

**Ministerstvo dopravy, pôšt a telekomunikácií SR
Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií**

TP 3/2010

**TECHNICKÉ PODMIENKY
METODIKA STANOVENIA FINANČNÝCH KRITÉRIÍ NA
VÝBER HORNEJ STAVBY VOZOVIEK V CESTNOM
STAVITEĽSTVE**

účinnosť od: 22.3.2010

Marec 2010

OBSAH

1	Úvodná kapitola.....	2
1.1	Predmet technických podmienok	2
1.2	Účel TP.....	2
1.3	Použitie TP.....	2
1.4	Vypracovanie TP.....	2
1.5	Distribúcia TP.....	2
1.6	Účinnosť TP	2
1.7	Nahradenie predchádzajúcich predpisov	2
1.8	Súvisiace a citované právne predpisy	2
1.9	Súvisiace a citované normy	2
1.10	Súvisiace a citované technické predpisy	3
1.11	Literatúra	3
2	Základné termíny a definície.....	5
3	Kryt vozovky.....	5
4	Komplexné technicko-ekonomické posúdenie možných variantov.....	6
4.1	Analýza konštrukčného riešenia vozovky	6
4.2	Analýza celkových nákladov spojených so správou vozovky v analyzovanom období (LCCA - Life cycle cost analysis).....	6
4.3	Analýza ostatných vplyvov	6
5	Analýza konštrukčného riešenia vozovky	8
5.1	Hľadiská na výber technológie.....	8
5.2	Komentár k jednotlivým hľadiskám.....	9
5.3	Rozhodnutie o výbere technológie založené na analýze konštrukčného riešenia vozovky... 12	
5.3.1	Voľná trasa	12
5.3.2	Tunely.....	12
5.3.3	Mosty.....	13
5.3.4	Ostatné prípady.....	13
6	Analýza celkových nákladov spojených so správou vozovky v analyzovanom období (LCCA).....	13
6.1	Jednotlivé kroky LCCA.....	13
6.1.1	Voľba jednotlivých variantov riešenia	13
6.1.2	Definícia jednotlivých typov zásahov a ich načasovanie pre každý variant	13
6.1.3	Výpočet jednotlivých nákladov	14
6.1.4	Výpočet nákladov za celé analyzované obdobie	15
6.1.5	Analýza výsledkov	16
7	Analýza ostatných vplyvov	16
8	Konečný výber variantu	16
9	Vzorový príklad.....	16
9.1	Analýza konštrukčného riešenia vozovky	17
9.2	Analýza celkových nákladov (LCCA)	17
9.2.1	Náklady správcu pozemných komunikácií.....	17
9.2.2	Užívateľské náklady	19
9.2.3	Scenár jednotlivých zásahov	19
9.2.4	Výpočet nákladov správcu	20
9.2.5	Výpočet užívateľských nákladov	22
9.2.6	Porovnanie variantov.....	23
9.3	Analýza ostatných vplyvov	24
9.4	Výber variantu.....	25

1 Úvodná kapitola

1.1 Predmet technických podmienok

Tieto technické podmienky (TP) určujú postup, ktorý sa odporúča použiť pri rozhodovaní o voľbe typu krytu vozovky. To zahŕňa vykonanie komplexného technicko-ekonomického posúdenia možných variantov riešenia pre ich aplikáciu v konkrétnych podmienkach.

Jednotlivé kroky zahŕňajú hodnotenie konštrukčného riešenia vozovky, analýzu celkových nákladov spojených so správou vozovky a analýzu ostatných vplyvov.

1.2 Účel TP

Účelom týchto TP je porovnať a súhrnne zhodnotiť výhody a nevýhody vozoviek s asfaltovým a cementobetónovým krytom a sumarizovať hľadiská, ktoré sa majú zohľadniť pri voľbe medzi týmito alternatívami v súvislosti s výstavbou diaľnic, rýchlostných ciest a ciest I. triedy.

1.3 Použitie TP

Technické podmienky sú určené pracovníkom Slovenskej správy ciest (SSC), ktorí vykonávajú činnosti týkajúce sa predmetu TP. Predpis môžu využiť aj pracovníci Národnej diaľničnej spoločnosti (NDS), a.s., prípadne aj pracovníci vyšších územných celkov (VÚC).

1.4 Vypracovanie TP

Tieto TP sa spracovali na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) Bratislava. Spracovateľom technických podmienok je Centrum dopravného výzkumu, v.v.i. Zodpovedným riešiteľom je Ing. Josef Stryk, Ph.D. (e-mail: josef.stryk@cdv.cz) v spolupráci s doc. Ing. Karlom Pospíšilom, Ph.D., MBA.

1.5 Distribúcia TP

Elektronická verzia predpisu je zverejnená na internetovej stránke MDPT (www.telecom.gov.sk, doprava, cestná doprava, technické predpisy) a na webovej stránke SSC Bratislava (www.ssc.sk, technické predpisy).

1.6 Účinnosť TP

TP nadobúdajú účinnosť odo dňa uvedeného na titulnej strane.

1.7 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nenahradzujú žiadny iný predpis.

1.8 Súvisiace a citované právne predpisy

- Zákon č.135/1961 Z. z. o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov;
- Zákon č. 264/1999 Z. z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- Zákon č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- Zákon č. 90/1998 Z. z. o stavebných výrobkoch v znení neskorších predpisov.

1.9 Súvisiace a citované normy

STN 73 6100 Názvoslovie pozemných komunikácií

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 6242 Navrhovanie a zhotovovanie vozoviek na mostoch pozemných komunikácií
- STN 73 7507 Projektovanie cestných tunelov
- STN EN 13108-1 Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 1: Asfaltový betón (73 6163)
- STN EN 13108-5 Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 5: Asfaltový koberec mastixový (73 6163)
- STN EN 13877-1 Cementobetónové vozovky. Časť 1: Materiály (73 6185)
- STN EN 13877-2 Cementobetónové vozovky. Časť 2: Funkčné požiadavky na betónové kryty (73 6185)
- STN EN 12273 Kalové zákryty. Požiadavky (73 6168)

1.10 Súvisiace a citované technické predpisy

- TKP časť 0 Všeobecne, MDPT: 2009
- TKP časť 6 Hutnené asfaltové zmesi, MDPT SR: 2008
- TKP časť 8 Cementobetónový kryt vozoviek, MDPT SR: 2007
- TP 3/2009 Navrhovanie netuhých a polotuhých vozoviek, MDPT SR: 2009
- TS 0803 Navrhovanie cementobetónových vozoviek na pozemných komunikáciách, MDPT SR: 2003
- TP SSC 07/2000 Smernica na údržbu diaľnic, SSC: 2000
- TP SSC 02/2002 Katalóg porúch asfaltových vozoviek, SSC: 2002
- TP 01/2004 Opravy a rekonštrukcie vozoviek. Zosilňovanie asfaltových vozoviek, MDPT SR: 2004
- TP 09A/2005 Prehliadky, údržba a opravy cestných komunikácií. Diaľnice, rýchlostné cesty a cesty, MDPT SR: 2005
- TP 09B/2005 Prehliadky, údržba a opravy cestných komunikácií. Mosty, MDPT SR: 2005
- TP 01/2006 Výpočet kapacity pozemných komunikácií a ich zariadení, MDPT SR: 2006
- TP 10/2006 Systém hospodárenia s vozovkami, MDPT SR: 2006
- TP 13/2006 Vykonávanie a vyhodnocovanie podrobných vizuálnych prehliadok asfaltových vozoviek, MDPT SR: 2006
- TP 05/2007 Katalóg technológií na opravy základných typov porúch vozoviek, MDPT SR: 2007
- TP 06/2008 Príručka monitoringu vplyvu cestných komunikácií na životné prostredie, MDPT SR: 2008
- VL 1/2002 Vozovky a krajnice, SSC: 2002
- MP 1/2006 Metodický pokyn a návod prognózovania výhľadových intenzít na cestnej sieti do roku 2040, MDPT SR: 2006

1.11 Literatúra

- [1] Pavement Type Selection Protocol [Protokol pre výber krytu vozovky], Washington State Department of Transportation, 2005

