

**Ministerstvo dopravy SR  
Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií**

*TP 034*

**TECHNICKÉ PODMIENKY  
METODIKA STANOVENIA FINANČNÝCH KRITÉRIÍ NA  
VÝBER HORNEJ STAVBY VOZOVIEK V CESTNOM  
STAVITEL'STVE**

účinnosť od: 01. 02. 2023

## OBSAH

1	Úvodná kapitola .....	3
1.1	Vzájomné uznávanie .....	3
1.2	Predmet Technických podmienok (TP) .....	3
1.3	Účel TP .....	3
1.4	Použitie TP .....	3
1.5	Vypracovanie TP .....	3
1.6	Distribúcia TP .....	4
1.7	Účinnosť TP .....	4
1.8	Nahradenie predchádzajúcich predpisov .....	4
1.9	Súvisiace a citované právne predpisy .....	4
1.10	Súvisiace a citované normy .....	4
1.11	Súvisiace a citované Technické predpisy rezortu .....	5
1.12	Použitá literatúra .....	6
1.13	Použité skratky .....	7
2	Výber typu krytu vozovky v procese prípravy stavby .....	9
3	Komplexné technicko-ekonomické posudzovanie variantov typu krytu vozovky .....	9
3.1	Vstupy pre komplexné technicko-ekonomické posudzovanie typu krytu vozovky .....	10
3.2	Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe primárnych kritérií .....	11
3.3	Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe nákladovej analýzy životného cyklu stavby (LCCA – Life cycle cost analysis) .....	11
3.4	Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe posúdenia sekundárnych vplyvov .....	13
4	Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe primárnych kritérií .....	14
5	Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe LCCA .....	14
5.1	Analýza životného cyklu stavby (LCA- Life Cycle Analysis) .....	14
5.2	Finančné vyjadrenie nákladov životného cyklu stavby .....	15
6	Výber preferovaného typu krytu vozovky z hľadiska sekundárnych vplyvov .....	17
6.1	Komentár k jednotlivým sekundárnym vplyvom .....	18
6.2	Index dopadu sekundárnych vplyvov .....	21
7	Konečný výber variantu realizácie vozovky .....	22
8	Vzorový príklad .....	24
8.1	Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe primárnych kritérií .....	25
8.2	LCCA: Variant 1 – Vozovka s asfaltovým krytom .....	25
8.3	LCCA: Variant 2 – Vozovka s cementobetónovým krytom, JPCP .....	29
8.4	Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe nákladovej analýzy životného cyklu stavby (LCCA – Life cycle cost analysis) .....	33
8.5	Výber preferovaného typu krytu vozovky z hľadiska sekundárnych vplyvov .....	34
8.6	Konečný výber variantu realizácie vozovky .....	34
8.7	Konečný výber variantu realizácie vozovky – Alternatíva 1: Diaľnica s asfaltovým krytom s použitím technológie výroby teplej asfaltovej zmesi NAZ .....	35
8.8	Konečný výber variantu realizácie vozovky – Alternatíva 2: Diaľnica v intraviláne obce na moste s použitím technológie výroby teplej asfaltovej zmesi NAZ .....	36
8.9	Konečný výber variantu realizácie vozovky – Alternatíva 3: Diaľnica v tuneli .....	37
8.10	Konečný výber variantu realizácie vozovky – Križovatka na ceste I., intravilán .....	38

## 1 Úvodná kapitola

### 1.1 Vzájomné uznávanie

V prípadoch, kedy táto špecifikácia stanovuje požiadavku na zhodu s ktoroukoľvek časťou slovenskej normy ("Slovenská technická norma") alebo inej technickej špecifikácie, možno túto požiadavku splniť zaistením súladu s:

- (a) normou alebo kódexom osvedčených postupov vydaných vnútroštátnym normalizačným orgánom alebo rovnocenným orgánom niektorého zo štátov EHP a Turecka;
- (b) ktoroukoľvek medzinárodnou normou, ktorú niektorý zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu alebo kódex osvedčených postupov;
- (c) technickou špecifikáciou, ktorú verejný orgán niektorého zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu; alebo
- (d) európskym technickým posúdením vydaným v súlade s postupom stanoveným v nariadení Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 305/2011 z 9. marca 2011, ktorým sa ustanovujú harmonizované podmienky uvádzania stavebných výrobkov na trh a ktorým sa zrušuje smernica Rady 89/106/EHS v platnom znení.

Vyššie uvedené pododseky sa nebudú uplatňovať, ak sa preukáže, že dotknutá norma nezaručuje náležitú úroveň funkčnosti a bezpečnosti.

„Štát EHP“ znamená štát, ktorý je zmluvnou stranou dohody o Európskom hospodárskom priestore podpísanej v meste Porto dňa 2. mája 1992, v aktuálne platnom znení.

“Slovenská norma” (“Slovenská technická norma”) predstavuje akúkoľvek normu vydanú Úradom pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky vrátane prevzatých európskych, medzinárodných alebo zahraničných noriem.

### 1.2 Predmet Technických podmienok (TP)

Tieto TP určujú postup komplexného technicko-ekonomického posudzovania a porovnávania vozoviek podľa materiálovo-konštrukčných charakteristík ich krytu. Postup zahŕňa:

- definovanie primárnych kritérií pre výber vozovky s cementobetónovým krytom,
- metódu a postup nákladovej analýzy životného cyklu vozoviek s rôznym typom krytu a metódu pre výpočet ekonomických indikátorov a ich spoľahlivosti,
- metódu posúdenia sekundárnych vplyvov a metódu pre výpočet ich závažnosti a spoľahlivosti,
- metódu pre konečný výber typu krytu vozovky podľa dosiahnutých výsledkov a ich spoľahlivosti.

### 1.3 Účel TP

Účelom týchto TP je určiť systematický postup pre rozhodovací proces v otázke výberu medzi asfaltovým a cementobetónovým krytom vozovky na základe objektívnych kvantifikovateľných ukazovateľov a kritérií definovaných aktuálnou úrovňou poznania v oblasti technických, ekonomických a ekologických faktorov výstavby a prevádzky cestných komunikácií.

### 1.4 Použitie TP

Technické podmienky sú určené správcom pozemných komunikácií, ktorí vykonávajú činnosti týkajúce sa predmetu TP.

### 1.5 Vypracovanie TP

Tieto TP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovala Stavebná fakulta Žilinskej univerzity, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina. Zodpovedný riešiteľ: Ing. Ľuboš Remek, PhD., tel. č. +421 41 513 5863, e-mail: lubos.remek@uniza.sk. Riešitelia: Doc. Ing. Martin Pitoňák, PhD., tel. č. +421 41 513 5515, e-mail: martin.pitonak@uniza.sk, Ing. Peter Danišovič, PhD., tel. č. +421 41 513 5854, e-mail: peter.danisovic@uniza.sk, Ing. Štefan Šedivý, PhD., tel. č. +421 41 513 5861, e-mail: stefan.sedivy@uniza.sk a Doc. Ing. Juraj Šrámek, PhD., tel. č. +421 41 513 5870, e-mail: juraj.sramek@uniza.sk

## 1.6 Distribúcia TP

Elektronická verzia TP sa po schválení zverejní na webovom sídle SSC: [www.ssc.sk](http://www.ssc.sk) (Technické predpisy rezortu).

## 1.7 Účinnosť TP

Tieto TP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

## 1.8 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nahrádzajú TP 034 Metodika stanovenia finančných kritérií na výber hornej stavby vozoviek v cestnom staviteľstve, MDPT SR: 2010 v celom rozsahu.

## 1.9 Súvisiace a citované právne predpisy

- [Z1] Zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon), v znení neskorších predpisov;
- [Z2] vyhláška FMD č. 35/1984 Zb., ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon);
- [Z3] zákon č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z4] vyhláška MV SR č. 9/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z5] zákon č. 133/2013 Z. z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z6] vyhláška MDVRR SR č. 162/2013 Z. z., ktorou sa ustanovuje zoznam skupín stavebných výrobkov a systémy posudzovania parametrov v znení neskorších predpisov;
- [Z7] nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 305/2011 z 9. marca 2011, ktorým sa ustanovujú harmonizované podmienky uvádzania stavebných výrobkov na trh a ktorým sa zrušuje smernica Rady 89/106/EHS v platnom znení;
- [Z8] Zákon č. 254/1998 Z.z. o verejných prácach;
- [Z9] Vyhláška MVR SR č. 83/2008 Zb., ktorou sa vykonáva zákon č. 254/1998 Z. z. o verejných prácach v znení zákona č. 260/2007 Z. z.;
- [Z10] Zákon č. 725/2004 Z.z. o podmienkach prevádzky vozidiel v premávke na pozemných komunikáciách a o zmene a doplnení niektorých zákonov;

## 1.10 Súvisiace a citované normy

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| STN 73 6100                 | Názvoslovie pozemných komunikácií  |
| STN 73 6102                 | Projektovanie križovatiek na pozemných komunikáciách                                   |
| STN 73 6114                 | Vozovky pozemných komunikácií. Základné ustanovenia pre navrhovanie                    |
| STN 73 6121                 | Stavba vozoviek. Hutnené asfaltové vrstvy  |
| STN 73 6123                 | Stavba vozoviek. Cementobetónové kryty   |
| STN 73 6124-1               | Stavba vozoviek. Časť 1: Hydraulicky stmelené vrstvy                                   |
| STN 73 6125                 | Stavba vozoviek. Upravené zeminy   |
| STN 73 6179                 | Rehabilitácia cementobetónových vozoviek pomocou asfaltových zmesí                     |
| STN 73 6180                 | Hmoty na ošetrovanie povrchu čerstvého betónu  |
| STN 73 6242                 | Navrhovanie a zhotovovanie vozoviek na mostoch pozemných komunikácií                   |
| STN 73 6425                 | Stavby pre dopravu. Autobusové, trolejbusové a električkové zastávky                   |
| STN 73 7507                 | Projektovanie cestných tunelov   |
| STN EN 13108-1<br>(73 6163) | Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 1: Asfaltový betón                      |
| STN EN 13108-2<br>(73 6163) | Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 2: Asfaltový koberec veľmi tenký (BBTM) |
| STN EN 13108-3<br>(73 6163) | Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 3: Mäkká asfaltová úprava               |
| STN EN 13108-4<br>(73 6163) | Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 4: Vtláčaná úprava                      |
| STN EN 13108-5<br>(73 6163) | Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 5: Asfaltový koberec mastixový          |
| STN EN 13108-6<br>(73 6163) | Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 6: Liaty asfaltmastixový                |

STN EN 13108-7 (73 6163)	Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 7: Asfaltový koberec drenážny
STN EN 13108-8 (73 6163)	Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 8: R-materiál
STN EN 13108-9 (73 6163)	Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 9: Asfaltová zmes pre ultra tenké vrstvy (AUTL)
STN EN 13877-1 (73 6185)	Cementobetónové vozovky. Časť 1: Materiály
STN EN 13877-2 (73 6185)	Cementobetónové vozovky. Časť 2: Funkčné požiadavky na betónové kryty
STN EN 13877-3 (73 6185)	Cementobetónové vozovky. Časť 3: Technické podmienky na klzné tŕne pre betónové kryty
STN EN 14188-1 (73 6143)	Tesniace vložky a zálievkové hmoty. Časť 1: Technické podmienky pre zálievkové hmoty používané za horúca
STN EN 14188-2 (73 6143)	Tesniace vložky a zálievkové hmoty. Časť 2: Technické podmienky pre zálievkové hmoty používané za studena
STN EN 14188-3 (73 6143)	Tesniace zálievky a prostriedky. Časť 3: Špecifikácie pre tesniace profily
STN EN 12273 (73 6168)	Kalové zákryty. Požiadavky
STN EN 206+A2 (73 2403)	Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda

*Poznámka: Súvisiace a citované normy v platnom znení vrátane dodatkov a národných príloh.*

## 1.11 Súvisiace a citované Technické predpisy rezortu

[T1]	TP 019	Dokumentácia stavieb ciest;
[T2]	TP 024	Systém hospodárenia s vozovkami;
[T3]	TP 033	Navrhovanie netuhých a polotuhých vozoviek;
[T4]	TP 044	Recyklácia asfaltových zmesí na mieste za horúca pre vozovky s dopravným zaťažením triedy II až VI;
[T5]	TP 047	Katalóg technológií na opravy základných typov porúch vozoviek;
[T6]	TP 050	Monitoring vplyvu cestných komunikácií na životné prostredie;
[T7]	TP 057	Metodika pre používanie HDM-4 v podmienkach SR;
[T8]	TP 058	Zosilňovanie asfaltových vozoviek;
[T9]	TP 062	Špeciálna úprava povrchu betónovej mostovky pod izolačnou vrstvou. Kotviaci impregnačný náter a zapečatujúca vrstva;
[T10]	TP 071	Prehliadky, údržba a oprava cestných komunikácií. Diaľnice, rýchlostné cesty a cesty;
[T11]	TP 083	Katalóg porúch asfaltových vozoviek;
[T12]	TP 088	Návrh rehabilitácie cementobetónových vozoviek;
[T13]	TP 098	Navrhovanie cementobetónových vozoviek na cestných komunikáciách;
[T14]	TKP 0	Všeobecne;
[T15]	TKP 6	Hutnené asfaltové zmesi;
[T16]	TKP 7	Liaty asfalt;
[T17]	TKP 8	Cementobetónové kryty vozoviek;
[T18]	TKP 15	Betónové konštrukcie všeobecne;
[T19]	TKP 18	Betón na konštrukcie;
[T20]	TKP 19	Predpäté betónové konštrukcie;
[T21]	TKP 22	Izolačný systém vozovky na moste;
[T22]	TKP 26	Tunely;
[T23]	TKP 27	Zlepšovanie a stabilizácia zemín;
[T24]	TKP 36	Kalové zákryty;
[T25]	TKP 38	Asfaltové zmesi s vysokým modulom tuhosti;
[T26]	TKP 41	Nízkotepelné asfaltové zmesi;
[T27]	KLA 1/2019	Katalógové listy asfaltov;
[T28]	KLAZ 1/2019	Katalógové listy asfaltových zmesí;
[T29]	KLHS 1/2016	Katalógové listy hydraulických spojív;
[T30]	KLK 1/2021	Katalógové listy kameniva;

- [T31] KLK KB 1/2021 Katalógové listy kameniva pre konštrukčné betóny;  
[T32] KLVM 1/2010 Katalógové listy vozoviek na mostoch.

*Poznámka: Súvisiace a citované Technické predpisy rezortu v platnom znení vrátane dodatkov.*

## 1.12 Použitá literatúra

- [L1] Bundesanstalt für Straßenwesen; Preparation of a macroeconomic evaluation of construction methods - excerpt. 2022; [Cestný Výskumný Ústav; Príprava makroekonomického hodnotenia stavebných metód – výňatok; 2022].;
- [L2] Decký Martin, et. all; Cementobetónové vozovky a spevenia dopravných plôch; 2020;
- [L3] Florida Department of Transportation; Pavement Type selection Manual; 2019, [Ministerstvo Dopravy štátu Florida; Manuál pre výber typu vozovky; 2019].;
- [L4] Institution of Civil Engineers; Manual of Highway Design and Management, 2011, [Inštitút Dopravných Inžinierov; Manuál projektovania a riadenia cestných stavieb; 2021].;
- [L5] Michigan Department of Transportation; Pavement Selection Manual; 2021, [Ministerstvo Dopravy štátu Michigan; Príručka pre výber vozovky; 2021].;
- Noshadravan, A, et. all; Comparative pavement life cycle assessment with parameter uncertainty; 2013, [Komparatívna analýza životného cyklu vozovky s neistotou vstupov; 2019].;
- [L6] VUIS – CESTY; Analýza možností použitia asfaltových zmesí v cestných tuneloch z hľadiska ich protipožiarnej bezpečnosti; 2021;
- [L7] Transport Research Board; Guide for Pavement-Type Selection; 2011, [Rada Dopravného výskumu; Príručka pre výber typu vozovky; 2011].;
- [L8] Washington State Department of Transportation; Pavement Policy; 2018, [Ministerstvo Dopravy štátu Washington; Stratégia v oblasti vozoviek; 2018].;

