

METODIKA PRO POUŽÍVÁNÍ SYSTÉMU

SLEDOVÁNÍ A ANALÝZA NOVÝCH A ZAVEDENÝCH TECHNOLOGIÍ V OBLASTI ÚDRŽBY A OPRAV VOZOVEK Z TECHNICKO- EKONOMICKÉHO HLEDISKA

Zpracovatel:

VARŠ BRNO a.s.

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

NIEVELT-Labor Praha, spol. s r.o

Autoři:

Ing. Ivan Tesař

Ing. Jan Mahdal

Ing. Josef Stryk

Ing. Ilja Březina

Ing. Petr Neuvirt

OBSAH

Obsah	3
1. ÚVOD.....	5
2. Vlastní popis metodiky	7
2.1. Podmínky dlouhodobého sledování vybraných úseků	7
2.1.1. obecně	7
2.1.2. Výběr hodnocených úseků	7
2.1.3. údaje o intenzitě dopravy	8
2.1.4. Neproměnné parametry komunikace.....	8
2.1.5. sledování stavu vozovek	8
2.1.6. Periodicita sledování	9
2.1.7. sledování v záruční době díla.....	9
2.2. Návod na používání webového portálu	10
2.2.1. Aktuality	10
2.2.2. Dodavatelé.....	10
2.2.2.1. Dodavatelé diagnostiky	10
2.2.2.2. Dodavatelé technologií.....	10
2.2.3. Diagnostika	11
2.2.3.1. Diagnostické metody.....	11
2.2.3.2. Diagnostické nástroje.....	11
2.2.4. Technologie	12
2.2.4.1. Vozovky s asfaltovým krytem	12
2.2.4.2. Vozovky s cementobetonovým krytem	12
2.2.5. Poruchy vozovek s asfaltovým krytem.....	13
2.2.5.1. Ztráta asfaltové hmoty.....	13
2.2.5.2. Trhliny	14
2.2.5.3. Deformace	14
2.2.6. Poruchy vozovek s cementobetonovým krytem.....	15
2.2.6.1. Poruchy povrchu	15
2.2.6.2. Poruchy na spárách bez destrukcí	15
2.2.6.3. Poruchy na spárách s destrukcemi.....	16
2.2.6.4. Trhliny	16
2.2.6.5. Deformace nivelety	16
2.2.6.6. Jiné poruchy.....	17
2.2.7. Případy užití	17

2.2.7.1.	Případ užití technologií.....	17
2.2.7.2.	Případy užití diagnostických metod	18
2.2.8.	Sledované úseky.....	18
2.2.9.	Předpisy MD	18
2.2.10.	Ceny.....	19
2.2.10.1.	Ceny diagnostických prací	19
2.2.10.2.	Ceny prací údržby a oprav	19
2.2.11.	Hodnocení úseku PK.....	19
2.2.12.	Články	20
2.3.	Analytické / rozhodovací moduly	21
2.3.1.	Modul Rozhodování o údržbě.....	21
2.3.1.1.	Popis základních částí modulu Rozhodování o údržbě.....	21
2.3.1.1.1.	Základní údaje	21
2.3.1.1.2.	Parametry provozní způsobilosti	22
2.3.1.1.3.	Poruchy.....	23
2.3.1.1.4.	Vyhodnocení a uložení zadání	23
2.3.2.	Modul Posouzení údržby.....	25
2.3.2.1.	Popis základních částí modulu	25
2.3.2.1.1.	Základní údaje	25
2.3.2.1.2.	Technické údaje.....	26
2.3.2.1.3.	Dopravně-inženýrské údaje.....	27
2.3.2.1.4.	Určení aktuálního PCI	27
2.3.2.1.4.1.	Podle výskytu poruch	28
2.3.2.1.4.2.	Podle hodnoty IRI	29
2.3.2.1.4.3.	Podle stáří vozovky.....	29
2.3.2.1.5.	Vyhodnocení úseku.....	30
2.3.2.1.6.	Seznam zadání	31
3.	Seznam použité související literatury.....	32

1. ÚVOD

Metodika pro používání systému „Sledování a analýza nových a zavedených technologií v oblasti údržby a oprav vozovek z technickoekonomického hlediska“ byla vytvořena s finanční podporou Technologické agentury ČR a je výsledkem řešení výzkumného projektu č. **TA02031239**, který nese stejný název jako metodika.

Metodika je určena správcům pozemních komunikací na všech úrovních (stát, kraje, obce) a slouží jako návod jak používat webový portál přístupný na adrese: <http://sledovanivozovek.vars.cz/>.

Cílem metodiky je zavedení pravidel pro sledování a analýzu nových a již používaných technologií v oblasti údržby a oprav vozovek pozemních komunikací z technickoekonomického hlediska v praxi.

Hlavní část metodiky obsahuje popis webového portálu, návod k jeho užití a popis analytických a rozhodovacích modulů systému.

Dále se zde uvádí pravidla pro výběr úseků pozemních komunikací pro účely dlouhodobého sledování a výběr sledovaných proměnných parametrů pro vytvoření degradačních modelů.

Vlastní popis metodiky je rozdělen do následujících částí:

- Podmínky dlouhodobého sledování vybraných úseků
- Návod na používání webového portálu
- Analytické/Rozhodovací moduly

Nově se zde:

- stanovují pravidla pro výběr úseků vozovek pro účely dlouhodobého sledování vývoje jejich stavu, včetně požadavků na sledování vybraných parametrů,
- zavádí alternativní způsob hodnocení stavu vozovky podle indexu PCI,
- uvádí vzorové příklady uplatnění technologií údržby a oprav vozovek a diagnostických metod,
- uvádí aktuální ceny technologií údržby a oprav vozovek a diagnostických prací,
- zavádí nástroj (webový portál), který umožňuje vyhodnocovat a zpracovávat data a nastiňovat varianty údržby a oprav vozovky, včetně jejich ekonomické náročnosti a dopadu na stav vozovky.

Pomocí této metodiky a pravidelného sběru a vyhodnocení dat bude možné:

- vytvoření degradačních modelů jednotlivých typů sledovaných vozovek a technologií údržby a oprav v závislosti na všech vstupních parametrech, které ovlivňují stav vozovky,
- implementace nových degradačních modelů do rozhodovacích modulů, pro rozvíjení systému hospodaření s vozovkami a pro efektivnější vynakládání finančních prostředků na údržbu a opravu silniční infrastruktury.

- sjednocení typů komunikací do srovnatelných skupin, pro vytvoření jednotných údržbových postupů pro dané typy komunikací a charaktery území.

Pomocí navržených postupů by měla být stanovena základní síť sledovaných úseků a zajištěna aplikovatelnost výstupů z tohoto sledování na celou silniční síť.

2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

2.1. PODMÍNKY DLOUHODOBÉHO SLEDOVÁNÍ VYBRANÝCH ÚSEKŮ

2.1.1. OBECNĚ

V této části jsou uvedeny podmínky pro dlouhodobé sledování úseků vozovek reprezentujících použití určité technologie výstavby, údržby, opravy nebo rekonstrukce.

Vytvoření degradačních modelů vozovek je založeno na sledování vybraných proměnných parametrů a poruch vozovky.

Dlouhodobé sledování úseků vozovek má za cíl monitorovat a dokumentovat průběžné změny vybraných technických parametrů na vozovce a umožňuje posoudit, jestli zjištěný stav je adekvátní (nevytvářejí se závažné poruchy, nezhoršují se zásadně proměnné parametry) nebo dochází k významným změnám. V případě použití nové technologie výstavby, opravy či údržby je potřebné využít naskytnuté možnosti a při dodržení okrajových podmínek začlenit úsek mezi dlouhodobě sledované úseky.

Na vybraných úsecích by mělo být pro danou technologii provedeno vyhodnocení změny vybraných technických parametrů (proměnné parametry a poruchy) v čase. Za výchozí stav se bere počáteční měření všech sledovaných parametrů se znalostí použitých materiálů, technologií a konstrukční skladby vozovky.

Kromě záznamu vybraných technických parametrů je nutné sledovat podmínky, které mají vliv na životnost konstrukce vozovky. Mezi tyto podmínky patří především:

- vývoj intenzity provozu v čase (především počty těžkých nákladních vozidel TNV) a jeho odchylky od návrhového zatížení (např. zařazení úseku do objížďky, přeprava nadměrných nákladů),
- klimatické podmínky v dané lokalitě a jejich výkyvy (účinek mrazu na vozovku a podloží, hladina podzemní vody, apod.).

Pro účely vyhodnocení změny technických parametrů je potřeba provádět opakovaná měření a záznam dat. Degradační model, vytvořený pro každý ze sledovaných proměnných parametrů umožňuje předpovídat vývoj porušení vozovky i v období, kdy na vybraném úseku nebyl proveden záznam aktuálních dat a také na dalších srovnatelných úsecích, které byly vybudovány na jiném místě, v jiném období a předvídat jejich budoucí vývoj.