- [2] Life-Cycle Cost Analysis Primer [Úvod do analýzy nákladov životného cyklu], U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 2002
- [3] Life Cycle Cost Analysis: A Guide for Comparing Alternate Pavement Design [Analýzy nákladov životného cyklu: príručka pre porovnávanie rôznych návrhov vozoviek], American Concrete Pavement Association, 2002
- [4] Uživatelský manuál k programu HDM-4: Highway Development and Management, HDMGlobal
- [5] Uživatelský manuál k programu SEH PS-P: Systém ekonomického hodnotenia prevádzkovej spôsobilosti a výkonnosti cestných komunikácií, Žilinská univerzita, Stavebná fakulta, 2007.
- [6] Economic Evaluation of Long-Life Pavements, Phase 1 [Ekonomické hodnotenie vozoviek s dlhou životnosťou, fáza 1], OECD, 2005
- [7] ELLPAG Phase 1 - A Guide to the Use of Long-Life Fully-Flexible Pavements [ELLPAG etapa 1 - vozovky s asfaltovým krytom s dlhou životnosťou], FEHRL report, 2004
- [8] Asphalt Advantages Report [Výhody vozoviek s asfaltovým krytom], Eurobitume, 2005
- [9] TP 62 Katalog poruch vozovok s cementobetonovým krytom, MD ČR, 2004
- [10] TP 92 Navrhování údržby a oprav vozovok s cementobetonovým krytom, MDS ČR, 1998
- [11] TP 91 Rekonstrukce vozovok s cementobetonovým krytom, MDS ČR, 1997
- [12] Concrete Pavement Field Reference - Preservation and Repair [Vozovky s cementobetónovým krytom - príručka pre uchovanie a opravy], American Concrete Pavement Association, 2006
- [13] Optimal Timing of Pavement Preventive Maintenance Treatment Applications [Optimálne načasovanie preventívnej údržby vozoviek], NCHRP report 523, 2004
- [14] Breyer, G. Kritériá rozhodovania pre stavbu vozoviek s betónovým krytom v Rakúsku. In Betónové vozovky 2007 : zborník prednášok, BetónRacio, Bratislava, 8. 11. 2007, s. 27-30.
- [15] Breyer, G. Betonové vozovky na mostech a v tunelech. In Betonové vozovky 2002 : sborník přednášek. Skanska DS, Dálniční stavby Praha, Svaz výrobců cementu ČR, 24. 10. 2002, s. 8-12, ISBN 80-238-9472-2.
- [16] Valuch, M. Ekonomické aspekty návrhu konštrukcie vozoviek. Samostatná kapitola in Mechanika vozoviek, navrhovanie vozoviek a spevnených plôch. 2. vydanie. Žilina : EDIS, 2006. s. 351-363. ISBN 80-8070-571-2.
- [17] Metodický pokyn MD ČR Zásady pro použití obrusných vrstev vozovok z hlediska protismykových vlastností, Měření PVV, 2006
- [18] Asphalt pavements in tunnels [Asfaltové vozovky v tuneloch], EAPA, 2008
- [19] Abatement of traffic noise - the arguments for asphalt [Zníženie hluku od dopravy - argumenty pre asfalt], EAPA, 2007
- [20] IPG Dutch innovation programme on noise mitigation [Holandský inovačný program na zníženie hlučnosti], DWW, 2007
- [21] Environmental Guidelines on Best Available Techniques (BAT) for the Production of Asphalt Paving Mixes [Smernica pre najlepšie dostupné technológie na výrobu asfaltových zmesí z hľadiska dopadu na životné prostredie], EAPA, 2007
- [22] Vplyv stavebných materiálov a konštrukcií na kvalitu života, RV 04-03-03, VUIS-CESTY, 2003
- [23] Možnosti použitia cementobetónových vozoviek v podmienkach Slovenskej republiky, CDV, 2006

2 Základné termíny a definície

Termíny použité v týchto TP sú uvedené v STN 73 6100, STN 73 6114, TP 9A/2005 a TP 10/2006, ako aj v ďalších súvisiacich technických predpisoch. Pre prehľadnosť sú uvedené základné definície, vrátane odkazu na príslušný predpis:

návrhové obdobie je obdobie (časový úsek) na ktoré sa navrhuje nová vozovka, počas ktorého musí spĺňať (s určitou spoľahlivosťou) stanovené návrhové kritériá a pre ktoré sa uvažujú cykly obnovy v systéme hospodárenia s vozovkou; pre vozovky s asfaltovým krytom s dopravným zaťažením tried I a II sa odporúča 20 rokov (na diaľniciach 25 rokov), pre vozovky s cementobetónovým krytom na cestách má byť najmenej 25 rokov, na diaľniciach a rýchlostných cestách najmenej 30 rokov (TP 03/2009 a TS 0803);

životnosť vozovky je obdobie od začiatku používania konštrukcie vozovky do dosiahnutia jej medzného stavu - porušenia (stratou únosnosti, alebo použiteľnosti), ktoré vyžaduje rekonštrukciu (TP 03/2009);

analyzované obdobie je obdobie ktoré sa používa vo výpočtoch v rámci systému hospodárenia s vozovkami alebo mimo nej, vo výpočtoch nákladov spojených so správou vozoviek a pod., toto obdobie môže byť rôzne dlhé a môže byť dlhšie ako návrhové obdobie;

prevádzková spôsobilosť je schopnosť vozovky plniť vyžadované prevádzkové funkcie vyjadrené okamžitými hodnotami premenných parametrov - drsnosť, rovnosť povrchu, stav povrchu vozovky, a pod. (TP 10/2006);

stav vozovky vyjadruje mieru porušenia vozovky sledovaného úseku z pohľadu prevádzkovej spôsobilosti; hodnotenie sa vykonáva napr. prostredníctvom medzinárodného indexu trenia IFI, medzinárodného indexu nerovností IRI a indexu porušenia stavu vozovky IPSV (TP 13/2006);

prevádzková výkonnosť vozovky je miera schopnosti vozovky odolávať namáhaniu do dosiahnutia medzného stavu únosnosti; vyjadruje sa spravidla počtom opakovania zaťaženia návrhovou nápravou (TP 10/2006).

3 Kryt vozovky

Typ krytu vozovky sa spravidla jednoznačne stanovuje pri vypisovaní verejnej súťaže. Buď ide o vozovky s asfaltovým alebo s cementobetónovým krytom.

Pri výbere vhodnej technológie na výstavbu krytu vozovky sa musí okrem nákladov na realizáciu zohľadniť predovšetkým návrhové obdobie, plánované dopravné zaťaženie, geologické vplyvy, klimatické vplyvy, prednosti/nedostatky každej technológie z hľadiska následnej údržby, opravy, rekonštrukcie a pod. Na základe všetkých týchto údajov sa vykoná komplexné technicko-ekonomické posúdenie možných variantov riešenia na ich aplikáciu v konkrétnych podmienkach (pozri kapitolu 4). Vykonanie takej analýzy však býva veľmi náročné a pritom nie vždy dostatočne preukazné. Preto sa pri rozhodovaní často používa čiastkový, jednoduchší, rýchlejší a pružnejší postup, (ďalej označovaný ako analýza konštrukčného riešenia vozovky - pozri článok 4.1 a kapitolu 5), ktorý spočíva v systematickom utriedení výhod a nevýhod posudzovaných variantných riešení.

Pri porovnávaní sa vychádza zo základných variantov krytov vozoviek. V prípade vozoviek s asfaltovým krytom ide o dve základné technológie, asfaltový koberec mastixový pre najviac zaťažené úseky pozemných komunikácií a asfaltový betón pre menej zaťažené úseky pozemných komunikácií. V prípade vozoviek s cementobetónovým krytom ide o nevystužený cementobetónový kryt so škárami, kde sú umiestnené klzné trne a kotvy. Variant spojito vystuženého cementobetónového krytu nie je zahrnutý do analýzy, pretože sa neuvažuje s jeho aplikáciou vo väčšom rozsahu.

4 Komplexné technicko-ekonomické posúdenie možných variantov

Rozhodovací proces by mal zahŕňať technické hľadiská, ekonomické hľadiská a analýzu prípadných ďalších vplyvov. V takom prípade sa tento proces skladá z troch nasledujúcich fáz [1] - pozri obrázok 1.