### 1.13 Použité skratky

A	Autobus
BHSV <sub>AB</sub>	Bodová hodnota sekundárneho vplyvu vozovky s asfaltovým krytom
BHSV <sub>CB</sub>	Bodová hodnota sekundárneho vplyvu vozovky s cementobetónovým krytom
BHSV <sub>v</sub>	Bodová hodnota sekundárneho vplyvu sv pre variant realizácie krytu v
BOT	Postav prevádzkuj preved' (Build Operate Transfer)
CBHSV <sub>v</sub>	Celková bodová hodnota sekundárnych vplyvov pri variante realizácie krytu v
ČSHZN <sub>w</sub>	Čistá súčasná hodnota zníženia nákladov pri výbere ekonomicky výhodnejšieho variantu typu krytu vozovky
d	diskontná sadzba
DBFO	Navrhni postav financuj prevádzkuj (Design Build Finance Operate)
EIA	Posudzovanie vplyvov na životné prostredia (Environmental Impact Assessment)
ENUCČ <sub>v,i</sub>	Ekonomické náklady užívateľov na cestovný čas pri variante realizácie krytu v v roku <i>i</i>
ENUPV <sub>v,i</sub>	Ekonomické náklady užívateľov na prevádzku vozidiel pri variante realizácie krytu v v roku <i>i</i>
FIDIC	Medzinárodná federácia konzultačných inžinierov
HDM-4	Highway development and management
HMA	Asfaltová zmes vyrábaná za horúca (Hot mix asphalt)
<i>i</i>	Rok referenčného obdobia LCCA
IRI	Pozdĺžna nerovnosť (International Roughness Index)
JPCP	Spojito nevystužená cementobetónová vozovka (Jointed plain concrete pavement)
KNS <sub>v,i</sub>	Kapitálové náklady správcu pri variante realizácie krytu v v roku <i>i</i>
KTEP	Komplexné technicko-ekonomické posudzovanie a porovnávanie variantov typu krytu vozovky
LCA	Analýza životného cyklu stavby (Life cycle analysis)
LCCA	Nákladová analýza životného cyklu (Life cycle cost analysis)
LCCA <sub>pf</sub>	Preferovaný variant typu krytu vozovky z hľadiska LCCA
N1	Nákladné vozidlo kategórie N1 - vozidlo projektované a konštruované na prepravu tovaru s najväčšou prípustnou celkovou hmotnosťou neprevyšujúcou 3 500 kg
N2	Nákladné vozidlo kategórie N2 - vozidlo projektované a konštruované na prepravu tovaru s najväčšou prípustnou celkovou hmotnosťou vyššou ako 3 500 kg, ale neprevyšujúcou 12 000 kg
N3	Nákladné vozidlo kategórie N3 - vozidlo projektované a konštruované na prepravu tovaru s najväčšou prípustnou celkovou hmotnosťou vyššou ako 12 000 kg
NS	Nákladné vozidlo kategórie NS - súpravy ťahača s návesom
NAZ	Nízkotepelná asfaltová zmes
NČSHZN <sub>w</sub>	Neistota z hľadiska čistej súčasnej hodnoty zníženia nákladov pri preferovanom variante
NV	Nákladné vozidlá
O	Osobné vozidlo
PSV	Posudzovanie sekundárnych vplyvov
RPDI	Ročný priemer denných intenzít
RUT	Priečna nerovnosť (Rutting)
SEH PS-P	Systém ekonomického hodnotenia prevádzkovej spôsobilosti a výkonnosti cestných komunikácií prioritný
SHNČ <sub>AB</sub>	Súčasná hodnota nákladov životného cyklu vozovky s asfaltovým krytom
SHNČ <sub>CB</sub>	Súčasná hodnota nákladov životného cyklu vozovky s cementobetónovým krytom
SHNČ <sub>mv</sub>	Súčasná hodnota nákladov životného cyklu ekonomicky menej výhodného variantu typu krytu vozovky
SHNČ <sub>vv</sub>	Súčasná hodnota nákladov životného cyklu ekonomicky výhodnejšieho variantu typu krytu vozovky
SON	Smerné orientačné oceňovacie nástroje

SV <sub>pf</sub>	Preferovaný variant typu krytu vozovky z hľadiska sekundárnych vplyvov
TDZ	Trieda dopravného zaťaženia
TNV <sub>p,no</sub>	Ťažké nákladné vozidlá
VVP <sub>vv</sub>	Vnútorne výnosové percento výhodnejšieho variantu realizácie vozovky



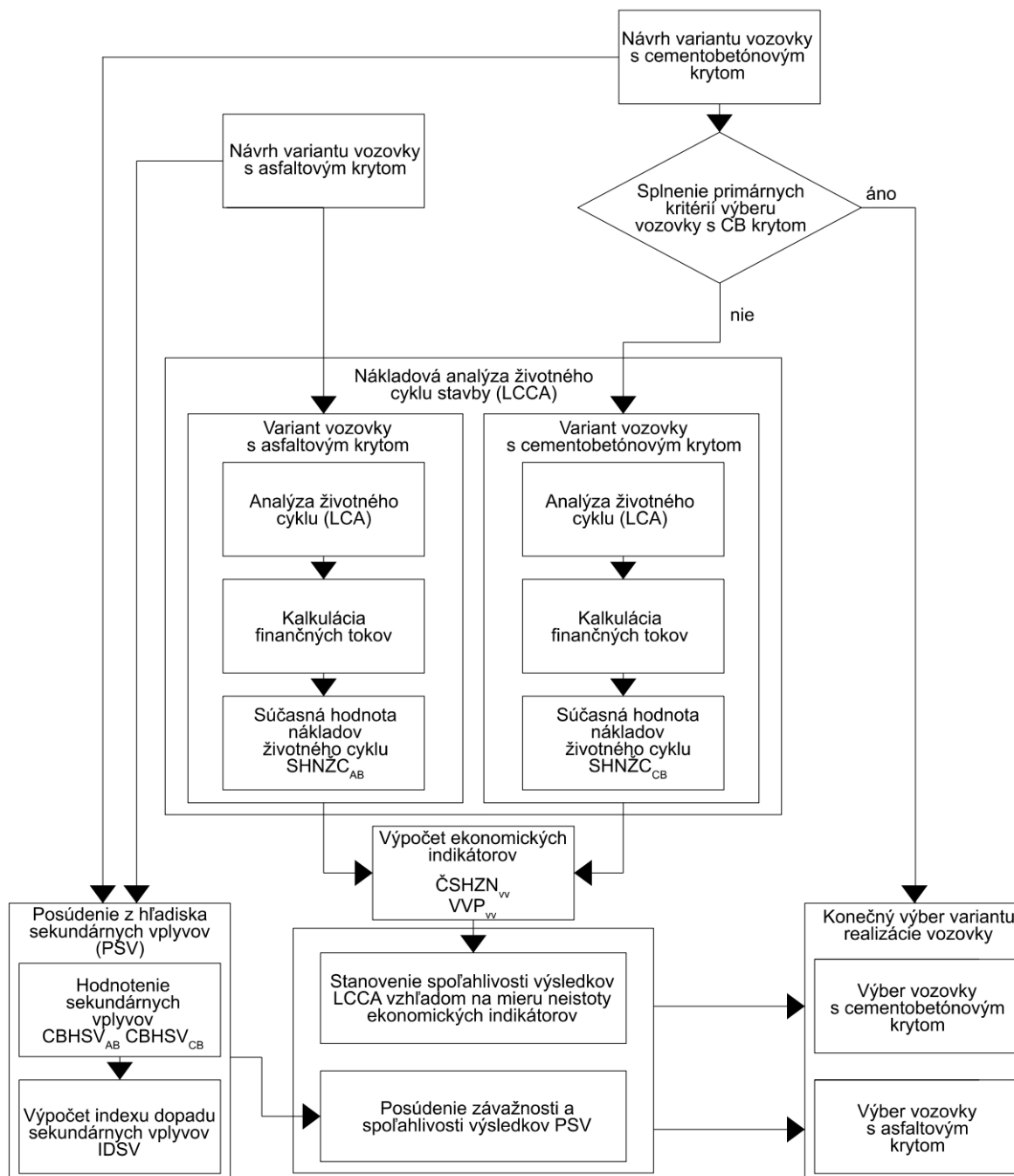
## 2 Výber typu krytu vozovky v procese prípravy stavby

Kryt vozovky má zásadný dopad na životný cyklus vozovky a celej cestnej stavby. Kryt vozovky ovplyvňuje funkčnú spôsobilosť vozovky v priebehu jej životného cyklu, má zásadný dopad na kapitálové náklady správcu vo fáze realizácie a prevádzky stavby a do veľkej miery vplyva na užívateľov stavby a jej okolie. Z tohto dôvodu musí byť vozovka z hľadiska výberu krytu posudzovaná variantne, už vo fáze predinvestičnej prípravy na úrovni technickej štúdie, štúdie uskutočniteľnosti a EIA. Varianty materiálovo-konštrukčnej charakteristiky krytu vozovky by mali predstavovať sub-alternatívy variantov trasovania, t.j. každý variant trasovania cestnej stavby by mal mať sub-varianty pre realizáciu vozovky s asfaltovým krytom a cementobetónovým krytom. Posudzovanie a porovnávanie variantov materiálovo-konštrukčnej charakteristiky krytu vozovky so zohľadnením ich technických parametrov a ekonomických dopadov výstavby a prevádzky sa nazýva „Komplexné technicko-ekonomické posudzovanie a porovnávanie variantov typu krytu vozovky (KTEP)“.

V prípade verejnej stavby, ktorá bude obstarávaná podľa zmluvných podmienok na stavebné práce podľa projektovej dokumentácie vypracovanej, resp. zabezpečenej objednávateľom (Červená kniha FIDIC) je nutné o materiálovo-konštrukčnej charakteristike krytu definitívne rozhodnúť najneskôr na úrovni technickej prípravy verejnej práce. [Z8], [Z9].

## 3 Komplexné technicko-ekonomické posudzovanie variantov typu krytu vozovky

Kľúčovými prvkami KTEP je nákladová analýza životného cyklu (LCCA – Life cycle cost analysis) stavby pri variantných materiálovo-konštrukčných riešeniach krytu vozovky a posudzovanie sekundárnych vplyvov (PSV) realizácie a prevádzky vozovky s daným typom krytu, viď obrázok 1. Kľúčom k dosiahnutiu nestrannosti a vysokej výpovednej hodnoty záverov KTEP je zabezpečenie vysokej úrovne vstupov.



Obrázok 1 - Komplexného technicko-ekonomické posudzovanie variantov typu krytu vozovky

### 3.1 Vstupy pre komplexné technicko-ekonomické posudzovanie typu krytu vozovky

#### 3.1.1 Návrh vozoviek

Samotnému KTEP predchádza navrhnutie vozoviek s rôznymi materiálovo-konštrukčnými charakteristikami krytu, ktoré sa v rámci KTEP budú porovnávať. Pri navrhovaní vozoviek sa musí postupovať v súlade s STN 73 6114, STN 73 6124-1 a STN 73 6125. Vozovky s asfaltobetónovým krytom sa musia navrhnúť v súlade s [T3], STN 73 6121 a STN EN 13108-1 a realizovať v súlade [T15]. Vozovky s cementobetónovým krytom sa musia navrhnúť v súlade s [T13], STN 73 6123, STN EN 13877-1, STN EN 13877-2, STN EN 13877-3 a realizovať v súlade s [T17].

### 3.1.2 Podklady pre nákladovú analýzu životného cyklu vozovky (LCCA – Life cycle cost analysis)

Nákladová analýza životného cyklu sa vykonáva v dvoch krokoch:

- Analýzu životného cyklu stavby (LCA – Life cycle analysis)
- Ocenenie finančných a ekonomických tokov v jednotlivých rokoch projektu

Podkladom analýzy životného cyklu stavby je buď mechanisticko-empirický model prevádzkovej spôsobilosti a prevádzkovej výkonnosti vozovky integrovaný v programe Highway Development and Management HDM-4 kalibrovaný na podmienky SR [T7], alebo analyticko-experimentálny model, ktorý môže byť odvodený z dlhodobého monitorovania vozoviek SR, alebo získaný experimentálne pomocou metódy akcelerovaného testovania vozoviek SR, napríklad model integrovaný v programe SEH PS-P Systém ekonomického hodnotenia prevádzkovej spôsobilosti a výkonnosti cestných komunikácií prioritný. Zároveň je nutné použiť údržbové štandardy a zásahové kritéria technológií opráv vozoviek cestných komunikácií určené v [T2], definované v kalibračnom súbore programu HDM-4, alebo v knižnici technológií integrovaného systému ekonomického hodnotenia SEH PS-P.

Podkladom pre ocenenie kapitálových nákladov správcu spojených s realizáciou stavby a nákladov na údržbu a opravy vozovky by mali byť aktuálne smerné orientačné oceňovacie nástroje (SON) stavebných prác. Pre ocenenie nákladov užívateľov stavby v priebehu jej životného cyklu je možné použiť program HDM-4 s použitím jednotkových nákladov flotily charakteristických vozidiel dopravného prúdu SR s jednotkovými cenami indexovanými pre rok vykonania analýzy, alebo program SEH PS-P.

### 3.1.3 Podklady pre posudzovanie sekundárnych faktorov realizácie a prevádzky vozovky

Podkladom pre posudzovanie sekundárnych vplyvov PSV je tabuľka 2, vid' kapitola 6.1. Riešiteľ PSV môže použiť iné bodové hodnoty sekundárnych faktorov pre jednotlivé varianty typu krytu vozovky, ak ich dokáže zdôvodniť zdrojmi s vysokou odbornou a vedeckou hodnotou, ktorých závery musia byť aplikovateľné na podmienky SR.

## 3.2 Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe primárnych kritérií

Podrobný opis primárnych kritérií je v kapitole 4. Primárne kritéria umožňujú vybrať vozovku s cementobetónovým krytom vozovky bez ďalšieho posudzovania v prípade, ak výskum aj prax opakovane preukázali výhodnosť použitia cementobetónovej vozovky. Jedná sa o tieto prípady:

- Cestný úsek s ročným priemerom denných intenzít väčším ako 3000 TNV<sub>p,no</sub>,
- Odstavné plochy pre ťažké nákladné vozidlá,
- Autobusové a trolejbusové zastávky a stanice.

Použitie primárnych kritérií pre výber typu krytu vozovky je možné len na základe konsenzu medzi riešiteľom KTEP (zodpovedajúcim za správnosť technického riešenia) a budúcim správcom cestnej komunikácie (zodpovedným za naplnenie verejného záujmu), že použitie primárnych kritérií je opodstatnené a je možné upustiť od ďalších krokov KTEP.

## 3.3 Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe nákladovej analýzy životného cyklu stavby (LCCA – Life cycle cost analysis)

Podrobný postup LCCA je opísaný v kapitole 5. Prvým krokom LCCA je analýza životného cyklu stavby (LCA – Life cycle analysis). V LCA je použitý model prevádzkovej spôsobilosti, ktorý vyjadruje degradáciu premenných parametrov vozovky v čase, pôsobením dopravného zaťaženia a klimatických podmienok. V priebehu životnosti je aplikovaná periodická údržba vozovky a rehabilitácie vozovky, ktorých technológie sú volené podľa [T2] a ich načasovanie uvažuje s proaktívnym prístupom podľa stavu premenných parametrov vozovky.

Kalkulácia finančných tokov pozostáva zo sčítania kapitálových nákladov správcu a finančne vyjadrených ekonomických spoločenských nákladov spojených s prevádzkovaním cestnej stavby. Suma diskontovaných ročných finančných tokov, alebo hodnota kumulatívneho diskontovaného finančného toku stavby v poslednom roku posudzovaného obdobia je súčasná hodnota nákladov životného cyklu stavby SHNŽC, vid' vzorec 1.

$$SHN\check{Z}C_v = \sum_{i=1}^n \frac{(KNS_{v,i} + ENUPV_{v,i} + ENUC\check{C}_{v,i})}{(1+d)^i} \quad (1)$$

SHN\check{Z}C <sub>v</sub>	Súčasná hodnota nákladov životného cyklu variantu realizácie vozovky v [€]
ENUC\check{C} <sub>v,i</sub>	Ekonomické náklady užívateľov na cestovný čas pri variante realizácie krytu v v roku i [€]
ENUPV <sub>v,i</sub>	Ekonomické náklady užívateľov na prevádzku vozidiel pri variante realizácie krytu v v roku i [€]
KNS <sub>v,i</sub>	Kapitálové náklady správcu pri variante realizácie krytu v v roku i [€]
d	diskontná sadzba [%]
i	rok referenčného obdobia LCCA

SHN\check{Z}C je vypočítaná pre varianty vozovky s asfaltovým a cementobetónovým krytom. Z hľadiska LCCA je preferovaný variant ten, ktorý má nižšiu súčasnú hodnotu nákladov životného cyklu, vid' vzorec 2.

$$LCCA_{pf} = \min(SHN\check{Z}C_{AB}, SHN\check{Z}C_{CB}) \quad (2)$$

LCCA <sub>pf</sub>	Preferovaný variant typu krytu vozovky z hľadiska LCCA
SHN\check{Z}C <sub>AB</sub>	Súčasná hodnota nákladov životného cyklu vozovky s asfaltovým krytom [€]
SHN\check{Z}C <sub>CB</sub>	Súčasná hodnota nákladov životného cyklu vozovky s cementobetónovým krytom [€]

LCCA<sub>pf</sub> je z hľadiska ekonomického posúdenia označený ako ekonomicky výhodnejší variant a je označený indexom vv. Druhý variant je označený indexom mv ako ekonomicky menej výhodný. Rozdiel SHN\check{Z}C<sub>vv</sub> výhodnejšieho variantu a SHN\check{Z}C<sub>mv</sub> menej výhodného variantu je čistá súčasná hodnota zníženia nákladov pri výbere ekonomicky výhodnejšieho variantu ČSHZN<sub>vv</sub>, vid' vzorec 3.

$$\check{C}SHZN_{vv} = SHN\check{Z}C_{vv} - SHN\check{Z}C_{mv} \quad (3)$$

\check{C}SHZN <sub>vv</sub>	Čistá súčasná hodnota zníženia nákladov pri výbere ekonomicky výhodnejšieho variantu typu krytu vozovky [€]
SHN\check{Z}C <sub>vv</sub>	Súčasná hodnota nákladov životného cyklu ekonomicky výhodnejšieho variantu typu krytu vozovky [€]
SHN\check{Z}C <sub>mv</sub>	Súčasná hodnota nákladov životného cyklu ekonomicky menej výhodného variantu typu krytu vozovky [€]

Kľúčový ukazovateľ pri výbere ekonomicky výhodnejšieho variantu realizácie krytu vozovky je vnútorné výnosové percento ekonomicky výhodnejšieho variantu realizácie krytu vozovky VVP<sub>vv</sub>. VVP<sub>vv</sub> je úroková miera pri ktorej sa suma rozdielov úročených finančných tokov oboch variantov rovná 0, resp., úročené finančné toky výhodnejšieho variantu sa rovnajú úročeným finančným tokom menej výhodného variantu, vid' vzorec 4.

$$\sum_{i=1}^n \frac{(KNS_{vv,i} + ENUPV_{vv,i} + ENUC\check{C}_{vv,i})}{(1 + VVP_{vv})^i} = \sum_{i=1}^n \frac{(KNS_{mv,i} + ENUPV_{mv,i} + ENUC\check{C}_{mv,i})}{(1 + VVP_{vv})^i} \quad (4)$$

VVP <sub>vv</sub>	Vnútorné výnosové percento výhodnejšieho variantu realizácie vozovky
-------------------	--

Oba indikátory VVP<sub>vv</sub> aj \check{C}SHZN<sub>vv</sub> sú použité pri posúdení spoľahlivosti výsledkov LCCA. VVP<sub>vv</sub> vypovedá o miere ekonomickej efektivity preferovaného variantu, \check{C}SHZN<sub>vv</sub> predstavuje objem ekonomických prínosov preferovaného variantu. Spoľahlivosť výsledku LCCA sa odvíja od miery neistoty, ktorú predstavuje rozdiel medzi \check{C}SHZN<sub>vv</sub> a SHN\check{Z}C<sub>mv</sub>. Vzhľadom na charakter výpočtu je VVP<sub>vv</sub> priamym vyjadrením tejto neistoty z hľadiska ekonomickej efektivity preferovaného variantu.

