce									
	Spisový materiál									
	Literatura									
Jiná dokumentace										
Analýza vztahu závad k předpisům	Předpisy obecně závazné									
	ČSN									
	TKP									
	TP									
	ZTKP									
	Podnikové normy									
	Literatura									
	Obvyklé vlastnosti									
Analýza vztahu účastníků k závadám	Stavebně právní řízení	úvodní								
		kolaudace								
	Geologický průzkum									
	Investiční záměr	techn. zpráva								
		výkr. dokumentace								
	PD	TZ								
		VD								
		přepočet								
	Geodetické práce									
	Příprava výroby									
	Příprava a zař. staveniště									
	Příprava a sklad. materiálu									
	Provedení	nepřezkoumání projektu								
		skutečné								
		dle stavebního deníku								
		dle fakturace								
		dle výdejek materiálu								
		dle jiných podkladů								
	TDI	dle stavebního deníku								
		dle jiných podkladů								
	Autorský dozor	dle stavebního deníku								
		dle jiných podkladů								
	Řízení o odevzdání a převzetí stavby									
Vnější vlivy	dle ohledání									
	dle lab. rozborů									
	dle jiných podkladů									
Vady stavebních hmot	dle ohledání									
	dle lab. rozborů									
	dle jiných podkladů									
Neověřené konstrukce										
Závada v předpisech										