4.1 Analýza konštrukčného riešenia vozovky

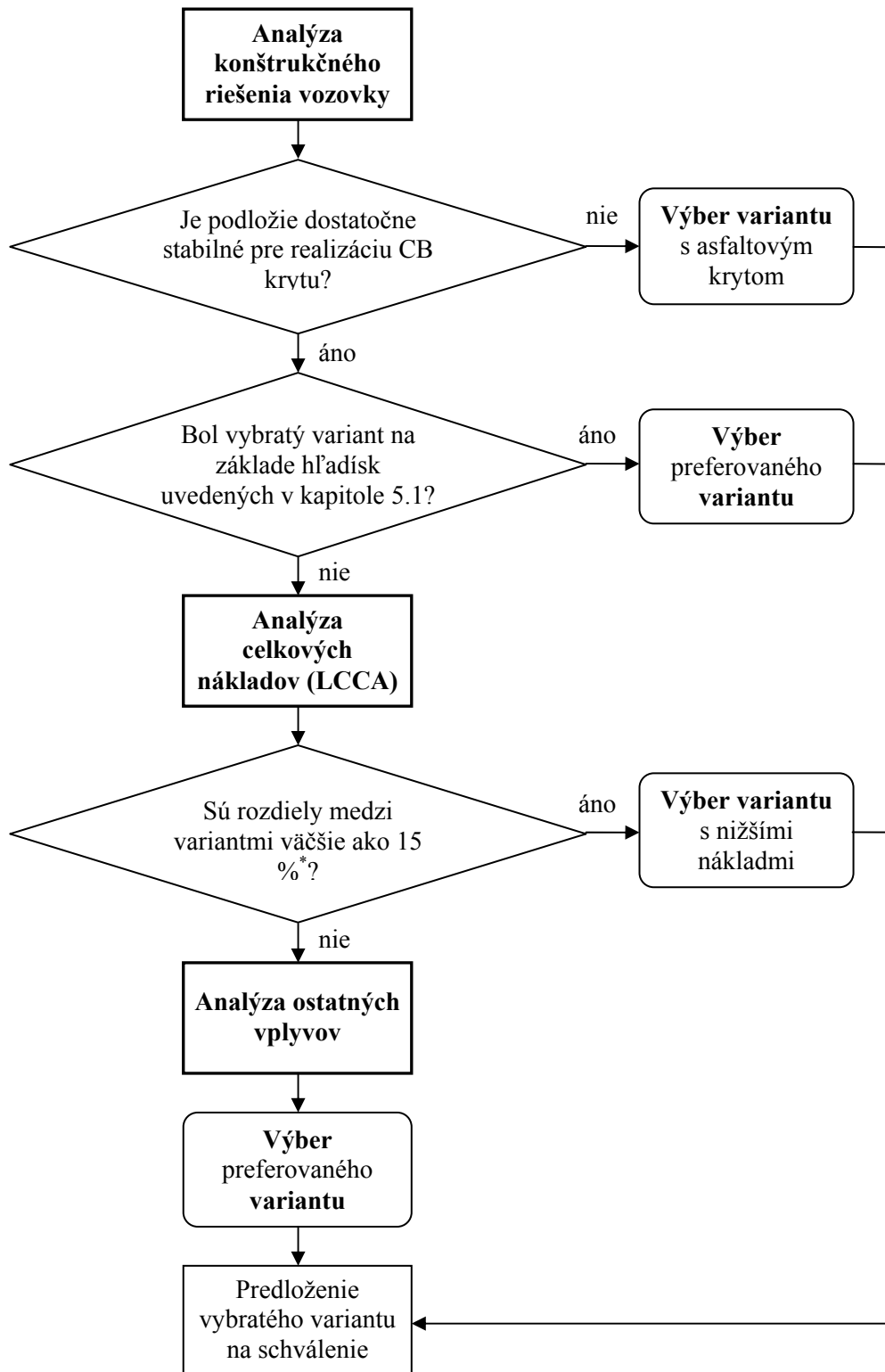
Analýza konštrukčného riešenia vozovky zahŕňa prehľad a hodnotenie výhod a nevýhod konštrukčného riešenia vozovky podľa súboru vhodných hľadísk a jednoduchej bodovej stupnice (pozri článok 5.1) so zhodnotením vhodnosti použitia vozovky s konkrétnym krytom pre konkrétnu situáciu.

4.2 Analýza celkových nákladov spojených so správou vozovky v analyzovanom období (LCCA - Life cycle cost analysis)

LCCA zahŕňa vyčíslenie nákladov správcu pozemnej komunikácie a užívateľských nákladov za celú dobu analyzovaného obdobia (pozri kapitolu 6).

4.3 Analýza ostatných vplyvov

Analýza ostatných vplyvov sa vykonáva v prípade, že rozdiel medzi jednotlivými variantmi je malý. Ide o konečnú analýzu s prihliadnutím k vplyvom, ktoré sa dosiaľ nezohľadnili. Ide prevažne o vplyvy, ktoré sú schopní posúdiť iba odborníci poznajúci miestne pomery v lokalite realizácie (pozri kapitolu 7).



* záleží na správcovi pozemnej komunikácie, akú si zvolí hraničnú hodnotu (hodnota 15 % prevzatá z [1])

Obrázok 1 Vývojový diagram na výber typu vozovky (výber variantu medzi asfaltovým krytom a cementobetónovým krytom) [1]

5 Analýza konštrukčného riešenia vozovky

5.1 Hľadiská na výber technológie

V tabuľke 1 je uvedený prehľad 17 základných hľadísk, ktoré by sa mali brať do úvahy v tejto fáze výberu vhodnej konštrukcie vozovky. Použijú sa vždy len tie hľadiská, ktoré sú relevantné pre konkrétny posudzovaný prípad (týka sa to predovšetkým hľadísk 2 až 5).

Tabuľka 1 Prehľad základných hľadísk na výber krytu cestnej vozovky a príklad ich hodnotenia

Hľadisko:		Vozovky s asfaltovým krytom	vozovky s cementobetónovým krytom
1a	geotechnické a hydrogeologické pomery: - stabilné podložie	=	=
1b	- celkové a nerovnomerné sadanie podložia	++++	+
2a	uplatnenie na voľnej trase (extravilán) pri: - nízkych intenzitách dopravy (cesty I. triedy)	+++	+
2b	- stredných intenzitách dopravy (diaľnice a cesty I. triedy)	=	=
2c	- vysokých intenzitách dopravy (diaľnice)	++	+++
3	uplatnenie v intraviláne miest a obcí	++++	++
4	uplatnenie na mostoch	+++	+
5a	uplatnenie v tuneloch - krátkych	=	=
5b	- stredných a dlhých	++	++++
6	počet zhotoviteľov danej technológie	+++	+
7	nezávislosť na surovinách dovážaných zo zahraničia	=	=
8	životnosť vozovky	++	+++
9a	časová a technologická náročnosť opráv: - lokálnych	++	+
9b	- v súvislých úsekoch	++++	+
10	nezávislosť výstavby a opráv konštrukcie na meteorologických vplyvoch	++	+
11	možnosť recyklácie pri rekonštrukcii vozovky	=	=
12	komfort jazdy	=	=
13	protišmykové vlastnosti povrchu vozovky na novo budovaných pozemných komunikáciách	=	=
14	trvanlivosť protišmykovej úpravy povrchu	?	?
15	svetlosť povrchu vozovky	+	+++
16	hlučnosť povrchu na novo budovaných pozemných komunikáciách	+++	++
17a	dopad na životné prostredie - v súvislosti s výstavbou	=	=
17b	- počas životnosti	++	++

+ výhoda, čím viac symbolov (bodov), tým väčšia výhoda, maximum sú 4 symboly (počas životnosti sa stávajú CB vozovky hlučnejšími)
= rovnaké výsledky
? bude potrebné vyhodnotiť na základe dlhodobých skúseností

5.2 Komentár k jednotlivým hľadiskám

1 Geotechnické a hydrogeologické pomery

- 1a stabilné podložie

V prípade stabilného podložia sú na tom obe technológie rovnako a rozhodujúca je predovšetkým návrhová kategória pozemnej komunikácie, výhľadová intenzita dopravy a plynulosť dopravy na danom úseku.

- 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.

2 Uplatnenie na voľnej trase (extravilán)

- 2a nízke intenzity dopravy

Na cestách I. triedy (pri očakávanej triede dopravného zaťaženia II. a III.) sa za normálnych okolností uprednostňuje voľba asfaltového krytu, pozri kapitolu 5.3.1.

- 2b stredné intenzity dopravy

Na diaľniciach, rýchlostných cestách a cestách I. triedy (pri očakávanej triede dopravného zaťaženia I a II) sa má prihliadať na ostatné hľadiská a na základe vykonanej analýzy zvoliť buď variant asfaltového alebo cementobetónového krytu, pozri kapitolu 5.3.1.

- 2c vysoké intenzity dopravy

Na diaľniciach a rýchlostných cestách (pri očakávanej triede dopravného zaťaženia I.) sa za normálnych okolností uprednostňuje voľba cementobetónového krytu, pozri kapitolu 5.3.1.

POZNÁMKA: Vrstvy vozoviek z asfaltových zmesí s modifikovanými spojivami alebo z asfaltových zmesí s vysokým modulom tuhosti vykazujú vyššiu odolnosť a životnosť, než vrstvy z bežných asfaltových zmesí.

3 Uplatnenie v intraviláne miest a obcí

Z dôvodu potencionálnych zásahov do konštrukcie vozovky sa v súvislosti s rozširovaním a údržbou sietí v mestách odporúča aplikácia asfaltového krytu. V rade špeciálnych prípadov, kde hrozí riziko zrýchleného vývoja trvalých deformácií, ako napr. státie pred križovatkami, okružné križovatky, zastávky hromadnej dopravy a pod., je výhodná aplikácia cementobetónového krytu.

4 Uplatnenie na mostoch

Štandardným riešením na mostoch je aplikácia asfaltového krytu, a to aj v prípadoch, kedy sú naväzujúce úseky realizované ako cementobetónové. Aplikácia cementobetónového krytu sa odporúča zatiaľ iba v prípadoch, kedy sa na moste uvažuje s vysokým dopravným zaťažením alebo s pomaly sa pohybujúcou až zastavujúcou dopravou. Takto zhotovený kryt sa odporúča sledovať nad rámec prehliadok mostov stanovených v TP 09B/2005.

5 Uplatnenie v tuneloch

Z dôvodu lepších svetelných parametrov cementobetónových krytov sa dáva tomuto variantu prednosť pred asfaltovými krytmi.

- 5a krátke tunely

Pri krátkych tuneloch (dĺžka do 300 m) je akceptovateľná realizácia asfaltového krytu. Ak je však tunel včlenený do trasy s cementobetónovým krytom, je žiaduce, aby kryt v tuneli mal rovnakú konštrukciu ako vo voľnej trase.