Neistotu z hľadiska reálneho dosiahnutia vypočítaného objemu ekonomických prínosov preferovaného variantu vypočítame podľa vzorca 5. Spoľahlivosť výsledku LCCA vzhľadom na mieru neistoty ekonomických indikátorov udáva tabuľka 1.

$$N\check{S}HZN_{vv} = \frac{\check{S}HZN_{vv}}{SHZN_{mv}} 100 \quad (5)$$

$N\check{S}HZN_{vv}$  Neistota z hľadiska čistej súčasnej hodnoty zníženia nákladov pri preferovanom variante [%]

Tabuľka 1 - Spoľahlivosť výsledku LCCA vzhľadom na mieru neistoty ekonomických indikátorov

VVP <sub>vv</sub> , [%]	$N\check{S}HZN_{vv}$ [%]	Spoľahlivosť výsledku LCCA
> 60	> 5	Veľmi vysoká
	3 – 5	
	1 – 3	
	< 1	
45 – 60	> 5	Veľmi vysoká
	3 – 5	Vysoká
	1 – 3	Priemerná
	< 1	Vysoká
30 – 45	> 5	Priemerná
	3 – 5	Nízka
	1 – 3	Priemerná
	< 1	Nízka
15 – 30	> 5	Priemerná
	3 – 5	Nízka
	1 – 3	Veľmi nízka
	< 1	Nízka
< 15	> 5	Veľmi nízka
	3 – 5	Nízka
	1 – 3	Nízka
	< 1	Veľmi nízka

### 3.4 Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe posúdenia sekundárnych vplyvov

PSV je dodatočným, ale dôležitým nástrojom KTEP. Sekundárne vplyvy krytu vozovky sú technické, dopravné, ekologické, ekonomické a bezpečnostné dopady výstavby a prevádzky vozovky s daným typom krytu vozovky. Niektoré z týchto vplyvov sú objektívne finančne vyjadrené v LCCA, niektoré nie je možné objektívne finančne vyjadriť. Posúdenie je bodovým súčtom variantného riešenia vozovky, pričom váha každého vplyvu je vyjadrená bodovou hodnotou, viď vzorec 6. Opis sekundárnych vplyvov a ich bodová hodnota sú podrobne opísaná v kapitole 6.

$$CBHSV_v = \sum_{sv=1}^{SV} BHSV_v \quad (6)$$

$CBHSV_v$  Celková bodová hodnota sekundárnych vplyvov pri variante realizácie krytu vozovky  $v$

$BHSV_v$  Bodová hodnota sekundárneho vplyvu  $SV$  pre variant realizácie krytu vozovky  $v$

$SV$  Sekundárny vplyv

Variant s vyššou sumou bodovej hodnoty sekundárnych vplyvov je preferovaný variant z hľadiska posúdenia sekundárnych vplyvov, viď vzorec 7.

$$SV_{pf} = \max(BHSV_{AB}, BHSV_{CB}) \quad (7)$$

SV <sub>pf</sub>	Preferovaný variant typu krytu vozovky z hľadiska sekundárnych vplyvov
BHSV <sub>AB</sub>	Bodová hodnota sekundárneho vplyvu vozovky s asfaltovým krytom
BHSV <sub>CB</sub>	Bodová hodnota sekundárneho vplyvu vozovky s cementobetónovým krytom

#### 4 Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe primárnych kritérií

Kryt vozovky môže byť vybraný bez analýzy životného cyklu len na základe konsenzu medzi riešiteľom KTEP (zodpovedajúcim za správnosť technického riešenia) a budúcim správcom cestnej komunikácie (zodpovedným za naplnenie verejného záujmu), že použitie primárnych kritérií je opodstatnené a je možné upustiť od ďalších krokov KTEP.

Vozovka spĺňa kritériá, ktoré preukázateľne znemožňujú použitie alternatívnej technológie konštrukčného riešenia krytu.

Výber vozovky s cementobetónovým krytom je možné vykonať bez ďalšieho posudzovania a v nasledujúcich prípadoch:

- Cestný úsek s ročným priemerom denných intenzít väčším ako 3000 TNV<sub>p,no</sub> – ťažké nákladné vozidlá majú päťnásobne väčší podiel účinku na stratu prevádzkovej výkonnosti vozovky ako ľahké nákladné vozidlá, resp. dvojnásobne väčší podiel ako stredné nákladné vozidlá. Ťažké nákladné vozidlá v dopravnom prúde tiež znižujú kapacitu komunikácie svojou veľkosťou, pomalšou cestovnou rýchlosťou a obmedzením možností predbiehať. Pri intenzite väčšej ako 3000 TNV<sub>p,no</sub> sa výrazne znižuje cestovná rýchlosť dopravného prúdu a môžu vzniknúť kolóny, státie a pomalá rýchlosť TNV<sub>p,no</sub> majú veľmi nepriaznivý vplyv na vozovky s asfaltovým krytom.
- Odstavné plochy pre ťažké nákladné vozidlá – pre statickú dopravu neexistujú degradačné modely, ale státie TNV<sub>p,no</sub> na vozovkách s asfaltovým krytom vedie k rýchlej tvorbe plastických deformácií, predovšetkým v letných mesiacoch.
- Autobusové a trolejbusové zastávky a stanice – Predovšetkým na mestských komunikáciách sa odporúča použitie vozoviek s cementobetónovým krytom.

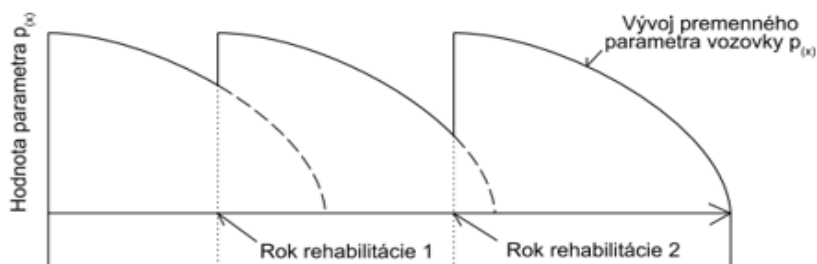
#### 5 Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe LCCA

Nákladová analýza životného cyklu stavby umožňuje identifikovať preferovaný variant realizácie typu krytu vozovky z hľadiska maximalizácie efektívnosti verejných zdrojov (hodnota za peniaze). Od LCCA je možné upustiť len v presne definovaných prípadoch, viď. kapitola 4.

##### 5.1 Analýza životného cyklu stavby (LCA - Life Cycle Analysis)

LCA je prvým krokom LCCA a spočíva v predikcii straty funkčnej spôsobilosti (prevádzkovej spôsobilosti a prevádzkovej výkonnosti) vozovky a plánovaní rehabilitácií, ktoré kontinuálne predlžujú životnosť vozovky.

Dĺžka životného cyklu stavby sa pre vozovky s asfaltovým a cementobetónovým krytom líši. Životnosť vozoviek s asfaltovým krytom s dopravným zaťažením tried I a II sa uvažuje 20 rokov (na diaľniciach najmenej 25 rokov), v prípade vozoviek s cementobetónovým krytom sa životnosť uvažuje najmenej 25 rokov (na diaľniciach najmenej 30 rokov). Okrem prípadov, kedy cestná stavba stratí svoj význam a je zlikvidovaná, alebo prestane byť využívaná na svoj pôvodný účel, životný cyklus vozovky končí stratou prevádzkovej kapacity po ktorej nasleduje komplexná rekonštrukcia. Aby bolo možné teoreticky predĺžiť životný cyklus vozovky sa asfaltovým krytom na úroveň cementobetónovej vozovky a vykonať LCCA, treba v LCA uplatniť proaktívny prístup pri návrhu plánu rehabilitácií a zabrániť strate únosnosti vozovky v priebehu životného cyklu, viď. obrázok 2. Samotné načasovanie a výber technológií rehabilitácie v priebehu životného cyklu stavby bude mať zásadný vplyv na tok kapitálových nákladov správcu komunikácie aj na ekonomické spoločenské toky spojené s prevádzkou stavby.



Obrázok 2 - Všeobecný tvar LCA – vývoj teoretického parametra v tvare  $p(x) 1 - 0$

### 5.1.1 Plánovanie periodickej údržby a rehabilitácie pre vozovky s asfaltovým krytom

Periodická údržba na vozovkách s asfaltovým krytom sa navrhuje tak, aby trhliny vznikajúce v obrusnej vrstve boli opravené pred tým než sa z nich, pôsobením mrazových cyklov a vyjazďovania materiálu, stanú výtlky. Opravy výtlkov sa uvažujú v 12 mesačných cykloch na jar, aby sa znížil ich dopad na prevádzkové náklady užívateľov cestnej stavby.

Rehabilitácie sa navrhujú podľa [T5], podľa degradácie premenných parametrov vozovky, aby spĺňali zásahové kritériá stanovené v [T7]. Dôležité je načasovať rehabilitácie tak, aby nedošlo k vzniku únavovej trhliny na spodnom okraji krytu vozovky, t.j. najlepšie pred dosiahnutím tretej štvrtiny životného cyklu vozovky. Hrúbka zosilnenia sa navrhuje podľa [T8]. Keďže strata únosnosti vozovky nevychádza z diagnostických meraní, ale jedná sa o predikciu, ako ekvivalent sa použije strata parametra pozdĺžnej nerovnosti IRI (International Roughness Index), alebo sa použije výpočet zvyškovej životnosti vozovky podľa [T3].

### 5.1.2 Plánovanie periodickej údržby a rehabilitácie pre vozovky s cementobetónovým krytom

Periodická údržba na cementobetónových nevystužených vozovkách s dilatačnými škárami (JPCP) sa vykonáva predovšetkým opravou výplne dilatačných a pracovných škár. Táto oprava je realizovaná podľa typu materiálu (silikón, asfalt, tlačené tesnenia) v periodicite, ktorá zohľadňuje porušenie týchto zálievok a tesniacich prvkov. Druhým typom periodickej zásahu je impregnácia povrchu vozovky ako ochrana pred nepriaznivým vplyvom chemických posypových hmôt.

Technológie rehabilitácie volíme podľa [T12] a v ňom odporúčaných zásahových kritérií. Podľa použitých degradačných modelov by hlavné zásahy mali zahŕňať plošné výspravky, úpravu povrchu prebrúsením a výmeny cementobetónových dosiek.

## 5.2 Finančné vyjadrenie nákladov životného cyklu stavby

V priebehu životného cyklu stavby vznikajú kapitálové (finančné) náklady na strane správcu cestnej stavby a ekonomické náklady spoločnosti. Sú to:

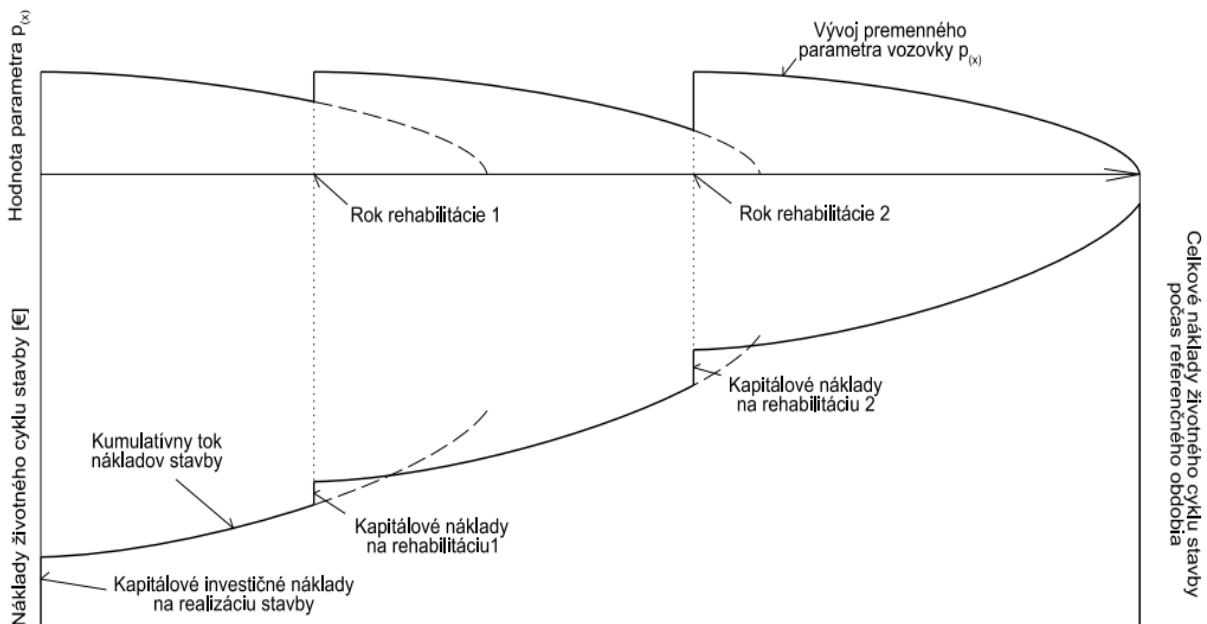
- Investičné kapitálové náklady na realizáciu stavby.
- Kapitálové náklady na prevádzku, údržbu a rehabilitácie stavby.
- Užívateľské ekonomické náklady na prevádzku vozidiel.
- Užívateľské ekonomické náklady na cestovný čas.
- Externé ekonomické náklady

Investičné náklady predstavujú výdavky, ktoré vzniknú investorovi vo fáze obstarávania a ktoré stavebník vynaloží v súvislosti s prípravou, realizáciou a úspešným odovzdaním cestnej stavby. Tok investičných (kapitálových) nákladov predstavuje finančné požiadavky na zabezpečenie plynulého, bezpečného a ekologického výstavbového procesu. Tieto náklady sú vyjadrené na každom stupni projektovej dokumentácie stavby ako cena verejnej práce, alebo ako rekapitulácia kapitálových výdavkov verejnej práce [Z9]. Pre potreby KTEP sa uvažuje len s investičnými nákladmi súvisiacimi s výstavbou krytu vozovky a vyvolanými investíciami súvisiacimi s krytom vozovky.

Očakávané finančné (kapitálové) požiadavky na údržbu a rehabilitáciu vyplynú z ich načasovania. Podľa predikovaného stavu premenných parametrov vozovky je stanovená zodpovedajúca technológia rehabilitácie, ktorá je následne ocenená podľa aktuálnych SON. Pre potreby KTEP sa uvažuje len s prevádzkovými nákladmi súvisiacimi s vozovkou.