2.1.2. VÝBĚR HODNOCENÝCH ÚSEKŮ

Při výběru vhodných úseků a posuzování stavu vozovky je nutné respektovat její schopnost plnit základní funkci, tzn. zajistit bezpečný, plynulý, rychlý, hospodárný a komfortní provoz silničních vozidel v požadovaném časovém úseku. Sledovaný úsek musí být dostupný pro měřicí zařízení a být reprezentativní z hlediska provedené technologie údržby či opravy.

Důležitá je také bezpečnost personálu provádějící měření a bezpečnost silničního provozu. Proto je nutné provést výběr úseků na dobře přehledných místech.

Výběr úseků na hodnocení vozovky se uskuteční následovně:

- úseky pro účely Silniční databanky se vybírají na základě analýzy potřeb záznamu dat na hodnocení stavu vozovky,
- úseky, které se hodnotí pro potřeby správce komunikace nebo investora, se vybírají podle jejich požadavků,
- úseky, které se hodnotí pro potřeby realizační firmy, se vybírají podle jejich požadavků se souhlasem správce komunikace,

- úseky při řešení úloh technického rozvoje, výzkumných úkolů, apod. se vybírají na základě požadavků jednotlivých řešitelů se souhlasem správce komunikace.

2.1.3. ÚDAJE O INTENZITĚ DOPRAVY

Podmínkou ke stanovení pravděpodobné doby trvání vyhovujících vlastností vozovky je znalost intenzity provozu – především počtu těžkých nákladních vozidel TNV (výpočet dle TP 170), případně dle aktualizace provedené pro účely celostátního sčítání) a jejich zastoupení v dopravním proudu. V případě více jízdnic pruhů v jednom směru je potřeba stanovit TNV pro nejvíce zatížený jízdnicí pruh.

Údajů o počtu TNV lze zjistit pomocí:

- celostátního sčítání dopravy prováděného v pravidelných pětiletých intervalech (... , 2005, 2010, 2015),
- lokálního průzkumu intenzit dopravy,
- automatických metod zjišťování intenzit dopravy (detektory zabudované ve vozovce, vážení vozidel za pohybu WIM, aj.).

2.1.4. NEPROMĚNNÉ PARAMETRY KOMUNIKACE

Pro účely posouzení stavu vozovky je v první řadě nutná znalost neproměnných parametrů sledované komunikace:

- směrové a výškové poměry,
- sklonové poměry,
- příčné uspořádání,
- skladba vozovky, apod.

Výše uvedené parametry komunikace je možné získat z dat Silniční databanky, nebo geodetickým zaměřením komunikace, případně z dat laserového skenování komunikace, provedených vývrtů, diagnostiky provedené georadarem apod.

2.1.5. SLEDOVÁNÍ STAVU VOZOVEK

Měření proměnných parametrů PK provádí organizace pomocí měřicích zařízení, která mají oprávnění k měření parametrů vozovek podle TP 207 a plní ustanovení části II/3 MP SJ-PK.

Poruchy vozovek vyhodnocují kvalifikované a zkušené osoby podle TP 82 a TP 62.

Výsledky měření a rozsah stanovených poruch se hodnotí klasifikačními stupni 1 až 5.

Při sledování vybraných úseků se monitorují parametry vozovky, které se mění působením dopravního zatížení, klimatických vlivů a stárnutí materiálů. Provádí se hodnocení protismykových vlastností (vazba na bezpečnost), podélné a příčné nerovnosti povrchu vozovky (vazba na uživatelský komfort), poruch a únosností vozovky (vazba na životnost).

Záznam poruch se provádí podle TP 82 pro vozovky s asfaltovým (AB) krytem a podle TP 62 pro vozovky s cementobetonovým (CB) krytem.

Proměnné parametry vozovky se stanovují a hodnotí:

- protismykovými vlastnostmi povrchu vozovky (f_p , MPD) podle ČSN 73 6177,
- podélnou nerovností povrchu vozovky (IRI, C) podle ČSN 73 6175,
- příčnou nerovností povrchu (R, W) vozovky podle ČSN 73 6175,
- měření průhybů pro hodnocení únosnosti vozovek v souladu s ČSN 73 6192, TP 87 pro vozovky s AB krytem a TP 92 pro vozovky s CB krytem a podle metodiky Ministerstva dopravy s názvem *Měření průhybů a hodnocení únosnosti vozovek rázovým zařízením FWD*.

2.1.6. PERIODICITA SLEDOVÁNÍ

Dlouhodobé sledování vozovek může být prováděno v různých režimech:

- periodické sledování – sledování je prováděno v pravidelných intervalech (délka intervalu může být pro sledování různých parametrů rozdílná), doporučuje se min. 1 ročně,
- příležitostná sledování – sledování je opakováno nepravidelně, zpravidla v delších časových intervalech než 1 rok (dle předpokládané životnosti použité technologie).

2.1.7. SLEDOVÁNÍ V ZÁRUČNÍ DOBĚ DÍLA

Sledování vybraného úseku má význam také v záruční době díla. Na základě zjištěných nedostatků je zhotovitel povinen odstranit tyto nedostatky na vlastní náklady. Povolená změna vlastností díla na konci záruční doby se řídí *TKP 1, příloha 7, kapitola 5* a požadavků *ČSN 73 6175 a ČSN 73 6177*.

2.2. NÁVOD NA POUŽÍVÁNÍ WEBOVÉHO PORTÁLU

Webový portál „Systém sledování technologií údržby a oprav“ obsahuje databázi technologií údržby a oprav a prostředků k diagnostice poruch a závad vozovek. Dále je součástí portálu seznam poruch vozovek s AB a CB krytem s popisem a způsobem jejich opravy. Současně propojuje jednotlivé dodavatele s technologiemi a diagnostickými metodami a uvádí vzorové případy užití technologií údržby a oprav vozovek na konkrétních příkladech. Na portálu je možné průběžně evidovat výsledky ze sledování vybraných úseků vozovek a jsou zde uvedeny ceny jednotlivých technologií a diagnostických metod.

Portál dále obsahuje dva rozhodovací moduly a to:

- „Rozhodování o údržbě“ - pro plánování uplatnění technologií na poškození vozovky,
- „Posouzení údržby“ - pro stanovení teoretického poškození a potřebnosti údržby silniční sítě.

Webový portál je přístupný v plném rozsahu pro registrované uživatele. Pro neregistrované uživatele nejsou některé jeho části přístupné. Portál obsahuje v následujících kapitolách popsané části.

2.2.1. AKTUALITY

Místo obsahující průběžně aktualizované novinky z rozvíjení portálu, doplňování informací o sledovaných úsecích, nově přidaných vzorových příkladech uplatnění technologií, aktualizaci dodavatelů a cen, zajímavých článků a novinkách v oblasti hospodaření s vozovkou.

2.2.2. DODAVATELÉ

Seznam dodavatelů je rozdělen na dvě základní části: dodavatelé poskytující diagnostické práce, pro určování stavu vozovek a dodavatelé poskytující technologie pro údržbu a opravy vozovek pozemních komunikací.

2.2.2.1. Dodavatelé diagnostiky

Průběžně aktualizovaný seznam dodavatelů diagnostických metod pro potřeby zjišťování stavu vozovek. U jednotlivých dodavatelů jsou uvedeny diagnostické metody, které jsou schopni poskytovat a které jsou součástí katalogu „diagnostika“ v portálu. Při zobrazení jednotlivých dodavatelů diagnostických metod je možné zjistit základní informace o dodavateli a metodách, které je dodavatel schopný poskytovat, s odkazy na jejich popis v rámci portálu.

2.2.2.2. Dodavatelé technologií

Průběžně aktualizovaný seznam dodavatelů technologií údržby a oprav vozovek. U jednotlivých dodavatelů jsou uvedeny technologie, které jsou schopni poskytovat a které jsou součástí katalogu „technologie“ v portálu. Technologie jsou v rámci portálu rozděleny na 2 základní podskupiny: technologie pro vozovky s asfaltovým krytem a technologie pro vozovky s cementobetonovým krytem. Při zobrazení jednotlivých dodavatelů technologií je možné zjistit základní informace o dodavateli a technologiích, které je dodavatel schopný poskytovat, s odkazy na jejich popis v rámci portálu.

2.2.3. DIAGNOSTIKA

Seznam diagnostických metod je rozdělen na dvě základní podskupiny: diagnostické metody a diagnostické nástroje, potřebné k realizaci diagnostickým metod. Výpis diagnostickým metod je uveden v tab. 1 a diagnostických nástrojů v tab. 2.