- 5b stredné a dlhé tunely

Pri stredných tuneloch (dĺžka 300 m - 1000 m) a pri dlhých tuneloch (dĺžka nad 1000 m) sa uprednostňuje cementobetónový kryt z titulu požiarnej bezpečnosti.

POZNÁMKA: Podľa [18] sa v niektorých krajinách používajú asfaltové kryty aj v dlhých tuneloch.

6 Počet zhotoviteľov danej technológie

Je možné vybrať si zhotoviteľa vozovky, vrátane zabezpečenia následných opráv. Pri vozovkách s cementobetónovým krytom nie je toľko možností, ako v prípade vozoviek s asfaltovým krytom.

7 Nezávislosť na surovinách dovážaných zo zahraničia

V prípade vozoviek s asfaltovým krytom ide o ropu, ktorá sa musí dovážať a predovšetkým o jej cenu ktorá sa odvíja od situácie na trhu s komoditami. V prípade vozoviek s cementobetónovým krytom je potrebné použiť kvalitný cestný cement.

8 Životnosť vozovky

Podľa STN 73 6114 je návrhové obdobie pre vozovky s asfaltovým krytom 20 rokov a pre vozovky s cementobetónovým krytom 30 rokov. V priebehu návrhového obdobia sa v prípade cementobetónového krytu musí vykonať minimálne obnova tesnenia pozdĺžnych a priečných škár. Pri asfaltovom kryte dochádza k postupnému vyjazďovaniu koľají a počíta sa minimálne s výmenou obrusnej vrstvy v priebehu tohto obdobia. V prípade použitia asfaltových zmesí s modifikovanými spojivami alebo z asfaltových zmesí s vysokým modulom tuhosti sa dosahujú lepšie výsledky.

Pri zvažovaní technológií s vyššími zriaďovacími nákladmi je treba zohľadniť následné nižšie náklady na údržbu vozovky, cykly opráv a predĺženie životnosti vozovky. Vývoj porúch vozoviek a s ním spojená životnosť vozovky je závislá predovšetkým na intenzite dopravy na danom úseku. V podmienkach Slovenskej republiky na diaľniciach a cestách I. triedy sa uprednostňuje použiť

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 dlhej 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 klimatické podmienky, 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 (úprava povrchu vlečením jutového pásu) sú porovnateľné.

POZNÁMKA: Je možné použiť aj inú úpravu povrchu cementobetónového krytu, napr. s obnaženým kamenivom (vymývaný betón) alebo vytvorenie textúry povrchu kefou.

14 Trvanlivosť protišmykovej úpravy povrchu

Z metodického pokynu MD ČR *Zásady pro použití obrusných vrstev vozoviek z hlediska protišmykových vlastností* [17] vyplýva, že najvyššiu životnosť protišmykovej úpravy (v súvislosti s intenzitou dopravy) majú vozovky s cementobetónovým krytom s povrchovou úpravou vlečením jutového pásu a vozovky s obrusnou vrstvou z asfaltového koberca mastixového. Konkrétne životnosti jednotlivých povrchov z hľadiska protišmykových vlastností bude treba overiť na základe dlhodobého sledovania.

V prípade vysokej intenzity dopravy oba druhy krytu obvykle vyžadujú obnovu protišmykových vlastností povrchu v priebehu životnosti vozovky.

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 pozemných komunikáciách

Obe technológie sú schopné zabezpečiť povrch vozovky s nízkou hladinou hluku. Vozovky s asfaltovým krytom a obrusnou vrstvou z asfaltového koberca mastixového a vozovky s cementobetónovým krytom s povrchovou úpravou vlečením jutového pásu 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

Riziko sa môže vyskytnúť v prípade použitia druhotných surovín, niektorých vedľajších produktov a odpadových materiálov, najmä v súvislosti s limitmi na vylúhovanie nebezpečných látok do podzemných vôd a pôdy, či zvýšenou ekotoxicitou. Všetky použité materiály musia spĺňať požiadavky príslušných noriem, právnych predpisov a súvisiacich technických predpisov.

- 17a v súvislosti s výstavbou

Výroba cementu je energeticky náročná, čím dochádza k vyššej emisii skleníkových plynov. Pri kladení cementobetónových krytov neboli zistené žiadne riziká pre životné prostredie.

Kladenie asfaltových vrstiev je energeticky náročnejšie, kvôli požadovaným vyšším pracovným teplotám spracovania horúcej asfaltovej zmesi. V tejto súvislosti sú pracovníci vystavení vyšším teplotám, ktoré však nepredstavujú riziko z hľadiska uvoľňovania emisií organických látok škodlivých pre zdravie.

POZNÁMKA: Energetická náročnosť a emisie pri zhotovovaní asfaltových vozoviek sa znižia využívaním nízkoteplotných a teplých asfaltových zmesí.

- 17b počas životnosti

Použitie vozoviek so svetlým povrchom napomáha zníženiu teplôt vzduchu vo veľkých mestách v letnom období.

Frekvencia zásahov v priebehu životnosti vozovky sa líši podľa zvolenej konštrukcie vozovky, to sa týka predovšetkým prípadov s vysokou intenzitou dopravy a má priamu súvislosť s energetickou náročnosťou a emisiami CO₂.

Bežné cestné asfalty a asfaltové emulzie používané pri údržbe vozoviek (kalové vrstvy, postrekové technológie) sú ekologicky nezávadné. Riedené asfalty (s použitím organických činidiel na riedenie) možno použiť iba vtedy, ak sa preukáže, že nemôže dôjsť k ohrozeniu životného prostredia.

5.3 Rozhodnutie o výbere technológie založené na analýze konštrukčného riešenia vozovky

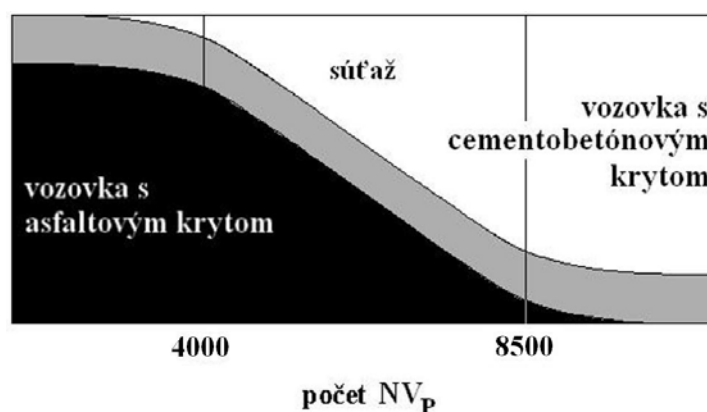
Vyššie uvedené hľadiská majú slúžiť ako podklad na správne rozhodnutie o výbere technológie na výstavbu krytu vozovky. To sa pri výbere vhodnej technológie zohľadnili všetky hľadiská a špecifické podmienky, ktoré nebolo možné obsiahnuť v tomto TP, je plne v kompetencii osôb poverených konať takéto rozhodnutia.

Pri súhrnnom hodnotení variantov podľa jednotlivých hľadísk nemá ísť o formálne sčítanie bodov (symbolov), ale predovšetkým o odhalenie slabých miest jednotlivých konštrukčných riešení v konkrétnych podmienkach. Pri hodnotení je dôležité aj uplatnenie inžinierskeho prístupu, keď posudzovanie prebieha na základe doterajších skúseností.

Všeobecne sa pri voľbe technológie vychádza z nasledujúcich odporúčaní.

5.3.1 Voľná trasa

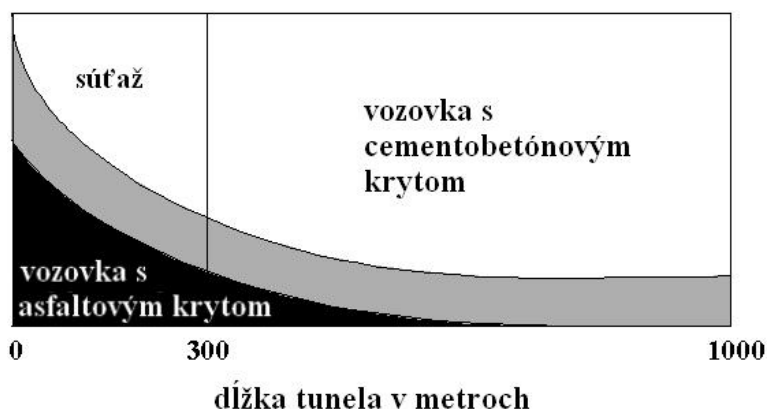
Hlavným kritériom pre rozhodnutie je trieda dopravného zaťaženia (predovšetkým hodnota NV_p rovnajúca sa priemernému počtu nákladných vozidiel za 24 h v oboch smeroch cestnej komunikácie počas návrhového obdobia). Pri NV_p medzi 4000 a 8500 je priestor pre súťaž medzi oboma technológiami, a to na základe hľadísk uvedených v kapitole 5.1 týchto TP. Pri NV_p vyššom ako 8500 treba zväžiť variant cementobetónového krytu.



Obrázok 2 Kritérium na rozhodovanie o voľbe krytu vozovky vo voľnej trase, upravené zo [14]

5.3.2 Tunely

Hlavným kritériom u tunela je jeho dĺžka, pozri hľadisko č. 5 kapitoly 5.1. Uprednostňuje sa variant cementobetónového krytu.