Najväčší podiel na celom finančnom toku životného cyklu majú ekonomické náklady užívateľov stavby. Ich ocenením získavame toky nákladov užívateľov vo finančnom vyjadrení. Tieto ekonomické toky sú funkciou premenných a nepremenných parametrov stavby a počtu jej užívateľov. So zhoršujúcim sa stavom vozovky a rastom dopravnej intenzity sa zvyšujú fyzické spotreby vozidiel a dĺžka cestovného času. Model výpočtu fyzických spotrieb prevádzky vozidiel by mal byť založený na mechanisticko-empirickom modeli, v rámci ktorého sa posudzuje schopnosť vozidla dosiahnuť požadovanú rýchlosť, resp. rýchlosť ekonomickej a bezpečnej jazdy ohraničenej maximálnou povolenou rýchlosťou na danom úseku. Výsledkom sú fyzické spotreby pohonných hmôt, mazadiel, pneumatík, náhradných dielov, servisných hodín a iné. Spotreba cestovného času je počítaná ako podiel súčinu dopravnej intenzity a dĺžky komunikácie s cestovnou rýchlosťou. Fyzické spotreby vozidiel a cestovný čas posádky vozidla, pasažierov a cestovného času sú prenášané jednotkovými cenami platnými pre rok výpočtu LCCA, výsledkom sú ekonomické náklady vo finančnom vyjadrení. Súčtom kapitálových a finančne vyjadrených ekonomických nákladov v danom roku vzniká ročný finančný tok. Načítavaním ročných finančných tokov vzniká kumulatívny finančný tok. Výška kumulatívneho finančného toku v poslednom roku LCCA je súčasná hodnota nákladov životného cyklu variantu realizácie vozovky, SHNŽCv, vid' obrázok 3.

Externé ekonomické náklady (externality) spojené so životným prostredím, rozvojom regiónu, zvyšovaním životnej úrovne, plnením medzinárodných záväzkov a iné sú ťažko kvantifikovateľné. V rámci LCCA v KTEP by tok týchto abstraktných nákladov mohol skresliť výsledok LCCA. Externality sú do istej miery zahrnuté v PSV.



Obrázok 3 - Všeobecný tvar LCA a LCCA



## 6 Výber preferovaného typu krytu vozovky z hľadiska sekundárnych vplyvov

V rámci posúdenia sa načítajú body pre oba typy konštrukčného riešenia krytu vozovky, vid'. vzorec 6. Použijú sa vždy len tie vplyvy, ktoré sú relevantné pre konkrétny posudzovaný prípad (týka sa to predovšetkým vplyvov 2 až 5). Uvedené hodnoty môžu byť upravené riešiteľom KTEP v prípade, že dokáže preukázateľne podložiť zmenu úrovne poznania závermi publikovanými v recenzovaných vedeckých časopisoch. Takáto zmena musí byť schválená objednávatel'om KTEP.

Tabuľka 2 - Sekundárne vplyvy na výber krytu vozovky a ich bodové hodnotenie

Sekundárne vplyvy		Vozovky s asfaltovým krytom BHSV <sub>AB</sub>	Vozovky s cementobetónovým krytom BHSV <sub>CB</sub>
1a	geotechnické a hydrogeologické pomery stabilné podložie	0	0
1b	celkové a nerovnomerné sadanie podložia	4	1*
2a	uplatnenie podľa TNV <sub>p,no</sub> pri: nízkych intenzitách ťažkej nákladnej dopravy (TNV <sub>p,no</sub> < 501)	3	1
2b	stredných intenzitách ťažkej nákladnej dopravy (TNV <sub>p,no</sub> ≥ 501, < 1501)	???*	???*
2c	vysokých intenzitách ťažkej nákladnej dopravy (TNV <sub>p,no</sub> ≥ 1501)	1*	4
3a	uplatnenie v intraviláne miest a obcí v súvislých úsekoch	3	1
3b	na križovatkách svetelne neriadených s čakacou dobou < 45 s	4	1
3c	na križovatkách svetelne neriadených s čakacou dobou > 45 s s podielom N2+N3+NS+A < 2%	4	1
3d	na križovatkách svetelne neriadených s čakacou dobou > 45 s s podielom N2+N3+NS+A ≥ 2 %, < 5 %	3	2*
3e	na križovatkách svetelne neriadených s čakacou dobou > 45 s s podielom N2+N3+NS+A ≥ 5%	3	3*
3f	na križovatkách svetelne riadených s podielom N2+N3+NS+A < 2%	4	1
3g	na križovatkách svetelne riadených s podielom N2+N3+NS+A ≥ 2 %, < 5 %	3	2*
3h	na križovatkách svetelne riadených s podielom N2+N3+NS+A ≥ 5%	3	3*
3i	na križovatkách svetelne riadených s podielom N2+N3+NS+A ≥ 5% a čakacou dobou > 45 s	3	4
4	uplatnenie na mostoch	3	1
5	uplatnenie v tuneloch	0	0
6	skúsenosti s výstavbou a údržbou cesty	2	1*
7	nezávislosť na surovinách dovážaných zo zahraničia	1	3
8	životnosť vozovky	1	4
9a	časová a technologická náročnosť opráv: lokálnych	2	1
9b	v súvislých úsekoch	3	1
10	nezávislosť výstavby a opráv konštrukcie na meteorologických vplyvoch	2	1
11	možnosť recyklácie pri rekonštrukcii vozovky	0	0
12	komfort jazdy	0	0
13	protišmykové vlastnosti povrchu vozovky po uvedení do prevádzky	2	1*
14	trvanlivosť protišmykovej úpravy povrchu	1	3
15	svetlosť povrchu vozovky	1	3
16	hlučnosť povrchu na novo budovaných pozemných komunikáciách	3	2

17a	dopad na životné prostredie v súvislosti s výstavbou	???	???
17b	počas životnosti	1	3

\* viď. komentár v kap. 6.1

## 6.1 Komentár k jednotlivým sekundárnym vplyvom

### 1 Geotechnické a hydrogeologické pomery

#### - 1a stabilné podložie

V prípade stabilného podložia sú obe technológie ekvivalentné.

#### - 1b celkové a nerovnomerné sadanie podložia

Ak možno očakávať celkové a nerovnomerné sadanie vozovky, sú vhodnejšie vozovky s asfaltovým krytom, ktoré sa lepšie prispôbia dlhodobému nárastu deformácií. K sadaniu môže dôjsť buď z dôvodu málo únosného podložia, vysokého násypu na stredne únosnom podloží, alebo v prípade nepriaznivých hydrogeologických pomerov.

Ak podložie nevyhovuje použitiu vozovky s cementobetónovým krytom, môže byť súčasťou stavby zlepšenie únosnosti podložia, napr. mechanickou úpravou, výmenou málo únosnej vrstvy podložia, aplikácia zosilňujúcej vrstvy, alebo použitím geosyntetík. Ak sú náklady na tieto práce obsiahnuté v LCCA, použije sa pre vozovku s cementobetónovým krytom hodnota 4 body.

### 2 Uplatnenie podľa $TNV_{p,no}$

#### - 2a pri nízkych intenzitách nákladnej dopravy

Pri podiele  $TNV_{p,no} < 501$  RPDÍ sa uprednostňuje použitie asfaltového krytu.

#### - 2b pri stredných intenzitách nákladnej dopravy

Pri podiele  $TNV_{p,no} \geq 501$ ,  $< 1501$  RPDÍ, nadobúdajú vozovky s asfaltovým krytom a cementobetónovým krytom hodnoty 1, alebo 2 podľa podrobnejších intervalov v tabuľke 3.

Tabuľka 3 - Bodové hodnoty pre uplatnenie pri stredných intenzitách podľa podrobnejších intervalov

$TNV_{p,no}$	Vozovky s asfaltovým krytom	Vozovky s cementobetónovým krytom
501 - 800	2	1
801 - 1200	2	2
1201 - 1500	1	2

#### - 2c pri vysokých intenzitách nákladnej dopravy

Pri podiele  $TNV_{p,no} \geq 1501$  RPDÍ, sa uprednostňuje voľba cementobetónového krytu.

Vrstvy vozoviek z asfaltových zmesí s modifikovanými spojivami alebo z asfaltových zmesí s vysokým modulom tuhosti podľa [T25] vykazujú vyššiu odolnosť a životnosť, než vrstvy z bežných asfaltových zmesí. Ak sú náklady na takéto konštrukčné riešenie vozovky s asfaltovým krytom obsiahnuté v LCCA, použije sa pre vozovku s asfaltovým krytom upravená hodnota 2 body ak je životnosť vozovky navrhnutá podľa [T3] na  $\geq 24$  rokov, resp. 3 body, ak je životnosť vozovky navrhnutá podľa [T3] na  $> 29$  rokov.

### 3 Uplatnenie v intraviláne miest a obcí

#### - 3a v súvislých úsekoch

Z dôvodu potencionálnych zásahov do konštrukcie vozovky sa v súvislosti s rozširovaním a údržbou sietí v mestách odporúča aplikácia asfaltového krytu.

#### - 3b na križovatkách svetelne neriadených s čakacou dobou $< 45$ s

Neriadené križovatky s čakacou dobou menšou ako 45 s umožňujú plynulý tok dopravného prúdu a nízku intenzitu brzdenia, v radiacich pruhoch nehrozí vznik plastických deformácií. Odporúča sa aplikácia asfaltového krytu.

#### - 3c na križovatkách svetelne neriadených s čakacou dobou $> 45$ s s podielom $N2+N3+NS+A < 2\%$

Neriedené križovatky s čakacou dobou väčšou ako 45 s predstavujú prekážku, môže dochádzať k výraznému spomaleniu dopravného prúdu a státiu. Avšak, pri dopravnej intenzite vozidiel nad 3,5 tony do 2% RPDI nehrozí vznik plastických deformácií. Odporúča sa aplikácia asfaltového krytu.

- 3d na križovatkách svetelne neriadených s čakacou dobou > 45 s s podielom  $N2+N3+NS+A \geq 2\%$ , < 5 %

Neriedené križovatky s čakacou dobou väčšou ako 45 s predstavujú prekážku, môže dochádzať k výraznému spomaleniu dopravného prúdu a státiu. Použitie cementobetónového krytu môže byť opodstatnené ak je podiel vozidiel nad 3,5 tony  $\geq 2\%$ , < 5 % z RPDI, doba čakania v križovatke je výrazne dlhšia ako 45 sekúnd a križovatka sa nachádza v teplej klimatickej zóne, vid'. [T7], bodové hodnotenie vozovky s cementobetónovým krytom môže byť v takom prípade zvýšené na 3 body.

- 3e na križovatkách svetelne neriadených s čakacou dobou > 45 s s podielom  $N2+N3+NS+A \geq 5\%$

Neriedené križovatky s čakacou dobou väčšou ako 45 s predstavujú prekážku, môže dochádzať k výraznému spomaleniu dopravného prúdu a státiu. Použitie cementobetónového krytu môže byť opodstatnené ak je podiel vozidiel nad 3,5 tony  $\geq 5\%$  z RPDI, doba čakania v križovatke je výrazne dlhšia ako 45 sekúnd a križovatka sa nachádza v teplej klimatickej zóne, vid'. [T7], bodové hodnotenie vozovky s cementobetónovým krytom môže byť v takom prípade zvýšené na 4 body.

- 3f na križovatkách svetelne riadených s podielom NV < 2 %

Pri nízkom objeme nákladnej dopravy nepredstavuje státie v radiaciach pruhoch riziko vzniku trvalých deformácií. Odporúča sa aplikácia asfaltového krytu.

- 3g na križovatkách svetelne riadených s podielom NV  $\geq 2\%$ , < 5 %

Pri strednom objeme nákladnej dopravy nepredstavuje státie v radiaciach pruhoch riziko vzniku trvalých deformácií. Vozovke s cementobetónovým krytom môže byť priradená hodnota 3 body, ak doba čakania v križovatke je výrazne dlhšia ako 45 sekúnd a križovatka sa nachádza v teplej klimatickej zóne, vid'. [T7].

- 3h na križovatkách svetelne riadených s podielom NV  $\geq 5\%$

Pri vysokom objeme nákladnej dopravy predstavuje státie v radiaciach pruhoch riziko vzniku trvalých deformácií. V prípade, že doba čakania v križovatke je výrazne dlhšia ako 45 sekúnd a križovatka sa nachádza v teplej klimatickej zóne, vid'. [T7], môže byť vozovke s cementobetónovým krytom priradená hodnota 4 body.

- 3i na križovatkách svetelne riadených s podielom NV  $\geq 5\%$  a čakacou dobou > 45 s

Pri veľmi vysokom objeme nákladnej dopravy a dlhej dobe čakania predstavuje státie v radiaciach pruhoch vysoké riziko vzniku trvalých deformácií. Preferované sú vozovky s cementobetónovým krytom.

#### 4 Uplatnenie na mostoch

Štandardným riešením na mostoch je aplikácia asfaltového krytu, a to aj v prípadoch, kedy sú nadväzujúce úseky realizované ako cementobetónové. Aplikácia cementobetónového krytu sa odporúča v prípadoch, keď sa na moste uvažuje s vysokým dopravným zaťažením, alebo s pomaly sa pohybujúcou až zastavujúcou dopravou. Pri zhotovovaní cementobetónového krytu na betónovej mostovke je nutné zabezpečiť špeciálnu úpravu povrchu mostovky, kotviaci impregnačný náter a zabezpečujúcu vrstvu v zmysle [T9].

#### 5 Uplatnenie v tuneloch

Pri dodržaní platných TPR [T22], [T28] je použitie betónových a asfaltových vozoviek v tuneli rovnocenné.

#### 6 Skúsenosti s výstavbou a prevádzkou cesty

Menšie skúsenosti s výstavbou cementobetónových vozoviek na strane zhotoviteľov a prevádzkovania na strane správcov dáva výhodu použitiu vozoviek s asfaltovým krytom. Použitie cementobetónovej vozovky môže mať hodnotu 2 body v prípade, že stavba bude prevádzkovaná správcom, ktorý už má skúsenosti so správou vozoviek s cementobetónovým krytom.

#### 7 Nezávislosť na surovinách dovážaných zo zahraničia

V prípade vozoviek s asfaltovým krytom ide o ropu, ktorá sa musí dovážať čo je riziko pre surovinovú bezpečnosť SR.

V prípade vozoviek s cementobetónovým krytom je potrebné použiť kvalitný cestný cement, v ktorého produkcii je Slovensko sebestačné.

### 8 Životnosť vozovky

Životnosť vozoviek s asfaltovým krytom s dopravným zaťažením tried I a II sa uvažuje 20 rokov (na diaľniciach najmenej 25 rokov). Na konci životnosti vznikajú na spodnom okraji asfaltových vrstiev únavové trhliny, tieto sa prekopírujú na povrch vozovky čo vedie k vnikaniu vody do konštrukcie vozovky, ktorá pôsobením a mrazových cyklov poškodí podkladovú vrstvu. Vzniku únavovej trhliny je možné predísť včasným zosilnením konštrukcie, ktoré zníži napätia na spodnom okraji asfaltových vrstiev. Prakticky je možnosť opakovane zosilňovať vozovku obmedzená prípustným zvyšovaním nivelety.

V prípade vozoviek s cementobetónovým krytom sa životnosť uvažuje najmenej 30 rokov. V prípade najčastejšie používaných spojitostne nevystužených cementobetónových dosiek (JPCP) dochádza ku vzniku trhlín na spodnom okraji betónových dosiek len v prípade poruchy podkladových vrstiev, alebo podložia. Ak je cementobetónová vozovka správne nadimenzovaná z hľadiska teplotného a vodného režimu [T13] a vybudovaná v požadovanej kvalite [T17], dôslednou údržbou škár a opravou drobných porúch a ošetrovaním povrchu je možné predĺžiť životnosť vozovky o desiatky rokov.

### 9 Časová a technologická náročnosť opráv

#### - 9a lokálne opravy

Vďaka využitiu betónov s rýchlym nárastom pevnosti, ktoré umožňujú nahradenie celých dosiek v rámci 36 hodinového dopravného obmedzenia, sa výrazne znížila nevýhoda cementobetónových krytov z hľadiska lokálnych opráv. Cenovo vychádza výhodnejšie asfaltová technológia.

#### - 9b opravy v súvislých úsekoch

Pri použití normálnych betónov sa z dôvodu dlhšej doby tvrdnutia betónu výraznejšie predlžuje doba uzávierky.

### 10 Nezávislosť výstavby a opráv konštrukcie na meteorologických vplyvoch

Kladenie vozovky s cementobetónovým krytom je možné bez zvláštnych opatrení iba pri teplote vzduchu nižšej ako 30 °C. Pri výstavbe cementobetónových krytov nie je možné využiť krátkodobu vhodnú klimatickú podmienku, ktoré sú postačujúce pre realizáciu asfaltových krytov.

### 11 Možnosť recyklácie pri rekonštrukcii vozovky

Recyklácia je možná pri vozovkách s asfaltovým aj s cementobetónovým krytom. V oboch prípadoch je možná až 100 % recyklácia.

### 12 Komfort jazdy

Cementobetónový kryt so škárami s osadenými klznými trňmi a kotvami zabezpečuje rovnaký komfort jazdy ako asfaltový kryt. V prípade cementobetónového krytu sa musí zabezpečiť správna funkcia klzných trňov a ich potrebný počet pri jazdných pruhoch s väčším dopravným zaťažením. V prípade asfaltového krytu sa pri návrhu konštrukcie musí zohľadniť plánované dopravné zaťaženie vo vzťahu k vyjazďovaniu koľají.