Diagnostické metody	
KD1	IRI – mezinárodní index podélné nerovnosti
KD2	KOLEJE – příčná nerovnost
KD3	VODA – příčná nerovnost
KD4	SMYK – součinitel podélného tření
KD5	MPD – makrotextura
KD6	Inventarizace poruch
KD7	Měření tloušťek vrstev vozovky
KD8	Lokalizace kluzných trnů a kotev v CB krytech
KD9	Únosnost vozovky
KD10	Zkoušky asfaltů (směsí)
KD11	Zkoušení betonových směsí
KD12	Zkoušky zemin a kameniva

tab. 1. Přehled diagnostických metod

Diagnostické nástroje	
N1	ARAN – multifunkční diagnostické vozidlo
N2	TRT – diagnostické vozidlo
N3	FWD – rázové zatěžovací zařízení
N4	GPR – georadar
N5	Jádrové vývrty

tab. 2. Přehled diagnostických nástrojů

2.2.3.1. Diagnostické metody

Katalog diagnostických metod obsahuje 12 základních diagnostických metod pro zjišťování stavu vozovek pozemních komunikací. Každá diagnostická metoda obsahuje informace o metodě s názvem, základním popisem metody a popisem diagnostického nástroje, který je při měření využíván.

U každé diagnostické metody jsou uvedeni dodavatelé, kteří jsou schopni danou diagnostickou metodu provádět. Tento modul je doplněn odkazy na vzorové případy uplatnění diagnostických metod v praxi.

2.2.3.2. Diagnostické nástroje

Katalog diagnostických nástrojů obsahuje 5 základních diagnostických zařízení pro zjišťování stavu pozemních komunikací. Každý diagnostický nástroj obsahuje informace o diagnostickém nástroji s názvem, základním popisem zařízení a popisem diagnostické metody, pro kterou je využíván.

U každého diagnostického nástroje jsou uvedeni dodavatelé, kteří vlastní příslušný diagnostický nástroj. Tento modul je doplněn odkazy na vzorové případy uplatnění diagnostických nástrojů v praxi.

2.2.4. TECHNOLOGIE

Seznam technologií údržby a oprav vozovek pozemních komunikací je rozdělen na dvě základní skupiny - technologie vozovek s asfaltovým krytem a technologie vozovek s cementobetonovým krytem.

2.2.4.1. Vozovky s asfaltovým krytem

Katalog obsahuje čtrnáct technologií údržby a oprav vozovek s asfaltovým krytem. Každá technologie je popsána názvem, základním popisem, postupem prací při uplatňování technologie, seznamem použitých hmot, kontrolními zkouškami a seznamem poruch, při kterých se technologie používá.

U každé technologie jsou vypsaní její dodavatelé, kteří jsou schopni danou technologii aplikovat v praxi a vzorové příklady uplatnění, ve kterých jsou popsány praktické případy použití dané technologie.

Seznam technologií údržby a oprav vozovek s asfaltovým krytem je uveden v tab. 3.

Vozovky s asfaltovým krytem	
KT1	Provedení nátěru
KT2	Provedení emulzního kalového zákrytu
KT3	Provedení mikrokoberce za studena
KT4	Údržba pomocí asfaltové směsi za horka
KT5	Ošetření trhlin
KT6	Oprava modifikovanou asfaltovou hmotou
KT7	Oprava asfaltovou pružnou membránou
KT8	Výměna obrusné vrstvy vozovky
KT9	Výměna asfaltových vrstev krytu vozovky
KT10	Výměna krytu vozovky a recyklace podkladu
KT11	Výměna asfaltových vrstev krytu vozovky a znovu provedení podkladních vrstev (asfaltová podkladní vrstva)
KT12	Výměna asfaltových vrstev krytu vozovky a znovuprovedení podkladních vrstev (ze směsi stmelené hydraulickým pojivem)
KT13	Výměna asfaltových vrstev krytu vozovky a oprava konstrukčních poruch pojížděného okraje vozovky
KT14	Celková rekonstrukce vozovky

tab. 3. Přehled technologií údržby a oprav vozovek s asfaltovým krytem

2.2.4.2. Vozovky s cementobetonovým krytem

Katalog obsahuje dvacet technologií údržby a oprav vozovek s cementobetonovým krytem. Každá technologie je popsána názvem, postupem prací při uplatňování technologie, seznamem použitých hmot, kontrolními zkouškami a seznamem poruch, při kterých se technologie používá.

U každé technologie jsou vypsáni její dodavatelé, kteří jsou schopni danou technologii aplikovat v praxi a vzorové příklady uplatnění, ve kterých jsou popsány praktické případy použití dané technologie.

Seznam technologií údržby a oprav vozovek s cementobetonovým krytem je uveden v tab. 4.

Vozovky s cementobetonovým krytem	
KT101	Otryskání povrchu ocelovými kuličkami
KT102	Otryskání povrchu vodním paprskem VVP
KT103	Úprava povrchu broušením
KT104	Úprava povrchu frézováním
KT105	Úprava povrchu drážkováním
KT106	Plošné vysprávkování správkovými hmotami
KT107	Úprava povrchu nátěry
KT108	Úprava povrchu emulzními mikrokoberci
KT109	Obnova zálivek nepoškozených spár
KT110	Obnova těsnění nepoškozených spár profily
KT111	Údržba pasivních trhlin s nepoškozenými hranami
KT112	Opravy hran desek správkovými hmotami
KT113	Opravy poškozených spár pružnými správkovými hmotami
KT114	Opravy aktivních trhlin a poškozených spár výměnou desek nebo jejich částí
KT115	Výměna desek rychle tvrdnoucím betonem
KT116	Stabilizace a zvedání desek injektáží
KT117	Obnova spolupůsobení desek vkládáním kluzných trnů
KT118	Obnova spolupůsobení desek vkládáním horizontálních kotev
KT119	Obnova spolupůsobení desek vkládáním šikmých kotev
KT120	Překrytí vozovky asfaltovou vrstvou do 40 mm

tab. 4. Přehled technologií údržby a oprav vozovek s cementobetonovým krytem

2.2.5. PORUCHY VOZOVEK S ASFALTOVÝM KRYTEM

Katalog poruch vozovek s asfaltovým krytem obsahuje celkem 27 základních poruch vozovky rozdělených do 3 skupin, které odpovídají základní charakteristice porušení. Jedná se o „Ztrátu asfaltové hmoty“, „Trhliny“ a „Deformace“.

Poruchy v jednotlivých skupinách jsou popsány názvem, popisem poruchy, popisem nejčastějšího výskytu poruchy a příčinou vzniku poruchy. U každé poruchy je uveden seznamem možných technologií, rozdělených podle klasifikace a rozsahu poruchy. Možnosti opravy jsou rozdělené do skupin „Běžná údržba“, „Údržba/Oprava“ a „Oprava“.

2.2.5.1. Ztráta asfaltové hmoty

Skupina „Ztráta asfaltové hmoty“ obsahuje poruchy, jejichž základní charakteristikou je porušení asfaltového tmelu, který vede k porušení a necelistvosti povrchu vozovky. Seznam poruch, které obsahuje skupina „Ztráta asfaltové hmoty“, je uveden v tab. 5.

Ztráta asfaltové hmoty	
KL1	Ztráta mikrotextury
KL2	Ztráta makrotextury
KL3	Kaverny
KL4	Opotřebenění EKZ, mikrokoberce za studena EMK
KL5	Ztráta kameniva z nátěru
KL6	Ztráta asfaltového tmelu
KL7	Hloubková koroze
KL8	Výtluky
KL9	Vysprávký

tab. 5. Přehled poruch asfaltovým vozovkám ve skupině „Ztráta asfaltové hmoty“

2.2.5.2. Trhliny

Skupina „Trhliny“ obsahuje poruchy, jejichž základní charakteristikou je porušení jednotlivých vrstev vozovky. Seznam poruch, které obsahuje skupina „Trhliny“, je uveden v tab. 6.

Trhliny	
KL10	Mozaikové trhliny
KL11	Trhlina úzká podélná
KL12	Trhlina úzká příčná
KL13	Trhlina široká podélná
KL14	Trhlina široká příčná
KL15	Trhlina rozvětvená podélná
KL16	Trhlina rozvětvená příčná

tab. 6. Přehled poruch asfaltovým vozovkám ve skupině „Trhliny“

2.2.5.3. Deformace

Skupina „Deformace“ obsahuje poruchy, jejichž základní charakteristikou je změna nivelety vozovky nebo změna příčného profilu. Seznam poruch, které obsahuje skupina „Deformace“, je uveden v tab. 7.