Obrázok 3 Kritérium na rozhodovanie o voľbe krytu vozovky v tuneli

5.3.3 Mosty

Hlavnými kritériami sú dĺžka mosta, výskyt dilatačných záverov, plánovaná trieda dopravného zaťaženia a plynulosť premávky na moste. Musí sa zohľadniť konštrukčné riešenie mosta a ďalšie okrajové podmienky. V prípade mostov je rozhodnutie o voľbe technológie krytu zložitejšie a preto ho nie je možné vyjadriť formou jednoduchej schémy. Viac je uvedené v kapitole 5.1, hľadisku č. 4.

5.3.4 Ostatné prípady

Všade tam, kde je vysoká intenzita dopravy a hrozí riziko zrýchleného vývoja trvalých deformácií, ako napr. státi pred križovatkami, okružné križovatky, zastávky hromadnej dopravy, odstavné parkoviská nákladných automobilov, môže byť výhodná aplikácia cementobetónového krytu.

6 Analýza celkových nákladov spojených so správou vozovky v analyzovanom období (LCCA)

LCCA (Life cycle cost analysis) je vhodný nástroj na porovnávanie variantov riešenia výstavby/opráv/rekonštrukcií krytov vozoviek pozemných komunikácií v prípade, kedy všetky riešenia zaručujú rovnakú úroveň služieb, sú navrhované pre rovnakú úroveň dopravného zaťaženia a analyzované za rovnaké obdobie. Tieto podmienky spĺňa porovnanie variantov výstavby vozovky s asfaltovým krytom a vozovky s cementobetónovým krytom.

6.1 Jednotlivé kroky LCCA

6.1.1 Voľba jednotlivých variantov riešenia

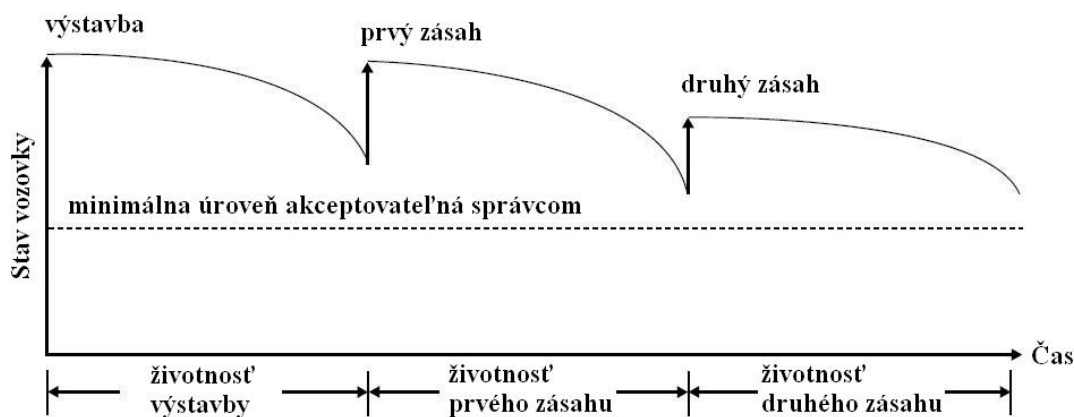
- musia byť vybraté minimálne dva varianty riešenia;
- dĺžka analyzovaného obdobia sa musí zvoliť tak, aby sa nezvýhodnil žiadny variant;
- musí byť známa plánovaná intenzita dopravy v danom mieste a jej vývoj v priebehu analyzovaného obdobia, vrátane zastúpenia NV (nákladných vozidiel);
- zvolí sa diskontná sadzba, s ktorou sa bude počítat'.

POZNÁMKA: Diskontná sadzba je úroková sadzba, za ktorú si môžu komerčné banky uložiť voľné prostriedky v Národnej banke Slovenska. V rámci LCCA sa používa diskontná sadzba na prepočet budúcich peňažných tokov na súčasnú hodnotu (viď kapitola 6.1.4). Väčšinou sa volí jedna hodnota diskontnej sadzby na výpočet v rámci celého analyzovaného obdobia.

6.1.2 Definícia jednotlivých typov zásahov a ich načasovanie pre každý variant

- pre každý variant sa definuje scenár zásahov (údržba, oprava, rekonštrukcia), ktorý zahŕňa voľbu konkrétneho typu zásahu a načasovanie každého zásahu;

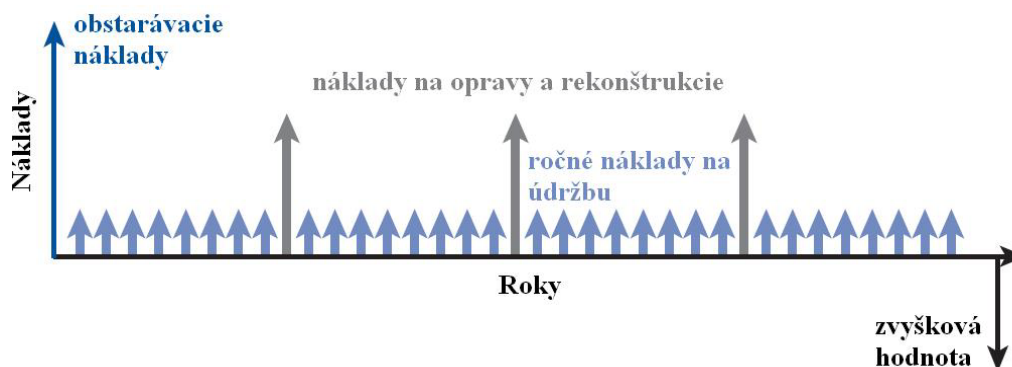
- načasovanie zásahov je založené na doterajších skúsenostiach správcu pozemných komunikácií (vychádza sa z priebežného sledovania vývoja premenných parametrov vozoviek a porúch na konkrétnych úsekoch s rôznym zložením vozovky), výsledkoch výskumu a vychádza z prijatých pravidiel správcu pozemných komunikácií (dopravnej politiky štátu);
- zároveň sa definuje typ a dĺžka dopravného obmedzenia súvisiaceho s každým zásahom (napr. dĺžka uzávierky počas dňa, rýchlosť dopravy pri uzávierke, možnosť presmerovania dopravy do druhého jazdného pásu, spôsob vedenia dopravy a pod.).



Obrázok 4 Časový priebeh jedného variantu počas analyzovaného obdobia [2]

6.1.3 Výpočet jednotlivých nákladov

- počítajú sa náklady správcu a aj užívateľské náklady;
- je dôležité uviesť predovšetkým náklady, ktoré dokumentujú rozdiely medzi jednotlivými variantmi;
- náklady správcu zahŕňajú obstarávacie náklady (novostavba) a udržiavacie náklady (bežná údržba, opravy) a náklady spojené s rekonštrukciou vyjadrené v eurách; pri stanovení ceny zásahu sa vychádza z historických skúseností, nedávno realizovaných projektov a odborného odhadu;

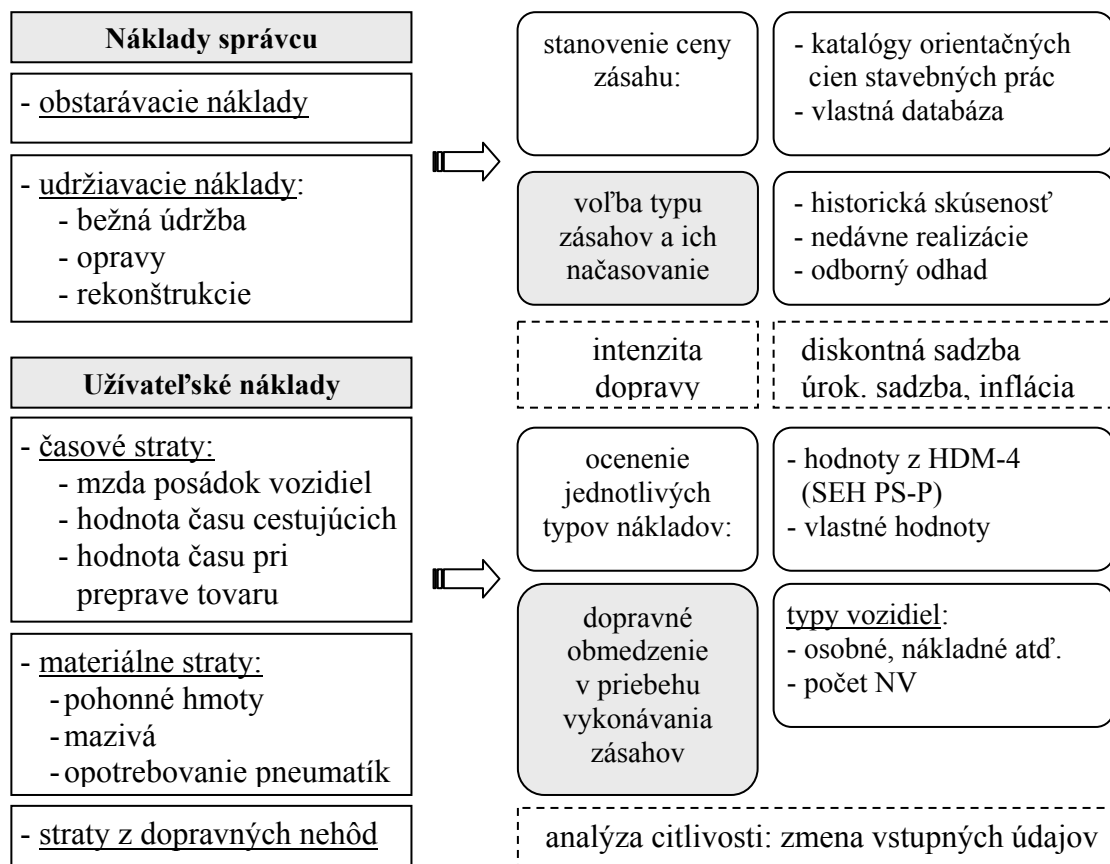


Obrázok 5 Časový priebeh výskytu jednotlivých nákladov správcu [3]