### 13 Protišmykové vlastnosti povrchu vozovky na novo budovaných pozemných komunikáciách

Protišmykové vlastnosti povrchu vozovky novo budovaných úsekov pozemných komunikácií asfaltovou a cementobetónovou technológiou sú porovnateľné. Makrotextúra povrchu vozovky je hlbšia pri asfaltových vozovkách, čo zvyšuje šmykový odpor, keď je povrch vozovky mokrá. Makrotextúru cementobetónovej vozovky je možné zväčšiť úpravou povrchu, napr. vytvorením textúry povrchu kefou, alebo technológiou krytu s obnaženým kamenivom (vymývaný betón). Hodnota pre cementobetónový kryt sa upraví na 2 body, ak bola cena technológie vytvorenia hlbšej makrotextúry zahrnutá v LCCA.

### 14 Trvanlivosť protišmykovej úpravy povrchu

Vyššiu životnosť protišmykovej úpravy majú vozovky s cementobetónovým krytom. U asfaltových vozoviek rýchlejšie dochádza k strate makrotextúry, obrusovaniu povrchu a vypieraniu. U cementobetónových vozoviek dochádza k vyhladeniu povrchu. Navrátenie pôvodných protišmykových vlastností povrchu je možné prebrúsením cementobetónových vozoviek, ktoré má väčšiu životnosť ako použitie náterov asfaltových vozoviek.

### 15 Svetlosť povrchu vozovky

Svetlejší povrch vozovky s cementobetónovým krytom je z hľadiska bezpečnosti premávky výhodou nielen v tuneloch, ale tiež vo voľnej trase za jazdy v tme alebo v daždi. V prípade vozoviek s asfaltovým krytom možno dosiahnuť zlepšenie použitím svetlého, prírodného alebo umelého kameniva, prípadne bezfarebného spojiva v obrusnej vrstve vozovky.

### 16 Hlučnosť povrchu na novo budovaných komunikáciách

Obe technológie sú schopné zabezpečiť povrch vozovky s nízkou hladinou hluku pri uvedení do prevádzky po realizácii, rekonštrukcii a modernizácii vozovky. Vozovky s asfaltovým krytom a obrusnou vrstvou z asfaltového koberca mastixového [T15] a vozovky s cementobetónovým krytom s úpravou povrchu technológiou obnaženého kameniva [T17] dosahujú porovnateľné úrovne hlučnosti povrchu. Frekvencia zvuku pri jazde po cementobetónovom kryte je účastníkmi premávky vnímaná ako menej príjemná v porovnaní s jazdou po vozovke s asfaltovým krytom. Nižšie úrovne hlučnosti povrchu vozovky možno dosiahnuť použitím obrusnej vrstvy z asfaltového koberca drenážneho alebo zo špeciálnych asfaltových zmesí zabezpečujúcich zároveň lepšie protišmykové vlastnosti. Hlučnosť povrchu vozovky úzko súvisí s protišmykovými vlastnosťami a komfortom jazdy. V konkrétnych prípadoch môžu byť dosahované rôzne hodnoty hlučnosti povrchu vozovky.

### 17 Dopad na životné prostredie

#### - 17a v súvislosti s výstavbou

Výskum zaoberajúci sa porovnaním energetickej náročnosti a potenciálom globálneho otepľovania pri extrakcie asfaltu a portlandského cementu a následným porovnaním výroby asfaltovej zmesi a betónu a ich pokládky pri stavbe krytu vozovky neprináša jednoznačné a presvedčivé závery, alebo prináša závery, ktoré sú skreslené vplyvom priemyslových záujmových skupín oboch odvetví. Preto uvažujeme oba typy vozoviek za ekvivalentné.

V súčasnosti existuje viacero metód znižovania energetickej náročnosti a tvorby skleníkových plynov pri výstavbe krytov cestných komunikácií. Pri vozovkách s asfaltovým krytom sa jedná predovšetkým o náhradu horúcich asfaltových zmesí nízkoteplotnými asfaltovými zmesami, vid'. [T26] – pridávaním prímies do asfaltu vzniká penoasfalt, ktorý umožňuje obalenie kameniva aj pri nižších teplotách. Pri vozovkách s cementobetónovým krytom ide predovšetkým o náhradu vysokouhlíkových cementov nízkouhlíkovými cementami s vyšším podielom trosky a mletého vápenca. Ak je v čase posúdenia typu vozovky stanovené, či budú tieto technológie použité, je možné upraviť bodové hodnotenie nasledovne:

Tabuľka 4 - Bodové hodnotenie krytov vozoviek z hľadiska dopadu na životné prostredie, pri využití technológií znižujúcimi dopad na životné prostredie

Použitá technológia pri porovnaní dopadov na životné prostredie		Bodová hodnota	
NAZ	Nízkouhlíkové cementy	Vozovky s asfaltovým krytom	Vozovky s cementobetónovým krytom
nie	nie	0	0
áno	nie	2	0
nie	áno	0	2
áno	áno	0	0

#### - 17b Počas životnosti

Vozovky s cementobetónovým krytom si počas životnosti vyžadujú nižšiu frekvenciu rehabilitácií než vozovky s asfaltovým krytom. Vozovky s cementobetónovým krytom tiež majú v porovnaní s vozovkami s asfaltovým krytom lepšiu odrazivosť slnečných lúčov (vysoký albedo efekt), ktorý prispieva k ochladzovaniu zemského povrchu a hlavne okolia cestnej komunikácie.

Betón tiež v priebehu životného cyklu spätne pohlcuje CO<sub>2</sub>, čo je z technického hľadiska nežiadúci efekt známy ako karbonizácia betónu, z hľadiska životného prostredia je výhodou, keďže betón ako konštrukcia, recyklovaný materiál, alebo odpadový materiál pohltil podstatnú časť CO<sub>2</sub>, ktorý vznikol pri jeho výrobe.

## 6.2 Index dopadu sekundárnych vplyvov

Index dopadu sekundárnych vplyvov vyjadruje závažnosť a zároveň mieru spoľahlivosti výsledkov posúdenia sekundárnych vplyvov. Index dopadu sekundárnych vplyvov sa vypočíta podľa vzorca 8. Hodnota indexu dopadu sekundárnych vplyvov stanovuje závažnosť a spoľahlivosť výsledkov PSV, vid'. tabuľka 5.

$$IDS\ V = \left[ \left( \frac{CBHSV_{pv}}{CBHSV_{nv}} \right)^2 - 1 \right] 100 \quad (8)$$

IDS\ V	Index dopadu sekundárnych vplyvov [%],
CBHS\ V <sub>pv</sub>	Celková bodová hodnota posúdenia sekundárnych vplyvov preferovaného variantu
CBHS\ V <sub>nv</sub>	Celková bodová hodnota posúdenia sekundárnych vplyvov nepreferovaného variantu

Tabuľka 5 - Posúdenie závažnosti a spoľahlivosti výsledkov PSV

IDS\ V	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV
< 10	Veľmi nízka
10 – 20	Nízka
20 – 30	Priemerná
30 – 40	Vysoká
> 40	Veľmi vysoká

## 7 Konečný výber variantu realizácie vozovky

Ak preferovaný variant nebol vybraný na základe primárnych kritérií, LCCA a PSV by mali poskytnúť dostatok objektívnych indikátorov pre výber preferovaného variantu. Keďže LCCA a PSV sú do istej miery založené na podobných vstupoch (investičné náklady, náklady na údržbu a rehabilitácie, objem dopravy, životnosť vozovky atď.), je pravdepodobné, že ich závery sa budú zhodovať. V takom prípade by mal byť vybraný preferovaný variant identifikovaný v LCCA a PSV. Ak sa závery LCCA a PSV zhodujú, ale oba nástroje poskytujú závery s nízkou spoľahlivosťou, rozhodnutie by malo byť na preferencií správcu, resp. správca by mal zohľadniť dodatočné (terciálne) vplyvy, vid'. tabuľka 6.

Napriek tomu, že LCCA a PSV sú založené na sčasti podobných vstupoch, ich závery sa zhodovať nemusia. Výber preferovaného variantu by mal byť v takom prípade založený na spoľahlivosti výsledkov, ktoré oba nástroje dosiahli. V prípade že záver LCCA a PSV sa líši a obe dosahujú výsledky s priemernou a vyššou mierou spoľahlivosti, je nutné posúdiť príčiny, prečo k tomuto stavu dochádza, vid'. tabuľka 7.

Tabuľka 6 - Konečný výber typu krytu vozovky pri zhode v preferovanom variante podľa LCCA a PSV

Spoľahlivosť výsledku LCCA	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV	Výber variantu typu krytu vozovky
Veľmi nízka	Veľmi nízka	Výber podľa preferencie správcu
	Nízka	
	Priemerná	Výber podľa záverov LCCA a PSV
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	
Nízka	Veľmi nízka	Výber podľa preferencie správcu
	Nízka	Výber podľa záverov LCCA a PSV
	Priemerná	
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	
Priemerná	Veľmi nízka	Výber podľa záverov LCCA a PSV
	Nízka	
	Priemerná	
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	
Vysoká	Veľmi nízka	Výber podľa záverov LCCA a PSV

	Nízka	
	Priemerná	
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	
Veľmi vysoká	Veľmi nízka	
	Nízka	
	Priemerná	
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	

Tabuľka 7 - Konečný výber typu krytu vozovky pri nehode v preferovanom variante podľa LCCA a PSV

Spoľahlivosť výsledku LCCA	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV	Výber variantu typu krytu vozovky
Veľmi nízka	Veľmi nízka	Výber podľa preferencie správcu
	Nízka	
	Priemerná	
	Vysoká	Výber podľa výsledku PSV
	Veľmi vysoká	
Nízka	Veľmi nízka	Výber podľa preferencie správcu
	Nízka	Výber podľa výsledku PSV
	Priemerná	
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	
Priemerná	Veľmi nízka	Výber podľa výsledku LCCA
	Nízka	Posúdenie príčin protichodných záverov LCCA a PSV
	Priemerná	
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	
Vysoká	Veľmi nízka	Výber podľa výsledku LCCA
	Nízka	Posúdenie príčin protichodných záverov LCCA a PSV
	Priemerná	
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	
Veľmi vysoká	Veľmi nízka	Výber podľa výsledku LCCA
	Nízka	Posúdenie príčin protichodných záverov LCCA a PSV
	Priemerná	
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	

## 8 Vzorový príklad

Ako príklad použitia KTEP bol vybraný úsek diaľnice v teplej klimatickej zóne s vysokým dopravným zaťažením.

Trieda: D 24,5/120

Dĺžka: 26,7 km, extravián

Režim dopravy: prímestský

RPDI: 19 359

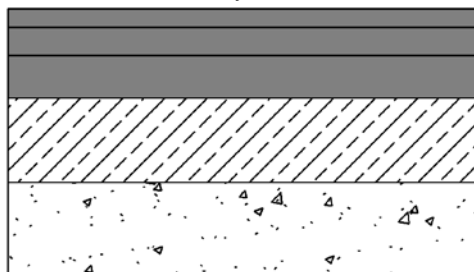
TNV<sub>p,no</sub>: 553

Tabuľka 8 - Zloženie dopravného prúdu

O	N1	N2	N3	NS	A	Spolu
10150	794	271	155	668	148	12186

### Variant 1 – Vozovka s asfaltovým krytom

Konštrukcia vozovky: Variant 1 – Vozovka s asfaltovým krytom

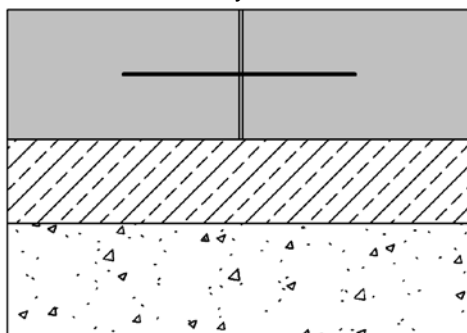


Tabuľka 9 - Konštrukcia vozovky: Variant 1 – Vozovka s asfaltovým krytom

Asfaltový koberec mastixový	SMA 11 O, PMB 45/80-75	40 mm
Asfaltový postrek spojovací PS	PS, A 0,5 kg/m <sup>2</sup>	
Asfaltový betón pre ložnú vrstvu	AC 16 L, PMB 45/80-55	60 mm
Asfaltový postrek spojovací PS	PS, A 0,5 kg/m <sup>2</sup>	
Asfaltový betón pre hornú podkl. vrstvu	AC 22 P, PMB 25/55-65	90 mm
Asfaltový infiltračný postrek	PI, A 0,8 kg/m <sup>2</sup>	
Cementom stemelená zmes	CBGM C12/15 22	180 mm
Nestmelená vrstva zo štrkodrviny	ŠD 31.5 GC	200 mm

### Variant 2 – Vozovka s cementobetónovým krytom, JPCP

Konštrukcia vozovky: Variant 2 – Vozovka s cementobetónovým krytom, JPCP



Tabuľka 10 - Konštrukcia vozovky: Variant 2 – Vozovka s cementobetónovým krytom, JPCP

Kryt cementobetónový dvojvrstvový	CB I, C30/37	280 mm
Cementom stemelená zmes	CBGM C12/15 22	180 mm
Nestmelená vrstva zo štrkodrviny	ŠD 31.5 GC	250 mm



## 8.1 Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe primárnych kritérií

Variant 2 - Vozovka s cementobetónovým krytom, JPCP, nespĺňa žiadne z primárnych kritérií.

## 8.2 LCCA: Variant 1 – Vozovka s asfaltovým krytom

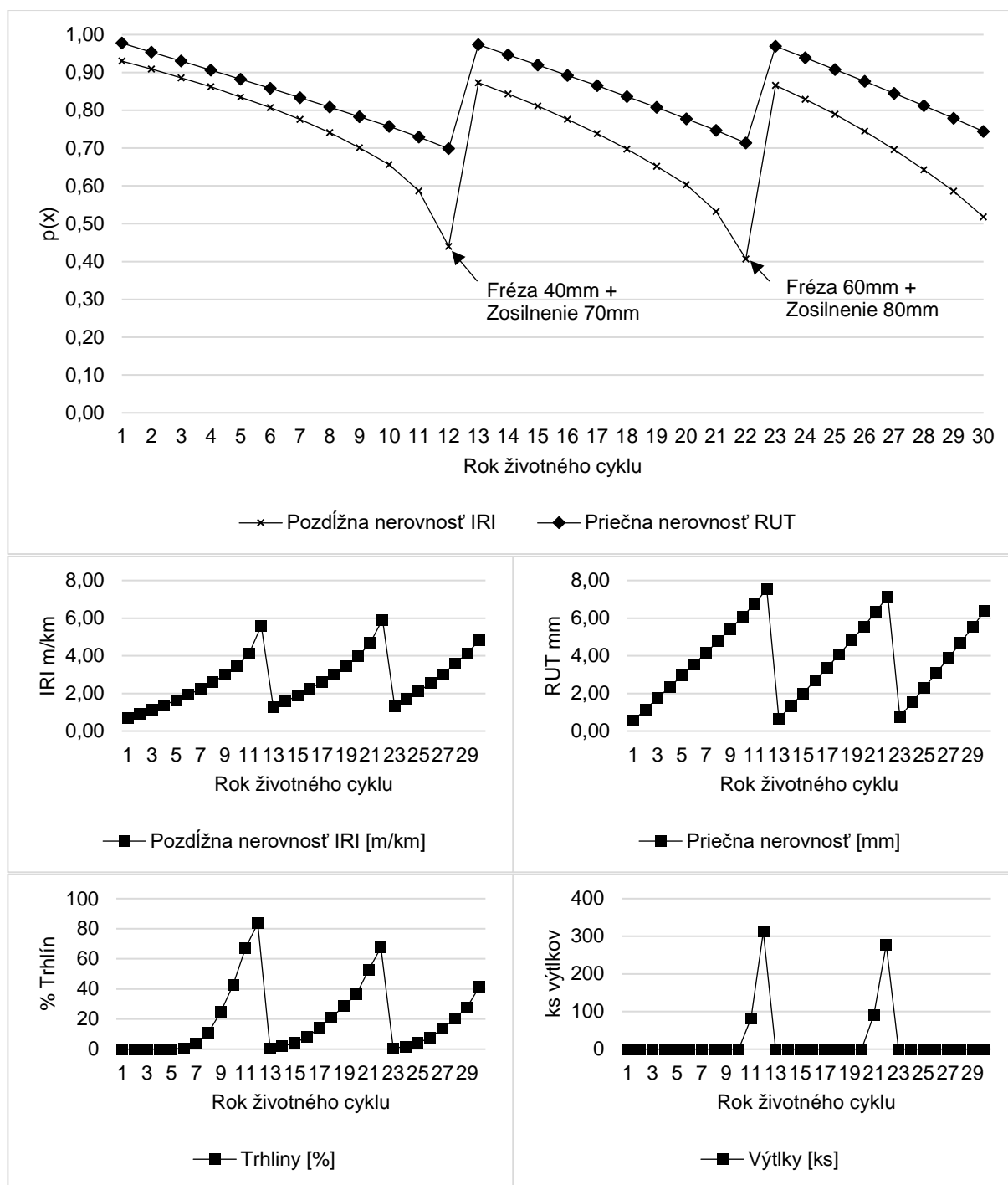
Vozovka je navrhnutá ako asfaltová vozovka pre prvú triedu dopravného zaťaženia (TDZ I), dimenzovaná na počet prejazdov návrhovej nápravy  $N_c = 27,48 \cdot 10^6$ , čo pri danej dopravnej intenzite predstavuje životnosť 25 rokov. Dôslednou aplikáciou údržby a dvomi rehabilitáciami v priebehu životného cyklu bude životnosť predĺžená na 30 rokov.