Deformace	
KL17	Síťové trhliny
KL18	Olamování okrajů
KL19	Puchýře v MA
KL20	Nepravidelné hrboly
KL21	Vyjeté koleje
KL22	Místní hrbol
KL23	Podélný hrbol

KL24	Místní pokles
KL25	Podélný pokles
KL26	Plošné deformace vozovky
KL27	Prolomení vozovky

tab. 7. Přehled poruch asfaltovým vozovkám ve skupině „Deformace“

2.2.6. PORUCHY VZOVEK S CEMENTOBETONOVÝM KRYTEM

Katalog poruch vozovk s cementobetonovým krytem obsahuje celkem 40 základních poruch vozovky, které jsou rozděleny do 6 skupin poruch, které odpovídají základní charakteristice porušení. Jedná se o „Poruchy povrchu“, „Poruchy na spárách bez destrukcí“, „Poruchy na spárách s destrukcemi“, „Trhliny“, „Deformace nivelety“ a „Jiné poruchy“.

Poruchy v jednotlivých skupinách jsou popsány názvem, popisem poruchy, popisem závažnosti poruchy a příčinou vzniku poruchy. U každé poruchy je uveden seznam možných technologií údržby nebo opravy.

2.2.6.1. Poruchy povrchu

Skupina „Poruchy povrchu“ obsahuje poruchy, jejichž základní charakteristikou je výskyt pouze na povrchu vozovky. Seznam poruch, které obsahuje skupina „Poruchy povrchu“, je uveden v tab. 8

Poruchy povrchu	
KL101	Jamka
KL102	Výtluk
KL103	Mapové trhlinky
KL104	Koroze povrchu
KL105	Plošný rozpad povrchu
KL106	Ohlazení povrchu
KL107	Povrch narušený požárem

tab. 8. Přehled poruch cementobetonových vozovkám ve skupině „Poruchy povrchu“

2.2.6.2. Poruchy na spárách bez destrukcí

Skupina „Poruchy na spárách bez destrukcí“ obsahuje poruchy, jejichž základní charakteristikou jsou poškozené spáry bez porušení hran a jednotlivých desek CB krytu. Seznam poruch, které obsahuje skupina „Poruchy na spárách bez destrukcí“, je uveden v tab. 9.

Poruchy na spárách bez destrukcí	
KL108	Nefunkční nebo chybějící těsnění podélné spáry
KL109	Nefunkční nebo chybějící těsnění příčné spáry
KL110	Rozestoupená podélná spára
KL111	Rozestoupená příčná spára
KL112	Těsná příčná spára
KL113	Vzájemný horizontální posun betonových pruhů

tab. 9. Přehled poruch cementobetonových vozovkám ve skupině „Poruchy na spárách bez destrukcí“

2.2.6.3. Poruchy na spárách s destrukcemi

Skupina „Poruchy na spárách s destrukcemi“ obsahuje poruchy, jejichž základní charakteristikou jsou poškozené hrany desek spolu s porušením jednotlivých desek CB krytu v blízkosti spár. Seznam poruch, které obsahuje skupina „Poruchy na spárách s destrukcemi“, je uveden v tab. 10.

Poruchy na spárách s destrukcemi	
KL114	Rozpad betonu na podélné spáře
KL115	Rozpad betonu na příčné spáře
KL116	Oprýskaná hrana desky
KL117	Ulomená hrana desky
KL118	Rozdrcený roh na styku desek

tab. 10. Přehled poruch cementobetonových vozovek ve skupině „Poruchy na spárách s destrukcemi“

2.2.6.4. Trhliny

Skupina „Trhliny“ obsahuje poruchy, jejichž základní charakteristikou je výskyt trhlin v deskách CB krytu. Seznam poruch, které obsahuje skupina „Trhliny“, je uveden v tab. 11.

Trhliny	
KL119	Podélná trhlina
KL120	Oblouková trhlina
KL121	Příčná trhlina
KL122	Šikmá trhlina
KL123	Nepravidelná trhlina
KL124	Ulomený roh desky
KL125	Podélné trhliny vícečetné
KL126	Trhlina nad kluzným trnem
KL127	Trhlina nad kotvou
KL128	Trhlina podél konců kotev nebo kluzných trnů

tab. 11. Přehled poruch cementobetonových vozovek ve skupině „Trhliny“

2.2.6.5. Deformace nivelety

Skupina „Deformace nivelety“ obsahuje poruchy, jejichž základní charakteristikou je změna nivelety vozovky. Seznam poruch, které obsahuje skupina „Deformace nivelety“, je uveden v tab. 12.

Trhliny	
KL129	Rozlomená deska
KL130	Pumpování desky
KL131	Vertikální posun desek na příčné spáře
KL132	Vertikální posun na podélné spáře
KL133	Střechovitý zdvih desek
KL134	Pokles desek

KL135	Vystřelení desky
KL136	Nerovnosti na styku CB a AB krytu
KL137	Zvlnění cementobetonového krytu

tab. 12. Přehled poruch cementobetonových vozovek ve skupině „Deformace nivelety“

2.2.6.6. Jiné poruchy

Skupina „Jiné poruchy“ obsahuje poruchy, které mají specifické příčiny vzniku oproti ostatním poruchám. Seznam poruch, které obsahuje skupina „Jiné poruchy“, je uveden v tab. 13.

Jiné poruchy	
KL138	Poruchy způsobené alkalicko-křemičitou reakcí kameniva v betonu
KL139	Porucha odvodnění
KL140	Provizorní vyspráva / porucha vysprávk

tab. 13. Přehled poruch cementobetonových vozovek ve skupině „Jiné poruchy“

2.2.7. PŘÍPADY UŽITÍ

Případy užití popisují vzorové příklady uplatnění a jsou rozděleny do dvou kategorií, „Případy užití technologií“ a „Případy užití diagnostických metod“. Tato oblast portálu je otevřená pro přidávání dalších vzorových příkladů uplatnění, které se budou provádět a zaznamenávat.

2.2.7.1. Příklad užití technologií

V této části portálu je uveden přehled zpracovaných praktických příkladů uplatnění technologií údržby a oprav vozovek. Jedná se o technologie pro asfaltové i cementobetonové vozovky. Každá položka v seznamu je propojena s dokumentem, který obsahuje podrobný popis akce. Dokument obsahuje také lokalizaci provedené akce, datum provedení a dodavatele technologie, který akci uskutečnil. Seznam užití technologií je průběžně doplňován.

Příklady popsanych technologií jsou uvedeny v tab. 14.

Případy užití technologií	
T1	Recyklace konstrukčních vrstev netuhých vozovek za studena na místě
T2	Recyklace cementobetonového (CB) krytu při stavbě nového CB krytu
T3	Údržba povrchu CB vozovek jemným frézováním
T4	Údržba povrchu cementobetonového krytu vodním paprskem
T5	Opravy vozovek s cementobetonovým krytem pomocí technologie „rychlých“ betonů
T6	Využití recyklovaného kameniva do nestmeleného krytu vozovky v kombinaci s buňkovým zpevňovacím systémem Neoweb
T7	Obnova zálivek spár na letišti
T8	Obnova spolupůsobení desek vkládáním kluzných trnů
T9	Broušení povrchu CB krytu
T10	Drážkování povrchu CB krytu
T11	Opravy betonu přistávací a vzletové dráhy správkovými hmotami

tab. 14. Přehled případů užití technologií údržby a oprav

2.2.7.2. Případy užití diagnostických metod

V této části portálu je uveden přehled zpracovaných praktických příkladů užití diagnostických metod používaných na posouzení stavu vozovek. Jedná se o diagnostické metody využívající příslušné diagnostické nástroje. Každá položka v seznamu je propojena s dokumentem, který obsahuje podrobný popis akce. Dokument obsahuje také lokalizaci provedené akce, datum provedení a dodavatele diagnostické metody, který měření uskutečnil. Seznam užití diagnostických metod je průběžně doplňován.

Příklady užitých diagnostických metod jsou uvedeny v tab. 15

Případy užití diagnostických metod	
D1	Multifunkční diagnostické vozidlo (IRI, MPD, vyjeté koleje, poruchy)
D2	TRT (součinitel podélného tření, IRI)
D3	Únosnost vozovek s CB krytem - FWD
D4	Únosnost vozovek s AB krytem - FWD
D5	Georadar - měření tloušťek vrstev
D6	Georadar - měření polohy kluzných trnů a kotev v CB krytech
D7	Multifunkční vozidla + GPR - zjištění stavu povrchu a asfaltového souvrství

tab. 15. Přehled případů užití diagnostických metod

2.2.8. SLEDOVANÉ ÚSEKY

Sledované úseky jsou rozděleny do dvou kategorií, „vozovky s asfaltovým krytem“ a „vozovky s cementobetonovým krytem“. U každého sledovaného úseku je připojena zpráva o jeho sledování. Vzhledem k tomu, že se jedná o dlouhodobé sledování, kdy periodicita většinou přesahuje délku trvání projektu, budou zprávy doplňovány průběžně v následujících letech.

2.2.9. PŘEDPISY MD

V této části je uveden seznam technických podmínek Ministerstva dopravy, které se úzce dotýkají problematiky hospodaření s pozemními komunikacemi, hodnocením poruch vozovek a možnostmi jejich oprav. Seznam těchto předpisů je uveden v tabulce 16. Seznam je propojený s dokumenty uveřejněnými na adrese: <http://www.pjpk.cz/PREDO1.htm> (Systém jakosti v oboru pozemních komunikací).