- užívateľské náklady sa počítajú iba v súvislosti s vykonávanými zásahmi a dlhodobým obmedzením rýchlosti premávky (užívateľské náklady pri bežnej prevádzke sa považujú za porovnateľné pre variant vozovky s asfaltovým krytom a variant s cementobetónovým krytom); vyjadrujú sa časové a materiálne straty užívateľov súvisiace so znížením rýchlosti v €; pokiaľ sú k dispozícii údaje o výskyte nehôd, v súvislosti s obmedzeniami realizovanými pri rôznych typoch zásahov, tieto môžu byť taktiež vyčíslené; pri výpočte sa odporúča použiť hodnoty definované v aktuálnej verzii programu HDM-4 kalibrovaného na podmienky na

Slovensku [4] alebo používaných v programe SEH PS-P: Systém ekonomického hodnotenia prevádzkovej spôsobilosti a výkonnosti cestných komunikácií prioritný [5];

- dôležitou skupinou užívateľských nákladov sú prevádzkové náklady vznikajúce zhoršeným stavebným stavom vozovky, a to ako z hľadiska ich veľkosti, tak z hľadiska ich významu pre užívateľov, ktorí prispievajú k udržaniu žiaduceho stavebného stavu mýtnym či diaľničnými známkami; bohužiaľ zatiaľ nie je k dispozícii dostatok podkladov na vyčíslenie týchto nákladov.



Obrázok 6 Členenie uvažovaných nákladov a faktorov, ktoré ovplyvňujú ich výpočet

6.1.4 Výpočet nákladov za celé analyzované obdobie

- pre každý variant sa spočítajú celkové náklady za analyzované obdobie;
- hodnota peňazí v čase sa vyjadruje pomocou čistej súčasnej hodnoty NPV (Net Present Value); týmto spôsobom sa prepočítavajú všetky náklady;

$$NPV = F \frac{1}{(1+i)^n}$$

kde: F sú náklady vynaložené v roku n (Future Value),
 n je počet rokov od začiatku analýzy,
 i je diskontná sadzba,

- na konci analyzovaného obdobia sa vyčísľuje zvyšková hodnota vozovky SV (Salvage Value), a to s prihliadnutím na predpokladanú životnosť vozovky (posledného väčšieho zásahu); táto hodnota sa odpočíta od celkových nákladov; výpočet sa vykoná podľa nižšie uvedeného vzorca [1].

$$SV = CC * \frac{ERL}{TEL}$$

kde:	<i>SV</i>	je zvyšková hodnota vozovky - Salvage Value,
	<i>CC</i>	sú náklady na zhotovenie vozovky (súvislú údržbu, rekonštrukciu) - Construction Costs,
	<i>ERL</i>	je očakávaná zvyšková životnosť vozovky (súvislej údržby, rekonštrukcie) od konca vykonanej analýzy - Expected Remaining Life,
	<i>TEL</i>	je očakávaná životnosť vozovky (súvislej údržby, rekonštrukcie) - Total Expected Life.

6.1.5 Analýza výsledkov

- vykoná sa porovnanie jednotlivých variantov, a to s rozlíšením nákladov správcu a užívateľských nákladov;
- po prvom porovnaní sa odporúča vykonať analýzu citlivosti, kedy sa menia určité vstupné parametre, napr. diskontná sadzba, načasovanie zásahov, sadzby jednotlivých časových a materiálových strát užívateľov a pod.;
- vo väčšine prípadov sú pre záverečné rozhodnutie rozhodujúce rozdiely v nákladoch správcu, pričom sa prihliada na to, aby nedochádzalo k významným disproporciám v pomere medzi nákladmi správcu a užívateľskými nákladmi u jednotlivých variantov.

7 Analýza ostatných vplyvov

Analýza ostatných vplyvov sa vykonáva v prípade, keď je rozdiel medzi jednotlivými variantmi malý, pozri obr. 1. Ide o konečnú analýzu s prihliadnutím na vplyvy, ktoré neboli dosiaľ zohľadnené. Sú to prevažne vplyvy, ktoré sú schopní posúdiť iba odborníci poznajúci miestne pomery v mieste realizácie (regionálne vplyvy, zamestnanosť a pod.).

8 Konečný výber variantu

V tomto poslednom kroku sa ešte raz zväžia výsledky jednotlivých fáz analýzy a vykoná sa výber optimálneho variantu vozovky.

9 Vzorový príklad

Uvedený príklad slúži iba ako demonštratívny, pre účely pochopenia jednotlivých krokov a výpočtov vykonávanej analýzy.

Zadanie:

Výstavba diaľničného úseku v záreze, vo voľnej trase dĺžky 2 km

Kategória:	D 27,5/120
Plánovaná začiatočná intenzita dopravy:	15000 vozidiel
Začiatočné zastúpenie NV:	5000 ťažkých vozidiel/deň
Začiatočné zastúpenie O:	10000 ľahkých vozidiel/deň
Medziroční nárast dopravy:	vypočítaný na základe výhľadových koeficientov nárastu dopravy pre obdobie 2010-2040 pre diaľnice (VÚC Bratislava) podľa MP 1/2006

<u>Varianty:</u>	A vozovka s cementobetónovým krytom
	B vozovka s asfaltovým krytom

Zloženie vozovky:

Návrh zloženia vozovky vychádza z plánovanej intenzity dopravy, predovšetkým z počtu nákladných vozidiel (NV).

Počiatočná priemerná denná intenzita NV:	5000
priemerná denná intenzita NV v roku 25:	7750
priemerná denná intenzita NV v roku 30:	8170

NV_p (za 25 rokov): 6450
 NV_p (za 30 rokov): 6710

POZNÁMKA: NV_p je priemerná denná intenzita nákladných vozidiel pre všetky jazdné pruhy v návrhovom období

Tabuľka 2 Variant A vozovka s cementobetónovým krytom - štruktúra konštrukčných vrstiev vozovky

cementobetónový kryt skupiny I dvojvrstvový s vystužením škár	CB I	250 mm
cementová stabilizácia	SC I	180 mm
štrkodrvina	ŠD	min. 200 mm
CELKOM:		min. 630 mm

Tabuľka 3 Variant B vozovka s asfaltovým krytom - štruktúra konštrukčných vrstiev vozovky

asfaltový koberec mastixový s modifikovaným spojivom	SMA 11 PmB	40 mm
asfaltový betón pre ložnú vrstvu s modifikovaným spojivom kvalitatívnej triedy I	AC 22 PmB I	60 mm
asfaltový betón pre podkladovú vrstvu s cestným asfaltom kvalitatívnej triedy I	AC 22 I	100 mm
cementová stabilizácia kvalitatívnej triedy I	SC I	180 mm
štrkodrvina	ŠD	min. 200 mm
CELKOM:		min. 580 mm

9.1 Analýza konštrukčného riešenia vozovky

Celý úsek je zhotovený v záreze. V blízkosti sa nevyskytuje, ani sa nevyskytoval, žiadny vodný tok. Hladina podzemnej vody je hlboko pod úrovňou zárezu, takže nemá na podložie vozovky nepriaznivý vplyv. Geotechnické a hydrogeologické pomery sú vyhovujúce pre oba navrhované varianty vozovky.

Celý úsek je vedený lesom. Na trase sa nevyskytuje tunel, most ani žiadne úseky, ktoré by vyžadovali zvláštne opatrenia. Na základe plánovanej intenzity dopravy sa nedá urobiť jednoznačné rozhodnutie, keďže sa počet NV_p nachádza v pásme pre súťaž medzi oboma variantmi ($4000 < NV_p < 8500$). Ani na základe zváženia ďalších hľadísk, uvedených v kapitole 5 týchto TP, sa nedospelo k voľbe varianty vozovky.

Keďže v prvej fáze sa nevykonalo jednoznačné rozhodnutie o výbere variantu vozovky, nasleduje fáza 2.

9.2 Analýza celkových nákladov (LCCA)

Analýza zahŕňa vyčíslenie nákladov správcu pozemnej komunikácie a užívateľských nákladov za celé analyzované obdobie.