### 8.2.1 Analýza životného cyklu stavby – LCA

LCA bola spracovaná na základe výstupov programu HDM-4. Pri LCA sa dbalo na správne nastavenie účinkov jednotlivých vozidiel flotily dopravného prúdu. V degračnom modeli bolo vypnuté modelovanie premenného parametra vyjazďovania materiálu (Raveling), ktorý je pri vozovkách so spevneným krytom zanedbateľný. Rehabilitácia bola vykonaná v oboch prípadoch v klasifikačnom stupni 4 z hľadiska parametra IRI. Údržba bola nastavená ako práce zalievania trhlín a opravy výtlkov s dvanásť mesačným cyklom opakovania. Rehabilitácia bola volená podľa [T2], hrúbka frézovania bola zvolená podľa hĺbky RUT a plošného rozpadu vozovky a hrúbka zosilnenia podľa zvyškovej prevádzkovej kapacity v roku rehabilitácie.

Tabuľka 11 - LCA – vývoj premenných parametrov vozovky v priebehu životného cyklu – Variant 1

Rok životného cyklu	Parameter					
	Hodnota			p(x)		
	Pozdĺžna nerovnosť IRI [m/km]	Trhliny [%]	Výtlky [ks]	Priečna nerovnosť [mm]	Pozdĺžna nerovnosť IRI	Priečna nerovnosť RUT
1	0.70	0.00	0	0.56	0.93	0.98
2	0.91	0.00	0	1.15	0.91	0.95
3	1.14	0.00	0	1.75	0.89	0.93
4	1.38	0.00	0	2.34	0.86	0.91
5	1.65	0.00	0	2.95	0.84	0.88
6	1.93	0.60	0	3.55	0.81	0.86
7	2.24	3.72	0	4.16	0.78	0.83
8	2.59	11.19	0	4.78	0.74	0.81
9	2.99	24.75	0	5.42	0.70	0.78
10	3.44	42.81	0	6.07	0.66	0.76
11	4.13	67.07	81	6.77	0.59	0.73
12	5.60	83.60	312	7.54	0.44	0.70
13	1.27	0.68	0	0.66	0.87	0.97
14	1.57	1.91	0	1.33	0.84	0.95
15	1.89	4.24	0	2.01	0.81	0.92
16	2.24	8.12	0	2.69	0.78	0.89
17	2.62	14.09	0	3.38	0.74	0.86
18	3.03	21.15	0	4.09	0.70	0.84
19	3.48	28.79	0	4.81	0.65	0.81
20	3.97	36.46	0	5.56	0.60	0.78
21	4.68	52.65	91	6.33	0.53	0.75
22	5.93	67.58	278	7.16	0.41	0.71
23	1.34	0.62	0	0.76	0.87	0.97
24	1.71	1.78	0	1.53	0.83	0.94
25	2.11	4.01	0	2.31	0.79	0.91
26	2.55	7.76	0	3.09	0.75	0.88
27	3.04	13.55	0	3.89	0.70	0.84
28	3.57	20.39	0	4.70	0.64	0.81
29	4.14	27.74	0	5.54	0.59	0.78
30	4.82	41.34	0	6.40	0.52	0.74



Obrázok 4 Vývoj premenných parametrov vozovky v priebehu životného cyklu – Variant 1

Tabuľka 12 - Technológie údržby a rehabilitácie a ich načasovanie v priebehu životného cyklu – Variant 1

Rok	Technológia údržby a rehabilitácie	Výmera [m <sup>2</sup> ]	Rok	Technológia údržby a rehabilitácie	Výmera [m <sup>2</sup> ]
2031	Zalievanie trhlín	15 043,07	2042	Zalievanie trhlín	5 663,56
2032	Zalievanie trhlín	6 207,75	2043	Zalievanie trhlín	5 905,37
2033	Zalievanie trhlín	6 207,75	2044	Zalievanie trhlín	6 207,75
2034	F40+HZ70	413 850,00	2045	F60+HZ80	413 850,00
2039	Zalievanie trhlín	10 714,13	2050	Zalievanie trhlín	6 693,91
2040	Zalievanie trhlín	17 020,45	2051	Zalievanie trhlín	13 830,03
2041	Zalievanie trhlín	25 083,96			

## 8.2.2 Kalkulácia finančných tokov – ocenenie LCA

Investičné kapitálové náklady boli ocenené aktuálnymi SON. Všetky náklady vstupujú do výpočtu bez DPH. Keďže sa jedná o posúdenie krytu vozovky z celkových investičných nákladov sú vyňaté všetky stavebné práce, ktoré nesúvisia s výstavbou krytu vozovky. Ak si konkrétny typ krytu vozovky vyžaduje výrazné zmeny v ostatných častiach stavebného diela (napr. podložie, zemné práce, technologické vybavenie, zariadenie staveniska atď.), súvisiace zvýšenie nákladov je nutné do nákladov zahrnúť. To isté platí aj pri zmenách vo vyvolaných investíciách, alebo zábere pozemkov.

Tabuľka 13 - Kapitálové investičné náklady krytu vozovky – Variant 1 (pozn. Cenová úroveň Q2 2022)

Vrstva	Označenie	Hrúbka [mm]	Stavebné náklady [€]
Asfaltový koberec mastixový	SMA 11 O, PMB 45/80-75	40	4 200 578
Asfaltový postrek spojovací PS	PS, A 0,5 kg/m <sup>2</sup>		144 848
Asfaltový betón pre ložnú vrstvu	AC 16 L, PMB 45/80-55	60	4 779 968
Asfaltový postrek spojovací PS	PS, A 0,5 kg/m <sup>2</sup>		144 848
Asfaltový betón pre hornú podkl. vrstvu	AC 22 P, PMB 25/55-65	90	6 513 999
Asfaltový infiltračný postrek	PI, A 0,8 kg/m <sup>2</sup>		302 111
Cementom stmelená zmes	CBGM C12/15 22	180	5 773 208
Nestmelená vrstva zo štrkodrviny	ŠD 31.5 GC	200	2 920 126
		570	24 779 683

Kapitálové náklady na rehabilitácie a údržbu boli ocenené podľa aktuálnych SON. Pri ich oceňovaní bolo nutné prepočítať merné jednotiek, ktoré sa môžu líšiť v SON a softvérovom nástroji použitom (HDM-4, SEH PS-P).

Tabuľka 14 - Kapitálové náklady na údržbu a rehabilitácie – Variant 1 (pozn. Cenová úroveň Q2 2022)

Rok	Technológia údržby a rehabilitácie	Výmera [m <sup>2</sup> ]	Kapitálové náklady na údržbu a rehabilitácie [€]
2031	Zalievanie trhlín	15 043,07	61 676,6
2032	Zalievanie trhlín	6 207,75	25 451,8
2033	Zalievanie trhlín	6 207,75	25 451,8
2034	F40+HZ70	413 850,00	7 515 516,0
2039	Zalievanie trhlín	10 714,13	43 927,9
2040	Zalievanie trhlín	17 020,45	69 783,8
2041	Zalievanie trhlín	25 083,96	102 844,2
2042	Zalievanie trhlín	5 663,56	23 220,6
2043	Zalievanie trhlín	5 905,37	24 212,0
2044	Zalievanie trhlín	6 207,75	25 451,8
2045	F60+HZ80	413 850,00	16 008 752,0
2050	Zalievanie trhlín	6 693,91	27 445,0
2051	Zalievanie trhlín	13 830,03	56 703,1
	Celkom		24 010 436,6

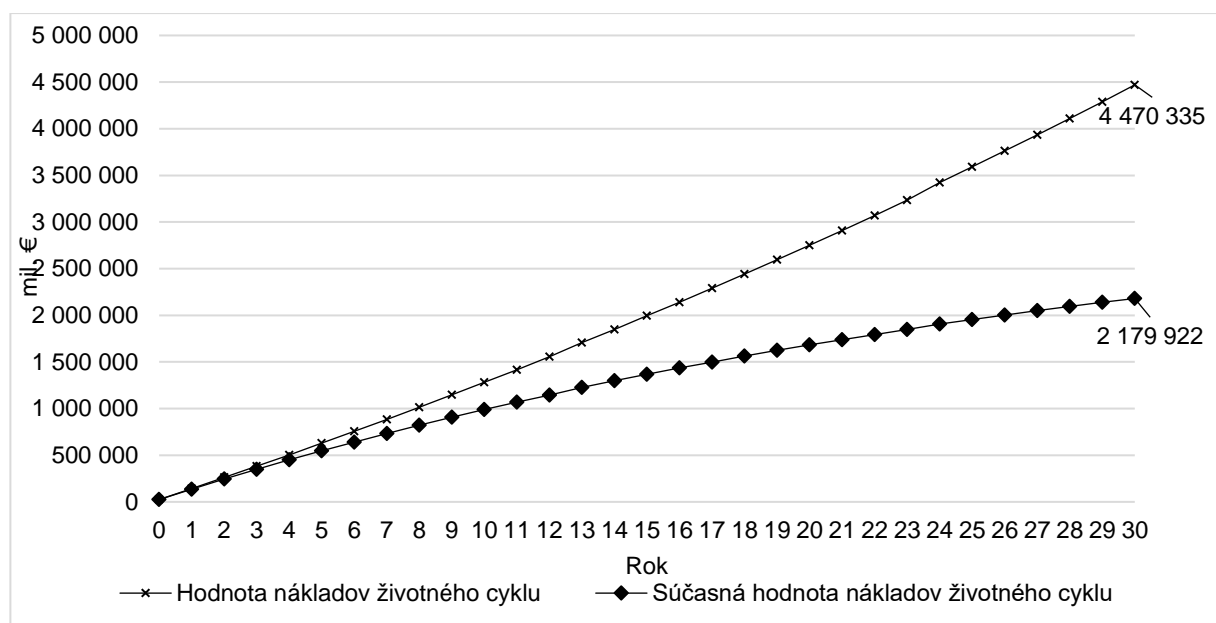
Ocenené finančné toky boli prevedené na súčasnú hodnotu použitím odúčiteľa. Bola použitá aktuálna ekonomická (sociálna) diskontná sadzba pre dopravné projekty 5,0 %. Výsledkom je diskontovaná hodnota nákladov životného cyklu vozovky s asfaltovým krytom SHNŽC<sub>AB</sub>.

$$SHN\check{Z}C_{AB} = \sum_{i=1}^n \frac{(KNS_{AB,i} + ENUPV_{AB,i} + ENUC\check{C}_{AB,i})}{(1 + 0.05)^i}$$

$$SHN\check{Z}C_{AB} = 2\,179\,922 \text{ mil. €}$$

Tabuľka 15 - Tok kapitálových a ekonomických nákladov v priebehu životného cyklu stavby – Variant 1  
(pozn. Cenová úroveň Q2 2022)

Rok	Toky nákladov [mil. €]							
	Nediskontované				Diskontované			
	Náklady správcu	Prevádzka vozidiel	Cestovný čas	Hodnota nákladov ž.c.	Náklady správcu	Prevádzka vozidiel	Cestovný čas	Hodnota nákladov ž.c.
0	24 780	0	0	24 780	24 780	0	0	24 780
1	0	79 819	37 366	117 186	0	76 018	35 587	111 605
2	0	81 040	37 930	118 972	0	73 506	34 404	107 910
3	0	82 282	38 504	120 789	0	71 078	33 261	104 339
4	0	83 544	39 085	122 634	0	68 732	32 156	100 888
5	0	84 827	39 677	124 508	0	66 464	31 088	97 552
6	0	86 130	40 277	126 413	0	64 271	30 055	94 327
7	0	87 454	40 887	128 348	0	62 152	29 058	91 210
8	0	88 800	41 507	130 316	0	60 104	28 094	88 197
9	0	90 170	42 140	132 319	0	58 125	27 164	85 288
10	62	91 568	42 786	134 426	38	56 215	26 267	82 520
11	25	93 000	43 450	136 487	15	54 375	25 405	79 795
12	25	94 581	44 161	138 779	14	52 666	24 590	77 271
13	7 516	98 460	45 213	151 202	3 986	52 215	23 978	80 179
14	0	96 968	45 362	142 344	0	48 975	22 911	71 886
15	0	98 458	46 048	144 521	0	47 360	22 150	69 510
16	0	99 975	46 746	146 738	0	45 800	21 415	67 215
17	0	101 518	47 456	148 991	0	44 292	20 705	64 997
18	44	103 087	48 178	151 327	18	42 835	20 019	62 872
19	70	104 680	48 915	153 684	28	41 426	19 357	60 811
20	103	106 306	49 669	156 098	39	40 066	18 720	58 824
21	23	107 979	50 444	158 468	8	38 758	18 107	56 873
22	24	109 800	51 259	161 105	8	37 535	17 523	55 066
23	25	112 714	52 212	164 975	8	36 697	16 999	53 704
24	16 009	118 756	54 316	189 105	4 964	36 822	16 842	58 628
25	0	114 225	53 441	167 691	0	33 731	15 781	49 512
26	0	115 988	54 253	170 267	0	32 621	15 258	47 879
27	0	117 784	55 079	172 889	0	31 548	14 753	46 301
28	0	119 610	55 920	175 557	0	30 512	14 265	44 776
29	27	121 468	56 779	178 303	7	29 510	13 794	43 311
30	57	123 363	57 663	181 113	13	28 543	13 342	41 899
Σ	48 790	3 014 355	1 406 724	4 470 335	33 925	1 462 952	683 045	2 179 922



Obrázok 5 Kumulatívna hodnota nákladov životného cyklu stavby – Variant 1

### 8.3 LCCA: Variant 2 – Vozovka s cementobetónovým krytom, JPCP

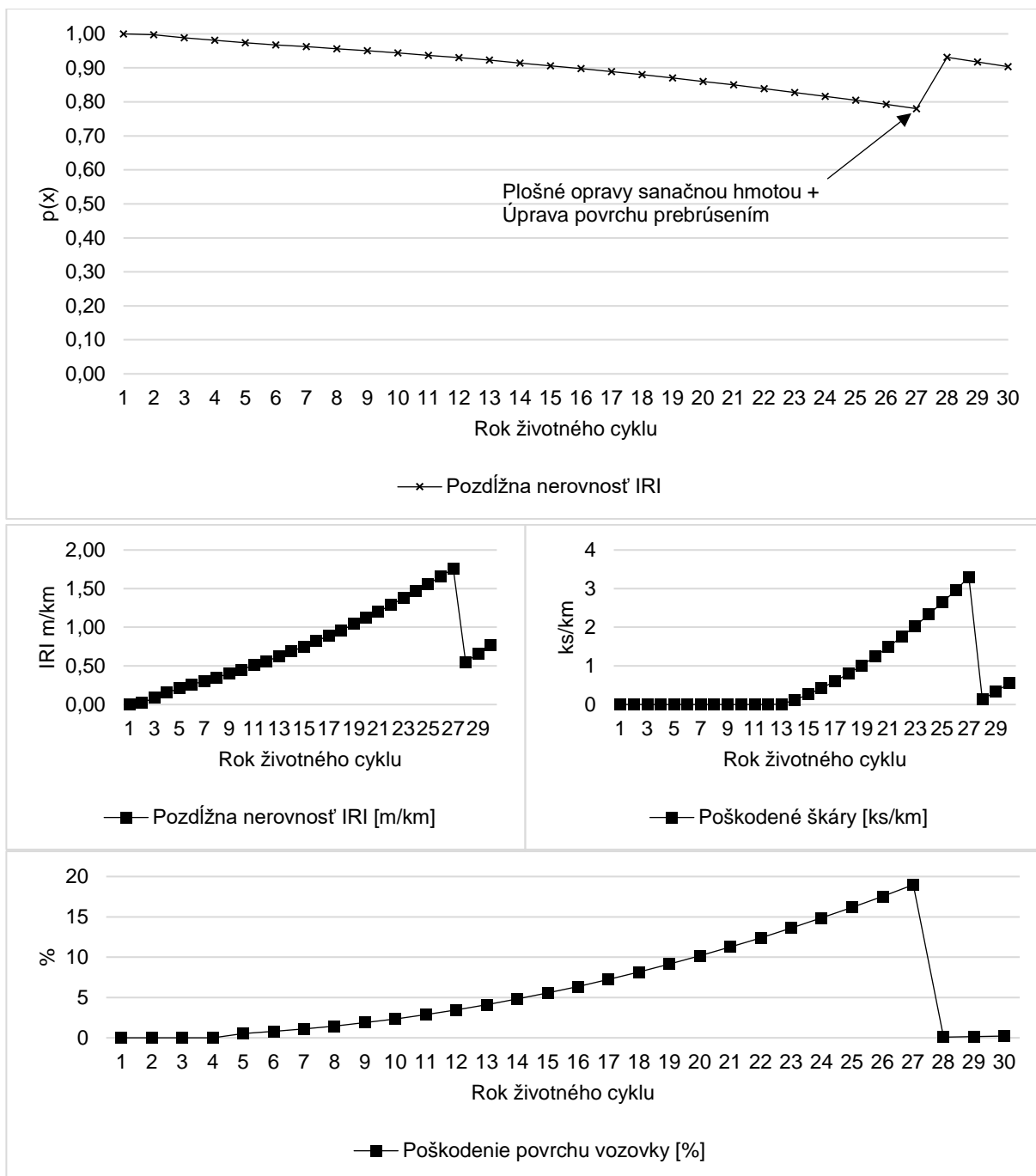
Vozovka je navrhnutá ako spojito nevystužená cementobetónová vozovka JPCP s klznými oceľovými tŕňmi s plastovým povlakom s priemerom 30 mm a dilatačnými škárami vyplnenými silikónovým tmelom. Vozovka je dimenzovaná pre prvú triedu dopravného zaťaženia (TDZ I) na počet prejazdov návrhovej nápravy  $N_c = 31,93 \cdot 10^6$ , čo pri danej dopravnej intenzite predstavuje životnosť 30 rokov.