Předpisy MD	
TP62	Katalog poruch vozovek s cementobetonovým krytem
TP82	Katalog poruch netuhých vozovek
TP87	Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek
TP91	Rekonstrukce vozovek s cementobetonovým krytem
TP92	Navrhování údržby a oprav vozovek s cementobetonovým krytem
TP96	Vysprávkování vozovek tryskovou metodou
TP115	Opravy trhlin na vozovkách s asfaltovým krytem
TP147	Užití asfaltových membrán a geosyntetik v konstrukci vozovky
TP148	Hutněné asfaltové vrstvy s přidavkem drcené gumy z pneumatik

TP208	Recyklace konstrukčních vrstev netuhých vozovek za studena
TP209	Recyklace asfaltových vrstev netuhých vozovek na místě za horka

tab. 16. Přehled vybraných technických předpisů Ministerstva dopravy

2.2.10. CENY

Jedná se o cenový katalog, který je rozdělen na dvě skupiny, „Ceny diagnostických prací“ a „Ceny prací údržby a oprav“. Katalog bude aktualizován podle nově získaných informací ohledně vývoje cen za jednotlivé činnosti.

2.2.10.1. Ceny diagnostických prací

Seznam obsahuje názvy jednotlivých diagnostických metod a k nim přiřazenou jednotkovou cenu za jednotku objemu práce. Seznam dále obsahuje výpis parametrů, které daná diagnostická metoda sleduje, doporučenou minimální četnost provedených měření a vysvětlující poznámku.

2.2.10.2. Ceny prací údržby a oprav

Seznam obsahuje názvy jednotlivých technologií a k nim přiřazenou jednotkovou cenu za jednotku objemu práce. Seznam dále obsahuje výpis hodnot PCI (Pavement condition index), od a do kterých se daná technologie uplatňuje, účinnou hodnotu PCI a jakého maximálního PCI je možné po aplikaci technologie dosáhnout.

2.2.11. HODNOCENÍ ÚSEKU PK

Hodnocení úseku PK je provedeno na základě proměnných parametrů a zjištěných poruch. K rozhodování o údržbě slouží dva moduly. První modul „Rozhodování o údržbě“ posuzuje stav komunikace na základě poruch a proměnných parametrů podle stávajících TP, druhý modul „Posouzení údržby“ posuzuje stav komunikace na základě indexu PCI.

Tyto moduly navrhuji základní možnosti, ze kterých se dá vyjít. Návrh konkrétního řešení technologie údržby/opravy/rekonstrukce na projektové úrovni musí být proveden na základě výsledků podrobného diagnostického průzkumu a posouzení jednotlivých navržených variant řešení pro konkrétní místo a situaci.

Modul 1 „Rozhodování o údržbě“

Rozhodování o údržbě je modul, který slouží k posouzení vozovky pozemní komunikace na základě naměřených a zadaných parametrů provozní způsobilosti a na základě výskytu poruch a % plochy vozovky, které jsou poruchami zasaženy.

Po vyhodnocení modul automaticky doporučí základní možnosti údržby nebo opravy, které se doporučuje na vozovce provést, pro zlepšení jejího stavu.

Modul pracuje na síťové úrovni systému hospodaření s vozovkou a slouží k orientačnímu návržení technologií pro opravu a údržbu. Pomocí vstupních parametrů vyhodnocuje klasifikační stupně podle TP 87 „Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek“ a TP 92 „Navrhování údržby a oprav tuhých vozovek“.

Funkce modulu „Rozhodování o údržbě“ je podrobně popsána v kapitole 2.3.1.

Modul 2 „Posouzení údržby“

Posouzení údržby je modul, který pracuje na síťové úrovni. Pomocí vstupních parametrů vyhodnocuje stav pozemních komunikací v širším rozmezí klasifikace. Jako klasifikační hodnocení je v modulu využíván index PCI (Pavement Condition Index), jehož výpočet je přejat ze zahraničí. PCI má rozmezí hodnot od 1 do 100.

Modul vyhodnocuje úsek vozovky, který si stanoví uživatel podle vlastního návrhu. Výstupem z modelu je potom jednotné klasifikační hodnocení a základní popis činností, které je potřeba na úseku udělat s finančním vyhodnocením alternativních přístupů k řešení.

Modul funguje na principu zhodnocení degradačních modelů a je plně propojen s celým webovým portálem, ze kterého přejímá informace o technologiích a cenách.

Funkce modulu „Posouzení údržby“ je podrobně popsána v kapitole 2.3.2.

2.2.12. ČLÁNKY

Jedná se o seznam odborných článků na témata, která se týkají zaměření webového portálu. Seznam bude průběžně doplňován o další články s tematikou hospodaření s vozovkami, technologií údržby a oprav vozovek, uplatnění diagnostických metod apod.

2.3. ANALYTICKÉ / ROZHODOVACÍ MODULY

2.3.1. MODUL ROZHODOVÁNÍ O ÚDRŽBĚ

Modul Rozhodování o údržbě slouží k posouzení vybraného úseku pozemní komunikace na základě naměřených a zadaných parametrů provozní způsobilosti a na základě zadaných poruch a procentuálního porušení vozovky danou poruchou.

Po vyhodnocení modul automaticky doporučí základní možnosti opravy nebo údržby, které je potřeba na vozovce provést pro zlepšení jejího stavu. Pomocí vstupních parametrů vyhodnocuje klasifikační stupně podle TP 87 a TP 92.

Modul „Rozhodování o údržbě“ je rozdělen na čtyři základní části:

- Popis úseku,
- Parametry provozní způsobilosti,
- Poruchy,
- Vyhodnocení.

2.3.1.1. Popis základních částí modulu Rozhodování o údržbě

2.3.1.1.1. Základní údaje

Základní údaje slouží k jednoznačnému určení zájmového celku komunikace, který chce uživatel prověřit pomocí modulu.

Modul Rozhodování o údržbě“ obsahuje pole pro zadávání a volbu vstupních dat, jak je znázorněno na obr. 1.

Č. komunikace	<input type="text"/>
Staničení od-do	<input type="text"/> - <input type="text"/>
Směr	<input type="text"/>
Typ povrchu vozovky	AB vozovky ▾
* Zatřídění PK	D0 Dálnice, rychlostní silnice, rychlostní místní komunikace, silnice I. třídy ▾
* Max. povolená rychlost	90 ▾ km/h
* Dopravní zatížení (TNV _k)	<input type="text"/> (Průměrná hodnota denní intenzity provozu TNV v návrhovém období)
Nehodovost	<input type="checkbox"/>

obr. 1. Znázornění „Základní údaje“ v rozhodování o údržbě

- **Č. komunikace:** značí číslo komunikace, pomocí kterého je jednoznačně určena silnice, na které se zkoumaný úsek nachází, slouží jako orientační prvek, který je zapsán do hlavičky při tisku výsledné zprávy o úseku.
- **Staničení od-do:** značí staničení úseku na dané komunikaci, pro přesnou lokalizaci zkoumaného úseku, slouží jako orientační prvek, který je zapsán do hlavičky při tisku zprávy o úseku.

- **Směr:** slouží pro upřesnění polohy v případě směrově rozdělené komunikace., případně pro upřesnění směru sběru dat o komunikaci, či pouze jako označení dané komunikace ve směru staničení.
- **Typ krytu vozovky:** rolovací lišta umožňuje výběr ze dvou nabízených možností „AB vozovky“ a „CB vozovky“. Výběr ovlivňuje možnost výběru vkládaných poruch v části „Poruchy“ a ovlivňuje způsob výpočtu klasifikačního stupně komunikace.
- **Zatřídění PK:** značí zatřídění pozemní komunikace do příslušné návrhové úrovně porušení vozovky (podle TP 170). Jednotlivé návrhové úrovně porušení vozovky jsou uvedeny v tab. 17.

Zatřídění PK	
D0	Dálnice, rychlostní silnice, rychlostní místní komunikace, silnice I. třídy
D1	Silnice II. a III. třídy, sběrné místní komunikace, obslužné místní komunikace, odstavné a parkovací plochy
D2	Obslužné místní komunikace, nemotoristické komunikace, odstavné a parkovací plochy, dočasné komunikace

tab. 17. Návrhové úrovně porušení vozovky

- **Max. povolená rychlost:** rolovací lišta umožňuje výběr tří základních rychlostních pásem, pro přesnější specifikace pozemní komunikace. Možnosti výběru maximálních povolených rychlostí jsou 50 km/h, 90 km/h a 130 km/h.
- **Dopravní zatížení (TNVk):** zde se zadává průměrná hodnota denní intenzity provozu těžkých nákladních vozidel v návrhovém období. Tato hodnota vychází z dosavadních měření a predikce vývoje dopravního zatížení do budoucna.
- **Nehodovost:** zaškrtnutím políčkem uživatel identifikuje úsek pozemní komunikace, z hlediska bezpečnosti, zda se jedná o nehodový úsek. Tento faktor může při rozhodování hrát roli v navržených úpravách z hlediska protismykových vlastností apod.