Analýzované obdobie: 30 rokov

9.2.1 Náklady správcu pozemných komunikácií

a) Obstarávacie náklady

Na účely ocenenia obstarávacích nákladov sa používajú katalógy orientačných cien stavebných prác vydávané rôznymi firmami alebo sa vychádza z údajov vedených vo vlastnej databáze správcu pozemných komunikácií. Vždy treba používať čo najaktuálnejšie informácie.

Tabuľka 4 Variant A vozovka s cementobetónovým krytom - cena realizácie za 1 m² (iba pre demonštratívne účely)

	M. J.	J. cena /€
cementobetónový kryt skupiny I dvojvrstvový, CB I, hr. 250 mm, spodná a horná vrstva s vystužením škár, vrátane ochranného postreku, rezania a vyplnenia škár	m ²	46,0
infiltračný postrek asfaltovou emulziou 0,5 kg/m²	m ²	0,3
cementová stabilizácia hr. 180 mm	m ²	10,8
vozovkové vrstvy zo štrkodrviny hr. 200 mm	m ²	6,1
CELKOM:		63,2

Tabuľka 5 Variant B vozovka s asfaltovým krytom - cena realizácie za 1 m² (iba pre demonštratívne účely)

	M. J.	J. cena /€
asfaltový koberec mastixový s modifikovaným asfaltom tr. I hr. 40 mm	m ²	8,2
spojovací postrek z modifikovanej asfaltovej emulzie 0,5 kg/m²	m ²	0,6
asfaltový betón pre ložnú vrstvu s modifikovaným asfaltom tr. I hr. 60 mm	m ²	12,4
spojovací postrek z modifikovanej asfaltovej emulzie 0,5 kg/m²	m ²	0,6
asfaltový betón pre podkladovú vrstvu s cestným asfaltom tr. I hr. 100 mm	m ²	18,6
infiltračný postrek asfaltovou emulziou 1,00 kg/m²	m ²	0,6
cementová stabilizácia hr. 180 mm	m ²	10,8
vozovková vrstva zo štrkodrviny hr. 200 mm	m ²	6,1
CELKOM:		57,9

b) Náklady na údržbu, opravy a rekonštrukcie

Na účely ocenenia nákladov na údržbu, opravy a rekonštrukcie vozoviek pozemných komunikácií sa používajú katalógy orientačných cien stavebných prác vydávané rôznymi firmami, vychádza sa z údajov vedených v HDM-4, SEH PS alebo z údajov vedených vo vlastnej databáze správcu pozemných komunikácií.

Tabuľka 6 Variant A vozovka s cementobetónovým krytom - cena realizácie za 1 m² (iba pre demonštratívne účely, uvedené sú iba ďalej používané položky)

	M. J.	J. cena /€
obnova tesnenia škár (asfaltovou zálievkou s predtesnením gumovými profilmi)	m ² *	2,7
obnova protišmykových vlastností	m ²	7,4
brúsenie diamantovou brúskou	m ²	21,4
lokálne opravy maltou	m ²	152,7
lokálna výmena alebo oprava dosiek	m ²	190,8
<i>* prepočítané z bežných metrov</i>		

Tabuľka 7 Variant B vozovka s asfaltovým krytom - cena realizácie za 1 m² (iba pre demonštratívne účely, uvedené sú iba ďalej používané položky)

	M. J.	J. cena /€
mikrokoberec hrúbky 8 mm	m ²	4,0
výmena obrusnej vrstvy - SMA 11 hrúbky 40 mm	m ²	13,4
výmena ložnej vrstvy - AC 22 PmB I hrúbky 80 mm, vrátane lokálnej opravy podkladových vrstiev v rozsahu 10 % plochy, hrúbky 60 mm *	m ²	21,4
<i>* vo výpočte sa neuvažuje s použitím R-materiálu</i>		

9.2.2 Užívateľské náklady

Užívateľské náklady sa môžu definovať na základe hodnôt uvedených v HDM-4, SEH PS-P alebo sú volené individuálne. Nerozlišuje sa typ vozovky, rozhodujúce sú časové straty súvisiace s realizovanými zásahmi (napr. jazda rýchlosťou 80 km/h namiesto 130 km/h).

Na výpočet týchto nákladov je podstatná znalosť:

- intenzity dopravy na sledovanom úseku,
- zastúpenie jednotlivých kategórií vozidiel v dopravnom prúde,
- priemerného počtu osôb tvoriacich posádky jednotlivých kategórií vozidiel,
- spôsobu dopravného obmedzenia a jeho dĺžky pri jednotlivých typoch zásahov a pod.

Na zjednodušenie sa bude v tomto ukázkovom prípade uvažovať s časovými stratami užívateľov osobných a dodávkových automobilov (ľahké vozidlá) rovnými 10 €, pričom sa nerozlišuje obsadenosť vozidiel. V prípade ťažkých vozidiel (NV) sa počíta s časovou stratou 8,5 € podľa tabuľky 8. Na presnejší výpočet by bolo treba vykonať podrobnejší rozbor dopravného prúdu a obsadenosti jednotlivých kategórií vozidiel.

Materiálové straty užívateľov, zohľadňujúce zvýšenú spotrebu pohonných hmôt a mazadiel, sú uvedené v tabuľke 9.

Tabuľka 8 Časové straty užívateľov

	M. J.	J. cena /€
Ľahké vozidlá - hodnota času cestujúcich *	1 h/ vozidlo	10
Ťažké nákladné vozidlá NV - mzda posádok *	1 h/ vozidlo	5,3
- hodnota času pri preprave tovaru **	1 h/vozidlo	3,2
<i>* zvolená hodnota ** prepočítané z hodnoty času pri preprave tovaru pre kategórie vozidiel N1, N2, N3 a NS</i>		

Tabuľka 9 Materiálne straty užívateľov

	M. J.	J. cena /€
Ľahké vozidlá - pohonné hmoty a mazivá *	1 h	0,9
Ťažké nákladné vozidlá NV - pohonné hmoty a mazivá *	1 h	1,1
<i>* zvolená hodnota</i>		

Ekonomické straty z dopravných nehôd sa v tomto prípade nezapočítavajú, pretože nie je známe, pri ktorých zásahoch dochádza k zvýšeniu nehodovosti a v akej miere.

9.2.3 Scenár jednotlivých zásahov

Voľba konkrétneho typu zásahu a jeho načasovanie vychádza zo skúseností správcu pozemných komunikácií a odporúčaní uvedených napríklad v HDM-4 a SEH PS.

Tabuľka 10 Variant A vozovka s cementobetónovým krytom - scenár zásahov (iba pre demonštratívne účely - intervaly pre zásahy a výber vhodnej technológie sa líši pre jednotlivé kategórie pozemných komunikácií a podľa skúseností správcu s jednotlivými technológiami a ich zhotoviteľmi)

Rok zásahu	Použitá technológia	% z celkovej plochy **	Jazdný pruh
5	záručné opravy na základe podrobnej prehliadky a meraní *	-	-
10	obnova tesnenia škár (asfaltovou zálievkou s predtesnením gumovými profilmi)	100	oba, krajnica
15	lokálne opravy maltou	0,1	oba
	obnova protišmykových vlastností	12	pomalý
20	lokálna výmena alebo oprava dosiek	0,5	pomalý
	obnova protišmykových vlastností ***	25	oba
	obnova tesnenia škár (asfaltovou zálievkou s predtesnením gumovými profilmi)	100	oba, krajnica
30	lokálna výmena alebo oprava dosiek	1	oba
	brúsenie diamantovou brúskou	3	oba
	lokálne opravy u maltou	0,5	oba
	obnova protišmykových vlastností	12	oba
	obnova tesnenia škár (asfaltovou zálievkou s predtesnením gumovými profilmi)	100	oba, krajnica

* nie je nákladom správcu ** 100 % plochy zahŕňa celý dopravný pás - pomalý a rýchly jazdný pruh a spevnenú časť krajnice *** po obnove protišmykových vlastností oboch jazdných pruhov sa predpokladá využitie funkcie obnaženého hrubého kameniva a následná obnova protišmykových vlastností až po ďalších 10 rokoch

Tabuľka 11 Variant B vozovka s asfaltovým krytom - scenár zásahov (iba pre demonštratívne účely - intervaly pre zásahy a výber vhodnej technológie sa líši pre jednotlivé kategórie pozemných komunikácií a podľa skúseností správcu s jednotlivými technológiami a ich zhotoviteľmi)

Rok zásahu	Použitá technológia	% z celkovej plochy **	Jazdný pruh
5	záručné opravy na základe podrobnej prehliadky a meraní *	-	-
9	mikrokoberec hr. 8 mm	35	pomalý
13	mikrokoberec hr. 8 mm	35	rýchly
	výmena obrusnej vrstvy SMA hr. 40 mm	35	pomalý
23	výmena ložnej vrstvy AC 22 PmB I hrúbky 80 mm, vrátane lokálnej opravy podkladových vrstiev v rozsahu 10 % plochy, hrúbky 60 mm	35	pomalý
	súvislá výmena obrusnej vrstvy SMA 11 hr. 40 mm	100	oba, krajnica
30	-	-	-

* nie je nákladom správcu ** 100 % plochy zahŕňa pomalý a rýchly jazdný pruh a krajnicu, 35 % zaberá jeden jazdný pruh *** v prípade polozenia kalového zákrytu iba v jednom jazdnom pruhu sa musí zabezpečiť drenážna funkcia celého dopravného pásu

9.2.4 Výpočet nákladov správcu

Počítajú sa celkové náklady za celé analyzované obdobie (30 rokov) vyjadrené čistou súčasnou hodnotou (NPV); **zvolená diskontná sadzba = 6 %**

Všetky náklady sa týkajú jedného dopravného pásu so šírkou krytu vozovky 11,5 m.