#### 8.3.1 Analýza životného cyklu stavby – LCA

LCA je spracovaná na základe výstupov programu HDM-4. Pri LCA sa dbalo na správne nastavenie účinkov jednotlivých vozidiel flotily dopravného prúdu a správne nastavenie parametrov cementobetónovej vozovky a kalibračných koeficientov degradačného modelu. Rehabilitácia je vykonaná pri dosiahnutí úrovne 3,3 ks poškodených škár (rozpad betónu, oblámané hrany dosky, rozdrvené rohy dosiek) na kilometer a 19%-nom poškodení povrchu vozovky. Rehabilitácia pozostáva z plošných opráv sanačnou hmotou a úpravou povrchu prebrúsením povrchu vozovky v hrúbke 2 mm. Údržba pozostávala z úpravy zálievky dilatačných škár s 5 ročnou frekvenciou.

Tabuľka 16 - LCA – vývoj premenných parametrov vozovky v priebehu životného cyklu – Variant 2

Rok životného cyklu	Parameter			
	Hodnota			p(x)
	Pozdĺžna nerovnosť IRI [m/km]	Poškodené škáry [%]	Poškodenie povrchu vozovky [%]	Pozdĺžna nerovnosť IRI
1	0.00	0.00	0.00	1.00
2	0.02	0.00	0.00	1.00
3	0.09	0.00	0.00	0.99
4	0.15	0.00	0.00	0.98
5	0.21	0.00	0.54	0.97
6	0.26	0.00	0.79	0.97
7	0.30	0.00	1.10	0.96
8	0.35	0.00	1.46	0.96
9	0.40	0.00	1.88	0.95
10	0.45	0.00	2.35	0.94
11	0.51	0.00	2.88	0.94
12	0.56	0.00	3.47	0.93
13	0.62	0.01	4.11	0.92
14	0.69	0.12	4.81	0.91
15	0.75	0.26	5.56	0.91
16	0.82	0.42	6.37	0.90
17	0.89	0.60	7.24	0.89
18	0.96	0.80	8.16	0.88
19	1.04	1.01	9.14	0.87
20	1.12	1.24	10.17	0.86
21	1.20	1.49	11.26	0.85
22	1.29	1.76	12.41	0.84
23	1.38	2.03	13.61	0.83
24	1.47	2.33	14.87	0.82
25	1.56	2.64	16.19	0.81
26	1.66	2.96	17.56	0.79
27	1.76	3.30	18.98	0.78
28	0.55	0.14	0.07	0.93
29	0.66	0.33	0.14	0.92
30	0.77	0.55	0.21	0.90



Obrázok 6 LCA – vývoj premenných parametrov vozovky v priebehu životného cyklu – Variant 2

Tabuľka 17 - Technológie údržby a rehabilitácie a ich načasovanie v priebehu životného cyklu – Variant 2

Rok	Technológia údržby a rehabilitácie	Výmera
2026	Úprava zálievky dilatačných škár	59 121.43 m
2031	Úprava zálievky dilatačných škár	59 121.43 m
2036	Úprava zálievky dilatačných škár	59 121.43 m
2041	Úprava zálievky dilatačných škár	59 121.43 m
2046	Úprava zálievky dilatačných škár	59 121.43 m
2048	Plošné opravy sanačnou hmotou	13 672.85 m <sup>2</sup>
	Úprava povrchu prebrúsením	413 850.03 m <sup>2</sup>
2051	Úprava zálievky dilatačných škár	59 121.43 m

### 8.3.2 Kalkulácia finančných tokov – ocenenie LCA

Investičné kapitálové náklady sú ocenené aktuálnymi SON. Všetky náklady vstupujú do výpočtu bez DPH. Keďže sa jedná o posúdenie krytu vozovky z celkových investičných nákladov sú vyňaté všetky stavebné práce, ktoré nesúvisia s výstavbou krytu vozovky. Ak si konkrétny typ krytu vozovky vyžaduje výrazné zmeny v ostatných častiach stavebného diela (napr. podložie, zemné práce, technologické vybavenie, zariadenie staveniska atď.), súvisiace zvýšenie nákladov je nutné do nákladov zahrnúť. To isté platí aj pri zmenách vo vyvolaných investíciách, alebo zábere pozemkov.

Tabuľka 18 - Kapitálové investičné náklady krytu vozovky – Variant 2 (pozn. Cenová úroveň Q2 2022)

Vrstva	Označenie	Hrúbka [mm]	Stavebné náklady [€]
Kryt cementobetónový dvojvrstvý	CB I, C30/37	280	15 254 511
Cementom stmelená zmes	CBGM C12/15 22	180	5 773 208
Nestmelená vrstva zo štrkodrviny	ŠD 31.5 GC	250	3 591 804
Vystuženie dilatačných škár kotvami			101 727
Vystuženie dilatačných škár klznými trňmi			1 561 042
Tesnenie dilatačných škár			830 437
		710	27 112 729

Kapitálové náklady na rehabilitácie a údržbu sú ocenené podľa aktuálnych SON. Pri ich oceňovaní treba dbať na prepočet merných jednotiek, ktoré sa môžu líšiť v SON a softvérovom nástroji.

Tabuľka 19 - Kapitálové náklady na údržbu a rehabilitácie – Variant 2 (pozn. Cenová úroveň Q2 2022)

Rok	Technológia údržby a rehabilitácie	Výmera [m <sup>2</sup> ]	Kapitálové náklady na údržbu a rehabilitácie [€]
2026	Úprava zálievky dilatačných škár	59 121,43 m	271 958,6
2031	Úprava zálievky dilatačných škár	59 121,43 m	271 958,6
2036	Úprava zálievky dilatačných škár	59 121,43 m	271 958,6
2041	Úprava zálievky dilatačných škár	59 121,43 m	271 958,6
2046	Úprava zálievky dilatačných škár	59 121,43 m	271 958,6
2048	Plošné opravy sanačnou hmotou	13 672,85 m <sup>2</sup>	146 436,2
	Úprava povrchu prebrúsením	413 850,03 m <sup>2</sup>	7 387 223,0
2051	Úprava zálievky dilatačných škár	59 121,43 m	271 958,6

Ocenené finančné toky je nutné previesť na súčasnú hodnotu použitím odúročiteľa. Použije sa aktuálna ekonomická (sociálna) diskontná sadzba pre dopravné projekty. Výsledkom je diskontovaná hodnota nákladov životného cyklu vozovky s asfaltovým krytom SHNŽC<sub>CB</sub>.

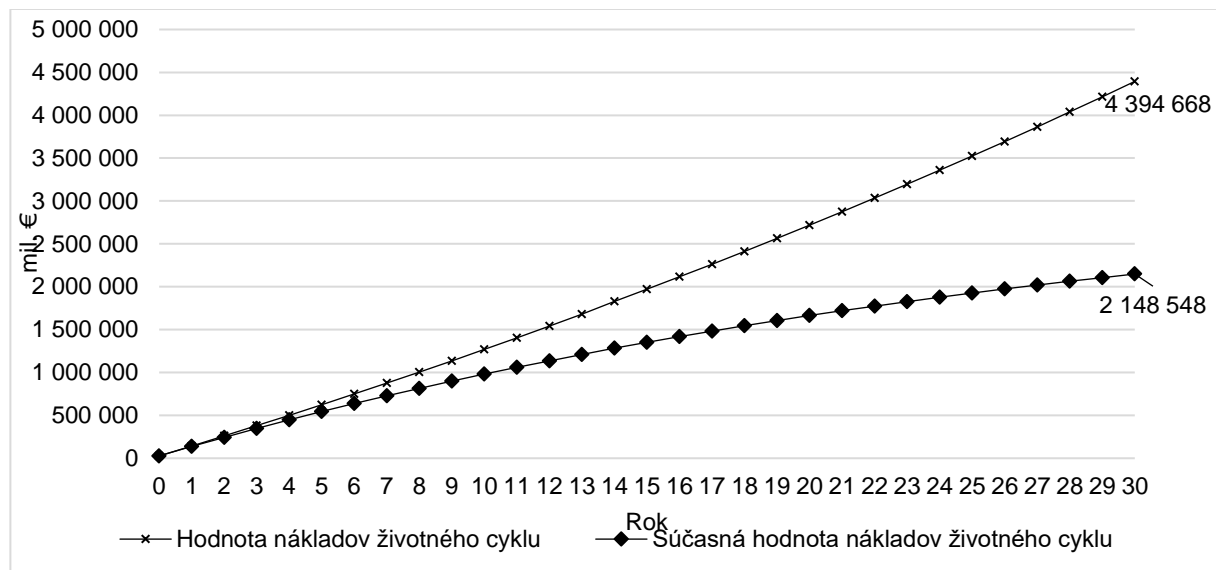
$$SHN\check{Z}C_{CB} = \sum_{i=1}^n \frac{(KNS_{AB,i} + ENUPV_{AB,i} + ENUC\check{C}_{AB,i})}{(1+0.05)^i}$$

$$SHN\check{Z}C_{CB} = 2\,148\,548 \text{ mil. €}$$

Tabuľka 20 - Tok kapitálových a ekonomických nákladov v priebehu životného cyklu stavby – Variant 2 (pozn. Cenová úroveň Q2 2022)

Rok	Toky nákladov [mil. €]							
	Nediskontované				Diskontované			
	Náklady správcu	Prevádzka vozidiel	Cestovný čas	Hodnota nákladov ž.c.	Náklady správcu	Prevádzka vozidiel	Cestovný čas	Hodnota nákladov ž.c.
0	27 113	0	0	27 113	27 113	0	0	27 113
1	0	79 593	36 538	116 132	0	75 803	34 798	110 602
2	0	80 629	37 059	117 688	0	73 133	33 613	106 746
3	0	81 850	37 617	119 466	0	70 705	32 495	103 200

4	0	83 087	38 182	121 269	0	68 356	31 413	99 769
5	272	84 343	38 757	123 372	213	66 085	30 367	96 665
6	0	85 618	39 340	124 958	0	63 889	29 356	93 245
7	0	86 910	39 931	126 841	0	61 765	28 378	90 144
8	0	88 222	40 532	128 753	0	59 712	27 433	87 145
9	0	89 554	41 141	130 695	0	57 727	26 520	84 247
10	272	90 907	41 760	132 939	167	55 809	25 637	81 613
11	0	92 280	42 388	134 669	0	53 954	24 784	78 738
12	0	93 675	43 026	136 701	0	52 162	23 958	76 120
13	0	95 092	43 673	138 765	0	50 429	23 161	73 590
14	7 393	96 531	44 331	148 254	3 734	48 755	22 390	74 878
15	272	97 949	44 990	143 211	131	47 115	21 641	68 887
16	0	99 432	45 668	145 099	0	45 551	20 921	66 472
17	0	100 938	46 355	147 293	0	44 039	20 225	64 263
18	0	102 467	47 053	149 520	0	42 577	19 552	62 129
19	0	104 020	47 762	151 782	0	41 164	18 901	60 065
20	272	105 598	48 481	154 351	102	39 799	18 272	58 173
21	0	107 199	49 211	156 411	0	38 478	17 664	56 142
22	0	108 826	49 953	158 779	0	37 202	17 076	54 279
23	0	110 478	50 708	161 185	0	35 968	16 509	52 477
24	0	112 155	51 474	163 628	0	34 776	15 960	50 736
25	272	113 858	52 252	166 382	80	33 623	15 430	49 133
26	0	115 587	53 042	168 629	0	32 508	14 918	47 425
27	0	117 344	53 844	171 188	0	31 430	14 422	45 852
28	0	119 128	54 659	173 787	0	30 389	13 943	44 332
29	0	120 939	55 487	176 426	0	29 382	13 480	42 862
30	272	122 777	56 332	179 382	63	28 408	13 034	41 505
Σ	36 137	2 986 984	1 371 547	4 394 668	31 603	1 450 693	666 252	2 148 548

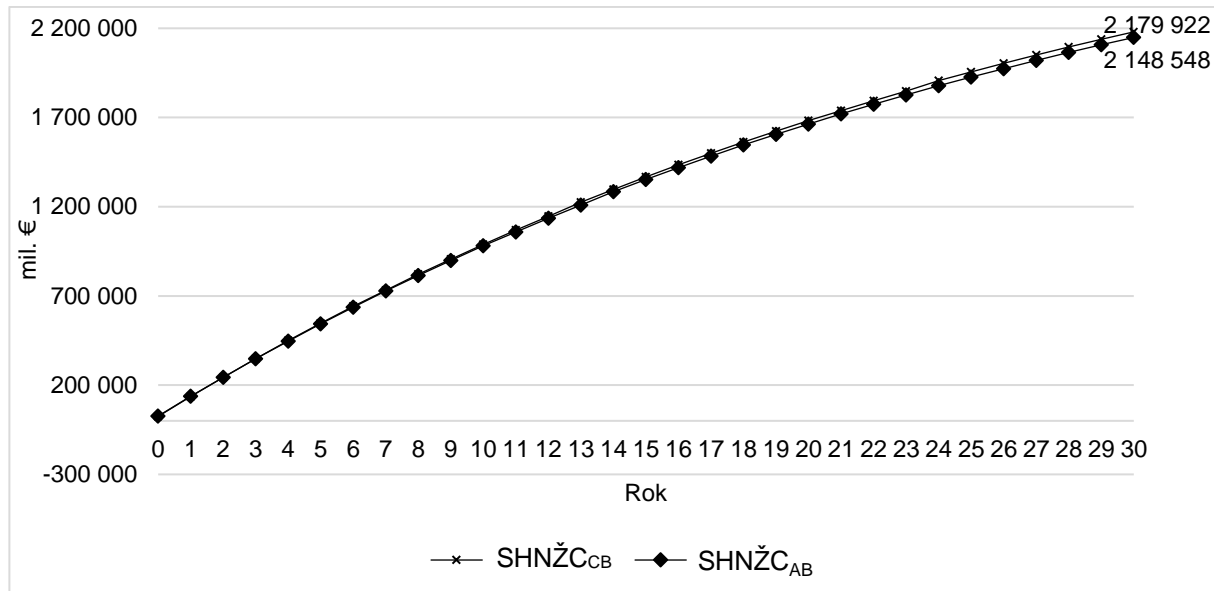


Obrázok 7 Kumulatívna hodnota nákladov životného cyklu stavby – Variant 2



#### 8.4 Výber preferovaného typu krytu vozovky na základe nákladovej analýzy životného cyklu stavby (LCCA – Life cycle cost analysis)

Porovnaním kumulatívnej súčasnej hodnoty životných cyklov oboch variantov získavame čistú súčasnú hodnotu zníženia nákladov pri výbere výhodnejšieho variantu  $\check{C}SHNZN_{vv}$ . V tomto príklade sa jedná o variant 2, takže rozdielom  $SHN\check{Z}C_{CB}$  a  $SHN\check{Z}C_{AB}$  získavame  $\check{C}SHZN_{CB}$ .