2.3.1.1.2. Parametry provozní způsobilosti

Parametry provozní způsobilosti jsou hodnoty popisující vlastnosti a stav vozovky z pohledu pohodlí jízdy a bezpečnosti. Parametry a jejich klasifikace se řídí technickými podmínkami TP 87 a TP 92. Způsob zadávání dat a vyhodnocení provozních parametrů v „Rozhodování o údržbě“ je uveden na obr. 2.

Parametry provozní způsobilosti: (pro každý typ parametru zadávejte buď hodnotu nebo klasifikační stupeň)	Hodnota	Klas. stupeň
IRI - mezinárodní index podélné nerovnosti (20m sekce)	<input type="text"/> m/km	<input type="text"/> 1-5
KOLEJE - hloubka vyjetých kolejí R	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> 1-5
VODA - hloubka vody ve vyjetých kolejích W (Pokud zadáváte klas. stupeň, pak pouze hodnoty 1 nebo 5 -> vyhovuje nebo nevyhovuje)	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> 1 a 5
SMYK - součinitel podélného tření FP	<input type="text"/> -	<input type="text"/> 1-5
MPD - makrotextura - střední hloubka textury povrchu	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> 1-5

obr. 2. Znárodnění „Parametry provozní způsobilosti“ v rozhodování o údržbě

Klasifikační stupeň 1 až 5 je získán buď automatickým přepočtem ze zadané hodnoty příslušného parametru z naměřených nebo jinak získaných dat, nebo je možno zapsat přímo hodnotu klasifikačního stupně, pokud ji má uživatel k dispozici z jiných zdrojů.

Používanými parametry jsou:

- IRI – mezinárodní index podélné nerovnosti (reprezentující 20m úseky),
- KOLEJE – hloubka vyjetých kolejí R (zpravidla zaznamenávaná po 10 m),
- VODA – hloubka vody ve vyjetých kolejích W (automaticky vypočítaná z parametru R),
- SMYK – součinitel podélného tření Fp (reprezentující 20m úseky),
- MPD – makrotextura – střední hloubka profilu povrchu vozovky (reprezentující 20m úseky).

2.3.1.1.3. Poruchy

Evidence a vyhodnocení jednotlivých poruch je podkladem pro výpočet celkového klasifikačního stupně vozovky z hlediska poruch. Tato hodnota závisí na charakteru poruch a velikosti zasažené plochy. Znárodnění modulu zadávání poruch je uvedeno na obr. 3.

*Poruchy AB

Trhlina úzká příčná

Porucha	% porušené plochy	
Kaverny	<input type="text"/>	<input type="button" value="x"/>
Hlubková koroze	<input type="text"/>	<input type="button" value="x"/>
Ztráta kameniva z náteru	<input type="text"/>	<input type="button" value="x"/>
Trhlina rozvětvená podélná	<input type="text"/>	<input type="button" value="x"/>
Ztráta mikrotextury	<input type="text"/>	<input type="button" value="x"/>

obr. 3. Znárodnění „Poruchy“ v rozhodování o údržbě

- **Zadávací lišta:** rolovací lišta obsahuje seznam poruch asfaltových resp. cementobetonových vozovek, podle prvotního nastavení typu krytu vozovky v „Popis úseku“. Vybraná porucha je pak pomocí tlačítka „Přidat poruchu“ přidána do seznamu pod rolovací lištou.
- **Přidané poruchy:** seznam uživatelem přidaných poruch. Každá porucha v seznamu má zadávací pole, do kterého uživatel zadá velikost zasažené plochy v procentech resp. v počtu jevů dané poruchy, jedná-li se o poruchy s posuzováním jednotkového výskytu.

2.3.1.1.4. Vyhodnocení a uložení zadání

Posuzování úseku vozovky se provádí pomocí algoritmů, na základě kterých je provedeno vyhodnocení jednotlivých parametrů provozní způsobilosti s návrhem opatření. U zadaných poruch vozovky jsou stanoveny možné návrhy opravy nebo údržby s vazbou do katalogu technologií. Dále je stanoven celkový klasifikační stupeň posuzovaného úseku vozovky.

NÁVRH ÚDRŽBY/OPRAVY VOZOVKY

Název komunikace: I/1
 Staničení od-do (km): 10,000-10,500
 Směr: 1
 Zatřídění PK: D0 Dálnice, rychlostní silnice, rychlostní místní komunikace, silnice I. třídy
 Typ povrchu vozovky: A8 vozovky
 Max. povolená rychlost: 90 km/h
 Dopravní zatížení: 3000 TNV/24h

Uživatel: Admin
 Datum: 15.10.2014

Parametry provozní způsobilosti vozovky

Parametr	Hodnota	Jedn.	Klas. stupeň
IRI - mezinárodní index podélné nerovnosti (20m sekce)	4	m/km	3
KOLEJE - hloubka vyjetých kolejí R	10	mm	2
VODA - hloubka vody ve vyjetých kolejích W	8	mm	5

IRI	Hodnota parametru	4	m/km	Klas. stupeň	3
Klas. stupeň odpovídá:	vytvoreni plánu souboru opatření pro zvýšení provozní způsobilosti povrchu vozovky				
Návrh opatření:	- příprava řešení snížené provozní způsobilosti				
KOLEJE	Hodnota parametru	10	mm	Klas. stupeň	2
Klas. stupeň odpovídá:	stavu povrchu vozovky na konci záruční doby				
VODA	Hodnota parametru	8	mm	Klas. stupeň	5
Klas. stupeň odpovídá:	nevyhovujícímu stavu povrchu vozovky				
Návrh opatření:	- opatření se odvíjí od opatření v případě vyjetých kolejí - osazení dopravní značky A8 "Nebezpečí smyku" s dodatkovou tabulkou E6a "Za mokra"				

Poruchy vozovky:

Porucha	Zatřídění	Lokalizace	Poruš. %	Klas.	Návrh
<u>Sítové trhliny</u>	Trhliny	Podkladní vrstva	20	5	Oprava
Návrh opravy	Výměna obrusné vrstvy vozovky				
Návrh opravy	Výměna asfaltových vrstev krytu vozovky				
Návrh opravy	Výměna krytu vozovky a recyklace podkladu				
Návrh opravy	Výměna krytu vozovky, nový podklad, asfalt				

Celkový klasifikační stupeň: 4,58

Tisk

obr. 4. Ukázka vyhodnoceného úseku vozovky

Seznam zadání

Každé jedno vyplněné zadání může být uloženo pro pozdější opakované využití, načteno ze seznamu zadání a vyhodnoceno nebo může být vymazáno, jak je znázorněno na obr. 5.

Při vyplnění všech povinných parametrů je možné vyhodnotit úsek, zmáčknutím tlačítka „Vyhodnotit“. Při absenci některého z povinných parametrů zahlásí portál chybu a upozorní na nutnost vyplnění daného parametru. Zmáčknutím tlačítka „Vyhodnotit“ portál vygeneruje formulář, který je vyplněn kombinací vstupních parametrů a vypočtených klasifikačních hodnot. K jednotlivým poruchám je přiřazena kombinace možných technologií údržby a opravy. Formulář je možné vytisknout.

Uložit zadání Vyhodnotit

D2-30-31b Načíst zadání Smazat zadání

obr. 5. Znáznornění „Vyhodnocení a seznam zadání“ v rozhodování o údržbě

2.3.2. MODUL POSOUZENÍ ÚDRŽBY

Modul Posouzení údržby slouží k posouzení stavu vybrané části silniční sítě pozemních komunikací v rovině tzv. „síťové úrovně“. Jako klasifikační hodnocení je v modulu využíváno indexu PCI (Pavement Condition Index), které je přejato ze zahraničních zkušeností, podle ASTM D6433 - 11: Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.

Stav vozovky podle PCI

PCI	Popis	Životnost	Opatření
100-85	Ideální stav komunikace	15-25 roků	Bez opatření
85-75	Velmi dobrý stav komunikace	12-20 roků	Běžná údržba
75-60	Dobrý stav komunikace	10-15 roků	Nátěrové technologie, tenké úpravy
60-50	Uspokojivý stav komunikace	7-12 roků	Výměna obrusné vrstvy
50-40	Špatný stav komunikace	5-10 roků	Výměna krytu
40-30	Velmi špatný stav komunikace	0-5 roků	Výměna krytu včetně úpravy pláně
30-0	Havarijní stav komunikace	0	Kompletní rekonstrukce

Modul vyhodnocuje úsek vozovky libovolné délky, který si stanoví uživatel podle vlastního návrhu. Výstupem z modelu je potom jednotné klasifikační hodnocení a základní popis činností, které je možné na úseku provést s finančním vyhodnocením alternativních přístupů k řešení údržby nebo opravy úseku.