Obrázok 8 Kumulatívna hodnota nákladov životného cyklu stavby

$$\check{C}SHNZN_{vv} = SHN\check{Z}C_{CB} - SHN\check{Z}C_{AB}$$

$$\check{C}SHNZN_{vv} = 2\,148\,548 - 2\,179\,922$$

$$\check{C}SHNZN_{vv} = 31\,374,028 \text{ mil. €}$$

$\check{C}SHZN_{vv}$	Čistá súčasná hodnota zníženia nákladov pri výbere ekonomicky výhodnejšieho variantu 2
$SHN\check{Z}C_{BB}$	Súčasná hodnota nákladov životného cyklu ekonomicky výhodnejšieho variantu realizácie vozovky <i>vv</i>
$SHN\check{Z}C_{AB}$	Súčasná hodnota nákladov životného cyklu ekonomicky menej výhodného variantu realizácie vozovky <i>mv</i>

Úroková miera pri ktorej sa suma rozdielov úročených finančných tokov oboch variantov rovná 0, resp., úročené finančné toky variantu 2 sa rovnajú úročeným finančným tokom variantu 1 je 53,49 %.

$$\sum_{i=1}^n \frac{(KNS_{CB,i} + ENUPV_{CB,i} + ENUC\check{C}_{CB,i})}{(1 + 0,5349)^i} = \sum_{i=1}^n \frac{(KNS_{AB,i} + ENUPV_{AB,i} + ENUC\check{C}_{AB,i})}{(1 + 0,5349)^i}$$

Z hľadiska LCCA je **preferovaný Variant 2 – Cementobetónová vozovka, JPCP**.

Čistá súčasná hodnota zníženia nákladov životného cyklu pri výbere Variantu 2 je **31 374, 028 mil. €**  
Vnútorne výnosové percento pri výbere Variantu 2 je **53,49%**.

Tabuľka 21 - Hodnotenie spoľahlivosti výsledku LCCA:

VVP <sub>vv</sub> , [%]	( $\check{C}SHZN_{vv} / SHN\check{Z}C_{mv}$ ) 100, [%]	Spoľahlivosť výsledku LCCA
45 - 60	1 - 3	<b>Vysoká</b>

## 8.5 Výber preferovaného typu krytu vozovky z hľadiska sekundárnych vplyvov

Oba varianty realizácie sú posúdené z hľadiska sekundárnych vplyvov a pre každý variant je vypočítaná bodová hodnota posúdenia sekundárnych vplyvov:

Tabuľka 22 - Posúdenie sekundárnych vplyvov

Sekundárne vplyvy		Vozovky s asfaltovým krytom	Vozovky s cementobetónovým krytom
1a	geotechnické a hydrogeologické pomery stabilné podložie	0	0
2b	stredných intenzitách ťažkej nákladnej dopravy ( $TNV_{p,no} \geq 501, < 1501$ )	2	1
6	skúsenosti s výstavbou a údržbou cesty	2	1
7	nezávislosť na surovinách dovážaných zo zahraničia	1	3
8	životnosť vozovky	1	4
9a	časová a technologická náročnosť opráv: lokálnych	2	1
9b	v súvislých úsekoch	3	1
10	nezávislosť výstavby a opráv konštrukcie na meteorologických vplyvoch	2	1
11	možnosť recyklácie pri rekonštrukcii vozovky	0	0
12	komfort jazdy	0	0
13	protišmykové vlastnosti povrchu vozovky po uvedení do prevádzky	2	1
14	trvanlivosť protišmykovej úpravy povrchu	1	3
15	svetlosť povrchu vozovky	1	3
16	hlučnosť povrchu na novo budovaných pozemných komunikáciách	3	2
17a	dopad na životné prostredie v súvislosti s výstavbou	0	0
17b	počas životnosti	1	3
Bodová hodnota posúdenia sekundárnych vplyvov		CBHSV <sub>AB</sub> 21	CBHSV <sub>CB</sub> 24

Následne je vypočítaný index dopadov sekundárnych vplyvov a je posúdená závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV:

$$IDSV = \left[ \left( \frac{CBHSV_{CB}}{CBHSV_{AB}} \right)^2 - 1 \right] 100$$

$$IDSV = 30.61$$

Tabuľka 23 - Hodnotenie spoľahlivosti výsledku PSV

IDSV	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV
30 - 40	<b>Vysoká</b>

## 8.6 Konečný výber variantu realizácie vozovky

Závery LCCA sa PSV sa zhodujú, podľa spoľahlivosti ich výsledkov je vybraný variant pre realizáciu.

Tabuľka 24 - Hodnotenie spoľahlivosti výsledku LCCA

VVP <sub>VV</sub> [%]	NČSH <sub>VV</sub> [%]	Spôľahlivosť výsledku LCCA
45 - 60	1 - 3	<b>Vysoká</b>

Tabuľka 25 - Hodnotenie spoľahlivosti výsledku PSV

IDSV	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV
30 - 40	<b>Vysoká</b>

Tabuľka 26 – Výber variantu typu krytu vozovky

Spôľahlivosť výsledku LCCA	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV	Výber variantu typu krytu vozovky
Vysoká	Veľmi nízka	Výber podľa záverov LCCA a PSV
	Nízka	
	Priemerná	
	<b>Vysoká</b>	
	Veľmi vysoká	

Je vybraný **Variant 2 – Vozovka s cementobetónovým krytom, JPCP.**

## 8.7 Konečný výber variantu realizácie vozovky – Alternatíva 1: Diaľnica s asfaltovým krytom s použitím technológie výroby teplej asfaltovej zmesi NAZ

Totožné zadanie aj výpočet LCCA, ale miesto technológie výroby asfaltovej zmesi HMA pri Variante 1 je použitá technológia NAZ.

Tabuľka 27 - Posúdenie sekundárnych vplyvov

Sekundárne vplyvy		Vozovky s asfaltovým krytom	Vozovky s cementobetónovým krytom
1a	geotechnické a hydrogeologické pomery	0	0
	stabilné podložie		
2b	stredných intenzitách ťažkej nákladnej dopravy (TNV <sub>p,no</sub> ≥ 501, < 1501)	2	1
6	skúsenosti s výstavbou a údržbou cesty	2	1
7	nezávislosť na surovinách dovážaných zo zahraničia	1	3
8	životnosť vozovky	1	4
9a	časová a technologická náročnosť opráv: lokálnych	2	1
9b	v súvislých úsekoch	3	1
10	nezávislosť výstavby a opráv konštrukcie na meteorologických vplyvoch	2	1
11	možnosť recyklácie pri rekonštrukcii vozovky	0	0
12	komfort jazdy	0	0
13	protišmykové vlastnosti povrchu vozovky po uvedení do prevádzky	2	1
14	trvanlivosť protišmykovej úpravy povrchu	1	3
15	svetlosť povrchu vozovky	1	3
16	hlučnosť povrchu na novo budovaných pozemných komunikáciách	3	2
17a	dopad na životné prostredie v súvislosti s výstavbou	2	0
17b	počas životnosti	1	3
Bodová hodnota posúdenia sekundárnych vplyvov		<b>CBHSV<sub>AB</sub></b>	<b>CBHSV<sub>CB</sub></b>
		23	24

$$IDSV = 8.88$$

Tabuľka 28 - Hodnotenie spoľahlivosti výsledku LCCA

VVP <sub>VV</sub> , [%]	(ČSHZN <sub>VV</sub> / SHNŽC <sub>mv</sub> ) 100, [%]	Spoľahlivosť výsledku LCCA
45 - 60	1 – 3	<b>Vysoká</b>

Tabuľka 29 - Hodnotenie spoľahlivosti výsledku PSV

IDSV	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV
< 10	<b>Veľmi Nízka</b>

Tabuľka 30 - Výber variantu typu krytu vozovky

Spoľahlivosť výsledku LCCA	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV	Výber variantu typu krytu vozovky
Vysoká	Veľmi nízka	Výber podľa záverov LCCA a PSV
	Nízka	
	Priemerná	
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	

Je vybraný **Variant 2 – Vozovka s cementobetónovým krytom, JPCP.**

## 8.8 Konečný výber variantu realizácie vozovky – Alternatíva 2: Diaľnica v intraviláne obce na moste s použitím technológie výroby teplej asfaltovej zmesi NAZ

Totožné zadanie aj výpočet LCCA, ale miesto technológie výroby asfaltovej zmesi HMA pri Variante 1 je použitá technológia NAZ a diaľnica je situovaná na moste.

Tabuľka 31 - Posúdenie sekundárnych vplyvov

Sekundárne vplyvy		Vozovky s asfaltovým krytom	Vozovky s cementobetónovým krytom
1a	geotechnické a hydrogeologické pomery	0	0
	stabilné podložie		
2b	stredných intenzitách ťažkej nákladnej dopravy (TNV <sub>p,no</sub> ≥ 501, < 1501)	2	1
3a	uplatnenie v intraviláne miest a obcí v súvislých úsekoch	3	1
4	uplatnenie na mostoch	3	1
6	skúsenosti s výstavbou a údržbou cesty	2	1
7	nezávislosť na surovinách dovážaných zo zahraničia	1	3
8	životnosť vozovky	1	4
9a	časová a technologická náročnosť opráv: lokálnych	2	1
9b	v súvislých úsekoch	3	1
10	nezávislosť výstavby a opráv konštrukcie na meteorologických vplyvoch	2	1
11	možnosť recyklácie pri rekonštrukcii vozovky	0	0
12	komfort jazdy	0	0
13	protišmykové vlastnosti povrchu vozovky po uvedení do prevádzky	2	1
14	trvanlivosť protišmykovej úpravy povrchu	1	3
15	svetlosť povrchu vozovky	1	3
16	hlučnosť povrchu na novo budovaných pozemných komunikáciách	3	2
17a	dopad na životné prostredie v súvislosti s výstavbou	2	0
17b	počas životnosti	1	3
Bodová hodnota posúdenia sekundárnych vplyvov		CBHSV <sub>AB</sub>	CBHSV <sub>CB</sub>
		29	26

$$IDSV = 24.41$$

Tabuľka 32 - Hodnotenie spoľahlivosti výsledku LCCA

VVP <sub>vv</sub> , [%]	(ČSHZN <sub>vv</sub> / SHNŽC <sub>mv</sub> ) 100, [%]	Spoľahlivosť výsledku LCCA
45 - 60	1 – 3	<b>Vysoká</b>

Tabuľka 33 - Hodnotenie spoľahlivosti výsledku PSV

IDSV	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV
20 - 30	<b>Priemerná</b>

Tabuľka 34 - Výber variantu typu krytu vozovky

Spoľahlivosť výsledku LCCA	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV	Variants typu krytu vozovky
Vysoká	Veľmi nízka	Výber podľa výsledku LCCA
	Nízka	Posúdenie príčin protichodných záverov LCCA a PSV
	Priemerná	
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	
	Priemerná	
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	

Záveru LCCA a PSV sú protichodné a vyžadujú si posúdenie príčin protichodných záverov. V tomto prípade by bolo nutné spracovať novú LCCA, v ktorej sa bude uvažovať s dopravou v intraviláne a súvisiacim akceleračným šumom a zníženou maximálnou povolenou rýchlosťou. Tieto zmeny by mali za následok zmenu spotrieb vozidiel, spotrebu cestovného času a zmeny v degradácii vozovky. Ak by aj po aktualizácii LCCA boli výsledky protichodné, bolo by nutné zvážiť či čistá súčasná hodnota zníženia nákladov pri použití cementobetónovej vozovky preváži problémy spôsobené potencionálnymi zásahmi do konštrukcie vozovky v súvislosti s rozširovaním a údržbou sietí v mestách, toto rozhodnutie by bolo na strane správcu cestnej komunikácie.

## 8.9 Konečný výber variantu realizácie vozovky – Alternatíva 3: Diaľnica v tuneli

Totožné zadanie, diaľnica je umiestnená v tuneli.

Z hľadiska LCCA je **preferovaný Variant 2 – Cementobetónová vozovka, JPCP**.

Čistá súčasná hodnota zníženia nákladov životného cyklu pri výbere Variantu 2 je **31 374, 028 mil. €**  
Vnútorne výnosové percento pri výbere Variantu 2 je **53,49%**.

Tabuľka 35 - Posúdenie sekundárnych vplyvov

	Sekundárne vplyvy	Vozovky s asfaltovým krytom	Vozovky s cementobetónovým krytom
1a	geotechnické a hydrogeologické pomery stabilné podložie	0	0
2b	stredných intenzitách ťažkej nákladnej dopravy (TNV <sub>p,no</sub> ≥ 501, < 1501)	2	1
5	uplatnenie v tuneloch	0	0
6	skúsenosti s výstavbou a údržbou cesty	2	1
7	nezávislosť na surovinách dovážaných zo zahraničia	1	3
8	životnosť vozovky	1	4
9a	časová a technologická náročnosť opráv: lokálnych	2	1
9b	v súvislých úsekoch	3	1
10	nezávislosť výstavby a opráv konštrukcie na meteorologických vplyvoch	2	1
11	možnosť recyklácie pri rekonštrukcii vozovky	0	0
12	komfort jazdy	0	0
13	protišmykové vlastnosti povrchu vozovky po uvedení do prevádzky	2	1
14	trvanlivosť protišmykovej úpravy povrchu	1	3
15	svetlosť povrchu vozovky	1	3

16	hlučnosť povrchu na novo budovaných pozemných komunikáciách	3	2
17a	dopad na životné prostredie v súvislosti s výstavbou	0	0
17b	počas životnosti	1	3
Bodová hodnota posúdenia sekundárnych vplyvov		CBHSV <sub>AB</sub>	CBHSV <sub>CB</sub>
		21	24

$$IDS\bar{V} = 30.61$$

Tabuľka 36 - Hodnotenie spoľahlivosti výsledku LCCA:

VVP <sub>v</sub> , [%]	(ČSHZN <sub>v</sub> / SHNŽC <sub>mv</sub> ) 100, [%]	Spoľahlivosť výsledku LCCA
45 - 60	1 – 3	<b>Vysoká</b>

Tabuľka 37 - Hodnotenie spoľahlivosti výsledku PSV

IDS $\bar{V}$	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV
30 - 40	<b>Vysoká</b>

Tabuľka 38 – Výber variantu typu krytu vozovky

Spoľahlivosť výsledku LCCA	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV	Výber variantu typu krytu vozovky
Vysoká	Veľmi nízka	Výber podľa záverov LCCA a PSV
	Nízka	
	Priemerná	
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	

Je vybraný **Variant 2 – Vozovka s cementobetónovým krytom, JPCP.**

## 8.10 Konečný výber variantu realizácie vozovky – Križovatka na ceste I., intravilán

Zadanie:

Priesečná styková križovatka ciest I a III triedy s nízkou úrovňou TNV<sub>p,no</sub> a čakacou dobou < 45 s.

Z hľadiska LCCA je **preferovaný Variant 1 – Vozovka s asfaltovým krytom.**

Čistá súčasná hodnota zníženia nákladov životného cyklu pri výbere Variantu 1 je **393, 028 mil. €**  
Vnútorné výnosové percento pri výbere Variantu 1 je **91,61%**.

Tabuľka 39 - Hodnotenie spoľahlivosti výsledku LCCA

VVP <sub>v</sub> , [%]	(ČSHZN <sub>v</sub> / SHNŽC <sub>mv</sub> ) 100, [%]	Spoľahlivosť výsledku LCCA
> 60	1 – 3	<b>Veľmi vysoká</b>

Tabuľka 40 - Posúdenie sekundárnych vplyvov

Sekundárne vplyvy		Vozovky s asfaltovým krytom BH <sub>SV,AB</sub>	Vozovky s cementobetónovým krytom BH <sub>SV,CB</sub>
1a	geotechnické a hydrogeologické pomery stabilné podložie	0	0
2a	uplatnenie podľa TNV <sub>p,no</sub> pri: nízkych intenzitách ťažkej nákladnej dopravy (TNV <sub>p,no</sub> < 501)	3	1
3b	na križovatkách svetelne neriadených s čakacou dobou < 45 s	4	1
6	skúsenosti s výstavbou a údržbou cesty	2	1
7	nezávislosť na surovinách dovážaných zo zahraničia	1	3
8	životnosť vozovky	1	4
9a	časová a technologická náročnosť opráv:	2	1

	lokálnych		
9b	v súvislých úsekoch	3	1
10	nezávislosť výstavby a opráv konštrukcie na meteorologických vplyvoch	2	1
11	možnosť recyklácie pri rekonštrukcii vozovky	0	0
12	komfort jazdy	0	0
13	protišmykové vlastnosti povrchu vozovky po uvedení do prevádzky	2	1
14	trvanlivosť protišmykovej úpravy povrchu	1	3
15	svetlosť povrchu vozovky	1	3
16	hlučnosť povrchu na novo budovaných pozemných komunikáciách	3	2
17b	počas životnosti	1	3
Bodová hodnota posúdenia sekundárnych vplyvov		CBHSV <sub>AB</sub>	CBHSV <sub>,CB</sub>
		26	25

$$IDSV = 8.16$$

Tabuľka 41 - Hodnotenie spoľahlivosti výsledku PSV

IDSV	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV
< 10	Veľmi nízka

Tabuľka 42 - Výber variantu typu krytu vozovky

Spoľahlivosť výsledku LCCA	Závažnosť a spoľahlivosť výsledku PSV	Výber variantu typu krytu vozovky
Veľmi vysoká	Veľmi nízka	Výber podľa záverov LCCA a PSV
	Nízka	
	Priemerná	
	Vysoká	
	Veľmi vysoká	

Je vybraný **Variant 1– Vozovka s asfaltovým krytom.**