Modul funguje na principu předpokládaného vývoje poruch na základě degradačních modelů, kdy navrhuje vhodné způsoby opravy a je plně propojen s celým webovým portálem, ze kterého přejímá informace o technologiích údržby a oprav a o cenách.

2.3.2.1. Popis základních částí modulu

2.3.2.1.1. Základní údaje

Základní údaje slouží k jednoznačnému určení zájmového celku komunikace, který chce uživatel prověřit pomocí modulu „Posouzení údržby“. Obsahuje pole pro zadávání a výběr vstupních dat, jak je uvedeno na obr. 6.

Základní údaje	
Č. komunikace	<input type="text"/>
Staničení od-do(km)	<input type="text"/> <input type="text"/>
Směr	<input type="text"/>
Typ povrchu vozovky	AB vozovky ▾
Zatřídění PK	DO Dálnice, rychlostní silnice, rychlostní místní komunikace, silnice I. třídy ▾
Aktuální rok	2014 <input type="text"/>

obr. 6. Znárodnění „Základní údaje“ v posuzování údržby

- **Č. komunikace:** značí číslo komunikace, pomocí kterého je jednoznačně určena silnice, na které se zkoumaný úsek nachází, slouží jako orientační prvek, který je zapsán do hlavičky při tisku výsledné zprávy o úseku.
- **Staničení od-do:** značí staničení úseku na dané komunikaci, pro přesnou lokalizaci zkoumaného úseku, slouží jako orientační prvek, který je zapsán do hlavičky při tisku zprávy o úseku.
- **Směr:** slouží pro upřesnění polohy v případě směrově rozdělené komunikace., případně pro upřesnění směru sběru dat o komunikaci, či pouze jako označení dané komunikace ve směru staničení.
- **Typ krytu vozovky:** rolovací lišta umožňuje výběr ze dvou nabízených možností „AB vozovky“ a „CB vozovky“. Výběr ovlivňuje možnost výběru vkládaných poruch v části „Poruchy“ a ovlivňuje způsob výpočtu klasifikačního stupně komunikace.
- **Zatřídění PK:** značí zatřídění pozemní komunikace do příslušné návrhové úrovně porušení (podle TP 170)., viz tab. 17.
- **Aktuální rok:** Je rok, ve kterém je zpracováváno posouzení o údržbě uživatelem. Automaticky je nastaveno na aktuální rok, dle nastavení systému. Aktuální rok vstupuje do výpočtu indexu stavu vozovky. Aktuální rok, je možné přepisovat, například pro potřeby úpravy staršího zadání.

2.3.2.1.2. Technické údaje

Technické údaje slouží k jednoznačnému určení parametrů komunikace, které vstupují do výpočtů. Obsahuje pole pro zadávání vstupních dat a rolovací lišty, jak je znázorněno na obr. 7.

Technické údaje	
Typ komunikace	Směrove rozdělená ▾
Počet pruhů přímo	<input type="text"/>
Faktor únosnosti vozovky (SN)	Silnice II. a III. třídy (5) ▾

obr. 7. Znáznornění „Technické údaje“ v posouzení o údržbě

- **Typ komunikace:** v rolovací liště dává možnost výběru mezi dvěma variantami příčného uspořádání komunikace v závislosti na rozdělení dopravních proudů, viz tab. 18.

Typ komunikace	
<input type="radio"/>	Směrově rozdělená
<input type="radio"/>	Směrově nerozdělená

tab. 18. Určení příčného uspořádání v závislosti na rozdělení dopravních proudů

- **Počet pruhů:** označuje počet pruhů pro jeden směr v jednom jízdním pásu. Slouží pro přepočítání dopravního zatížení (TNV).
- **Faktor únosnosti vozovky (SN):** v rolovací liště dává možnost výběru třídy silnice, pro kterou je v závorce uveden faktor únosnosti vozovky, který je pro danou třídu komunikace navržen pro potřeby výpočtu, viz tab. 19.

Faktor únosnosti vozovky (SN)	
Silnice II. a III. třídy	5
Silnice I. třídy	6
Dálnice, Rychlostní silnice	7

tab. 19. Určení faktoru únosnosti vozovky

2.3.2.1.3. Dopravně-inženýrské údaje

Dopravně-inženýrské údaje slouží jako vstup do výpočtu posouzení údržby. Obsahuje pole pro zadávání vstupních dat a rolovací lišty, jak je znázorněno na obr. 8.

Inženýrské údaje	
Max. povolená rychlost	<input type="text"/> km/h
Dopravní zatížení (TNVk)	<input type="text"/>
Rok celostátního sčítání dopravy	2010
Koeficient nerovnoměrnosti dopravy PS	<input type="text"/> (-) koeficient z celostátního sčítání dopravy

obr. 8. znázornění „Inženýrské údaje“ v posouzení údržby

- **Max. povolená rychlost:** označuje rychlost předepsanou jako povolenou pro daný úsek pozemní komunikace. Slouží pro určení kategorie komunikace a výběr dalších vstupních parametrů.
- **Dopravní zatížení (TNVk):** určuje průměrnou denní intenzitu provozu těžkých nákladních vozidel v návrhovém období. Slouží pro výpočet zatížení vozovky a je upravováno pro každé další roky podle koeficientů nárůstů dopravy.
- **Rok celostátního sčítání dopravy:** označuje rok, kdy bylo provedeno sčítání dopravy, ze kterého jsou získána inženýrská data. Rok je automaticky nastavený na poslední rok celostátního sčítání dopravy. V případě, že uživatel má k dispozici vlastní provedení inženýrský průzkum, může jako rok celostátního sčítání dopravy použít rok vlastního inženýrského průzkumu.
- **Koeficient nerovnoměrnosti dopravy PS:** slouží pro určení rozdělení intenzity dopravy v případě směrově rozdělené komunikace, kdy je stav vozovky určován pro každý jízdní pás zvlášť. Údaj je zjistitelný z tabulek pro celostátní sčítání dopravy. V případě, že má uživatel k dispozici vlastní inženýrský průzkum a vypočtené intenzity pro každý pás zvlášť, nechává kolonku nevyplněnou.

2.3.2.1.4. Určení aktuálního PCI

Uživatel má možnost zvolit si jeden ze tří způsobů určení počáteční hodnoty PCI (indexu stavu vozovky), který slouží jako základní vstupní hodnota do rozhodovacího procesu. Výběr záleží na typu podkladů, které má uživatel k dispozici. Možnosti výběru jsou:

- podle výskytu poruch,
- podle hodnoty IRI,
- podle stáří vozovky.

2.3.2.1.4.1. Podle výskytu poruch

Má-li uživatel k dispozici záznam výskytu poruch na sledovaném úseku, může zvolit určení aktuálního PCI podle diagnostického průzkumu (provedeném záznamu poruch). Formulář je znázorněn na obrázku obr. 9.

Způsob určení aktuálního PCI (indexu stavu vozovky)	Podle diagnostického průzkumu ▾		
Určení aktuálního PCI podle diagnostického průzkumu			
D1-6-7 ▾	Převést poruchy z rozhodování o údržbě		
Poruchy			
Ztráta kameniva z náteru ▾	Přidat poruchu		
Porucha	Síla/závažnost	rozsah poruchy	
Vyjeté koleje	hloubka < 7 mm ▾	30	x
Kaverny	prumer < 1 cm ▾	20	x
Vypočítat PCI			
Odpočet:			
Strukturální odpočet:			
PCI:			

obr. 9. Znárodnění „Určení aktuálního PCI podle diagnostického průzkumu“

- **Převést poruchy z rozhodování o údržbě:** slouží k převedení již existujícího uloženého zadání v modulu „Rozhodování o údržbě“ viz kapitola 2.3.1. Z rolovací lišty si uživatel může vybrat jedno ze svých uložených zadání a potvrzením tlačítkem „Převést poruchy z rozhodování o údržbě“ proběhne převod typu poruchy, síly/závažnosti poruchy a rozsahu poruchy.
- **Poruchy:** z rolovací lišty je možné vybrat typ poruchy, který chce uživatel přidat do seznamu a ohodnotit ji závažností a rozsahem poruchy. Přidání se provede tlačítkem „Přidat poruchu“.
- **Seznam přidánych poruch:** umožňuje nastavení parametrů poruch, pro výpočet PCI. Z rolovací lišty si uživatel zvolí „závažnost“. Závažnosti jsou přednastaveny individuálně pro každou poruchu, spolu se slovním popisem. Do kolonky pro stanovení „Rozsah poruchy“ doplní uživatel procentuální nebo jednotkové zastoupení poruchy na vozovce.
- **Vypočítat PCI:** slouží pro zahájení výpočtu založeném na všech zadaných parametrech. Automaticky se vyplní tři kolonky „Odpočet“, „Strukturální odpočet“ a „PCI“.
- **Odpočet:** Stanovuje, o kolik zadané poruchy snižují celkovou hodnotu PCI.
- **Strukturální odpočet:** Součet odpočtů ze strukturálních poruch, zasahujících všechny konstrukční vrstvy vozovky.
- **PCI:** Výsledná hodnota indexu PCI.

2.3.2.1.4.2. Podle hodnoty IRI

Má-li uživatel k dispozici výsledky naměřeného parametru IRI (Internacional Roughness Index), může zvolit určení aktuálního PCI podle hodnoty IRI.

Pro převod mezi IRI a PCI byla vytvořena převodní tabulka, která je součástí navrženého řešení. Formulář je znázorněn na obrázku obr. 10.

Způsob určení aktuálního PCI (indexu stavu vozovky)	Podle hodnoty IRI
Určení aktuálního PCI podle hodnoty IRI	
IRI - mezinárodní index podélné nerovnosti	<input type="text"/>
<input type="button" value="Vypočítat PCI"/>	
PCI:	

obr. 10. Znárodnění „určení aktuálního PCI podle hodnoty IRI“

- **IRI – mezinárodní index podélné nerovnosti:** slouží k zadání hodnoty IRI, která slouží jako jediný parametr při výpočtu hodnoty PCI.
- **Vypočítat PCI:** slouží pro zahájení výpočtu.

2.3.2.1.4.3. Podle stáří vozovky

Má-li uživatel k dispozici pouze základní informace o stáří a o historii vozovky, může zvolit určení aktuálního PCI podle stáří vozovky. Systém na základě zhoršování stavu podle degradační křivky vozovky a případné provedené údržby, která stav vozovky zlepšuje, vypočítá aktuální hodnotu PCI. Degradace křivky vozovky byly stanoveny z dlouhodobě sledovaných úseků a jsou dále zpřesňovány. Formulář je znázorněn na obrázku obr. 11.

Způsob určení aktuálního PCI (indexu stavu vozovky)	Podle stáří vozovky
Určení aktuálního PCI podle stáří vozovky	
Rok výstavby vozovky	<input type="text"/>
Rok celostátního sčítání dopravy	2010
Rok posledního provedeného zásahu	<input type="text"/>
Rok aktuální	2014
<input type="button" value="Vypočítat PCI"/>	
PCI:	

obr. 11. Znárodnění „určení aktuálního PCI podle stáří vozovky“

- **Rok výstavby vozovky:** uživatel do kolonky zadává rok, ve kterém byla vozovka uvedena do provozu.
- **Rok celostátního sčítání dopravy:** tento údaj je popsán a přebírán z „Inženýrské údaje“, viz kapitola 2.3.2.1.3.

- **Rok posledního provedeného zásahu:** jedná se o rok, ve kterém byl naposledy proveden zásah do vozovky, tedy rok, kdy byl stav vozovky uveden do vyhovujícího stavu, od kterého se dá odvozovat další postup stavu vozovky.
- **Rok aktuální:** tento údaj je popsán a přebírán z modulu „Základní údaje“, viz kapitola 2.3.2.1.1.

2.3.2.1.5. Vyhodnocení úseku

V této části se provádí vyhodnocení posuzovaného úseku vozovky. Vyhodnocení se provádí k posuzovanému roku, max. na 25 let dopředu (viz obr. 12). Před spuštěním vyhodnocení je třeba mít vypočítanu hodnotu indexu PCI. V rámci vyhodnocení systém vytvoří report, ze kterého se uživatel dozví predikovaný vývoj stavu sledovaného úseku komunikace v čase ve dvou variantách – při provádění údržby nebo opravy a bez provedení údržby nebo opravy.

Rok výhledu stavu vozovky v závislosti na údržbě (max. 25 let)	<input type="text"/>
Vyhodnotit sekci	
PCI výhledové:	
Potřeba oprav:	

obr. 12. Znárodnění „Vyhodnocení sekce“

- **Rok výhledu stavu vozovky v závislosti na údržbě (posuzované období):** do kolonky uživatel vepíše rok, ve kterém chce zkoumat výhledový stav komunikace. Možnost volby roku je omezena 25 lety od aktuálního roku. Na základě zvoleného roku program stanovuje degradační model vozovky.
- **Vyhodnocení sekce:** zmáčknutím tlačítka „Vyhodnocení sekce“ je spuštěno vyhodnocení, které vygeneruje report, viz příklad uvedený na obr. 13. V rámci posuzovaného období jsou vyhodnoceny dvě varianty:
 - > S prováděním cyklické údržby vozovky
 - > Bez provádění cyklické údržby, kdy na konci posuzovaného období je provedena velká oprava nebo rekonstrukce

Pro obě varianty je vypočítáno finální PCI a celková finanční náročnost provedené opravy / údržby během posuzovaného období.

Časový návrh technologických opatření						
Provádění údržby						
Rok	Název	Tl. (cm)	Kč/m ²	zvýšení PCI	PCI před	PCI po akci
2015	Preventivní údržba	2	130	9	77,90	86,00
2019	Preventivní údržba	2	130	9	78,89	86,00
PCI výhled pro rok 2020: 84,19						
Bez provádění údržby						
Rok	Název	Tl. (cm)	Kč/m ²	zvýšení PCI	PCI před	PCI po akci
2020	Oprava krytu, těžká údržba (kryt)	10	700	33	54,06	87,06
PCI výhled pro rok 2020: 87,06						
Finanční zhodnocení provedených opatření						
Plocha provedených oprav a údržby: 3500,0 m ²						
Provádění údržby						
2015	Preventivní údržba				455 000,00 Kč	
2019	Preventivní údržba				455 000,00 Kč	
2020				PCI = 84,19	910 000,00 Kč	
Bez provádění údržby						
2020	Oprava krytu, těžká údržba (kryt)				2 450 000,00 Kč	
2020				PCI = 87,06	2 450 000,00 Kč	
Úspora finančních prostředků při provádění údržby:				62,9 %		

obr. 13. Ukázka zprávy - vyhodnocení sekce

2.3.2.1.6. Seznam zadání

Každé jedno vyplněné zadání může být uloženo pro pozdější opakované využití, načteno ze seznamu zadání a může být vymazáno, jak je znázorněno na obr. 14.

		Uložit zadání
D1-10-15_H	Načíst zadání	Smazat zadání

obr. 14. znázornění „Seznam zadání“ v posouzení údržby

3. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

Technické podmínky Ministerstva dopravy ČR

- TP 62 Katalog poruch vozovek s cementobetonovým krytem
- TP 82 Katalog poruch netuhých vozovek
- TP 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek
- TP 91 Rekonstrukce vozovek s cementobetonovým krytem
- TP 92 Navrhování údržby a oprav vozovek s cementobetonovým krytem
- TP 96 Vysprávkování vozovek tryskovou metodou
- TP 115 Opravy trhlin na vozovkách s asfaltovým krytem
- TP 147 Užití asfaltových membrán a geosyntetik v konstrukci vozovky
- TP 148 Hutněné asfaltové vrstvy s asfaltem modifikovaným pryžovým granulátem z pneumatik
- TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací - všeobecná část, katalog, návrhová metoda
- TP 207 Experiment přesnosti - Zařízení pro měření povrchových vlastností a průhybů vozovek PK
- TP 208 Recyklace konstrukčních vrstev netuhých vozovek za studena
- TP 209 Recyklace asfaltových vrstev netuhých vozovek na místě za horka

Normy

- ČSN 73 6175 Měření a hodnocení nerovnosti povrchů vozovek
- ČSN 73 6177 Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek

Články

Stryk, J., Matula, R. Nedestruktivní diagnostické metody pro kontinuální sledování stavu objektů pozemních komunikací. In *Silniční konference 2014 : sborník příspěvků*, Olomouc, 22. – 23. 10. 2014, p 107 – 111.

Stryk, J., Nekula, L., Šachlová, Z., Křivánek, V. Aktivity evropské normalizační skupiny CEN TC 227 /WG5: Povrchové vlastnosti vozovek. *Silniční obzor*, prosinec 2013, roč. 74, č. 12, s. 311-313, ISSN 0322-7154.

Stryk, J., Pospíšil, K. Vozovky s cementobetonovým krytem – příklady uplatnění, technické předpisy a výzkum v této oblasti v ČR. In *Betónové vozovky 2012 : sborník příspěvků*, Bratislava, 24. 10. 2012. Bratislava: Zváz výrobcov cementu Slovenskej republiky, 2012, s. 7-13, ISBN 978-80-969182-7-0.

Stryk, J., Pospíšil, K. Sledování proměnných parametrů vozovek v ČR - používaná zařízení, způsoby hodnocení. Brno: CDV, 2008, 40 s.