Náklady spojené s rutinnou údržbou sa tu neuvádzajú. Predpokladá sa, že tieto náklady sú rovnaké pre vozovky s cementobetónovým a asfaltovým krytom.

Dôležité je stanovenie zvyškovej hodnoty vozovky, ktoré zohľadňuje životnosť vozovky od posledného vykonaného väčšieho zásahu až za hranicu analyzovaného obdobia. Táto hodnota musí byť stanovená veľmi obozretne, pretože môže mať výrazný vplyv na celkový výsledok analýzy.

Tabuľka 12 Variant A vozovka s cementobetónovým krytom - náklady správcu (sumarizácia predchádzajúcich údajov)

Rok	Náklady v tis. €	Nediskontné náklady	NPV pri 6% disk. sadzbe
0	obstarávacie náklady:	1453,6	1453,6
	náklady na údržbu a opravy:		
10	- obnova tesnenia škár	62,1	34,7
15	- lokálne opravy, obnova protišmykových vlastností v pomalom pruhu	23,9	10,0
20	- lokálna oprava dosiek, obnova protišmykových vlastností a obnova tesnenia škár	126,6	39,5
30	- lokálne výmeny alebo opravy dosiek, brúsenie, obnova protišmykových vlastností a obnova tesnenia škár	158,7	27,6
	náklady na údržbu a opravy celkom:	371,4	111,8
30	zvyšková hodnota SV*:	-264,5	-46,1
CELKOM:		1560,5	1519,3

* rekonštrukcia vozovky sa predpokladá v roku 40, a to vyburaním starého krytu a položením nového; zvyšková hodnota sa počíta z nákladov na zhotovenie pôvodného cementobetónového krytu

$$SV = (46,0 \times 11,5 \times 2000) \times \frac{10 \text{ rokov}}{40 \text{ rokov}} = 264,5 \text{ tis. €}$$

$$NPV = 1453,6 + \frac{62,1}{(1,06)^{10}} + \frac{23,9}{(1,06)^{15}} + \frac{126,6}{(1,06)^{20}} + \frac{158,7}{(1,06)^{30}} - \frac{264,5}{(1,06)^{30}} = 1519,3 \text{ tis. €}$$

Tabuľka 13 Variant B vozovka s asfaltovým krytom - náklady správcu (sumarizácia predchádzajúcich údajov)

Rok	Náklady v tis. €	Nediskontné náklady	NPV pri 6% disk. sadzbe
0	obstarávacie náklady:	1331,7	1331,7
	náklady na údržbu a opravy:		
9	- mikrokoberec v pomalom pruhu	32,2	19,1
13	- mikrokoberec v rýchlom pruhu a výmena obrusnej vrstvy v pomalom pruhu - SMA hr. 40 mm	140,1	65,7
23	- výmena ložnej vrstvy v pomalom pruhu a výmena obrusnej vrstvy v oboch pruhoch - SMA hr. 40 mm	480,5	125,8
	náklady na údržbu a opravy celkom:	652,7	210,5
30	zvyšková hodnota SV*:	-221,8	-38,6
CELKOM:		1762,7	1503,6

* ďalšia výmena obrusnej vrstvy sa predpokladá v roku 36; zvyšková hodnota sa počíta z nákladov súvisiacich so zásahom v roku 23

$$SV = 480,5 \times \frac{6 \text{ rokov}}{13 \text{ rokov}} = 221,8 \text{ tis. €}$$

$$NPV = 1331,7 + \frac{32,2}{(1,06)^9} + \frac{140,1}{(1,06)^{13}} + \frac{480,5}{(1,06)^{23}} - \frac{221,8}{(1,06)^{30}} - 1503,6 \text{ tis. €}$$

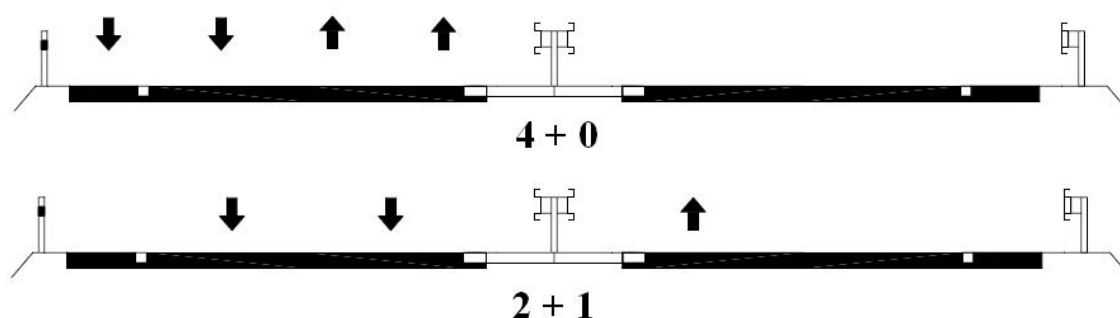
9.2.5 Výpočet užívateľských nákladov

Užívateľské náklady môžu byť orientačne vyjadrené počtom a rozsahom uzávierok a dopravných obmedzení potrebných v súvislosti s vykonávanými zásahmi alebo vyčíslené v € ako v nasledujúcom prípade.

Uvažujú sa dve možnosti, viď obrázok 7:

- uzávierka celého jazdného pásu (označenie 4+0) znamená presmerovanie dvoch jazdných pruhov do protismeru, pričom dôjde k spomaleniu premávky vo všetkých štyroch jazdných pruhoch.
- obmedzenie premávky v jednom jazdnom pruhu (označenie 2+1) znamená, že jeden jazdný pás nie je dotknutý dopravným obmedzením a v druhom sa doprava zužuje do jedného jazdného pruhu.

Existujú ďalšie varianty dopravného obmedzenia, ktoré nie sú v tomto príklade použité.



Obrázok 7 Uvažované možnosti uzávierky a obmedzenia premávky pri vykonávaní zásahov na pozemnej komunikácii

Podklady:

- | | |
|--|----------------|
| - možnosť presmerovania premávky do protismeru | áno |
| o na dĺžke | 5 km |
| - možnosť vedenia dopravy spôsobom 4+0 | áno |
| - vykonávanie práce v nočných hodinách | nie |
| - rýchlosť mimo dopravné obmedzenie | 130 km/h |
| - zníženie rýchlosti pri uzávierke 4+0 (4 jazdné pruhy) | 80 km/h |
| - zníženie rýchlosti pri dopravnom obmedzení 2+1 (1 jazdný pás) | 80 km/h |
| - <u>priemerná</u> časová strata jedného vozidla (pre účely ďalších výpočtov): | |
| o pri uzávierke 4+0 (4 jazdné pruhy) | 2,0 min |
| o pri dopravnom obmedzení 2+1 (1 jazdný pás) | 4,9 min |
| - vyčíslená strata užívateľov ľahkých vozidiel za 1 hodinu, pozri tabuľka 8 a tabuľka 9 | 10,9 €/vozidlo |
| - vyčíslená strata užívateľov ťažkých vozidiel (NV) za 1 hodinu, pozri tabuľka 8 a tabuľka 9 | 9,6 €/vozidlo |

Výpočet:

Výpočet užívateľských nákladov pre oba varianty je uvedený v tabuľke 14 a tabuľke 15 a vychádza z údajov uvedených v tabuľke 10 a tabuľke 11.

Tabuľka 14 Variant A vozovka s cementobetónovým krytom - užívateľské náklady

Rok zásahu	Použitá technológia	Plocha % *	Jazdný pruh	Typ obmedz.	Obmedz. dni	Strata tis. €
10	obnova tesnenia škár	100	oba, krajnica	4+0	5	35,3
15	lokálne opravy vysprávkovou maltou	0,1	oba	2+1	4	37,4
	obnova protišmykových vlastností	12	pomalý			
20	lokálna výmena alebo oprava dosiek	0,5	pomalý	4+0	6	50,3
	obnova protišmykových vlastností	25	oba			
	obnova tesnenia škár	100	oba, krajnica			
30	lokálna výmena alebo oprava dosiek	1	oba	4+0	7	64,0
	brúsenie diamantovou brúskou	3	oba			
	lokálne opravy maltou	0,5	oba			
		12	oba			
	obnova tesnenia škár	100	oba, krajnica			
CELKOM:					22	186,9
* 100 % plochy zahŕňa celý dopravný pás - pravý a ľavý jazdný pruh a spevnenú časť krajnice						

Tabuľka 15 Variant B vozovka s asfaltovým krytom - užívateľské náklady

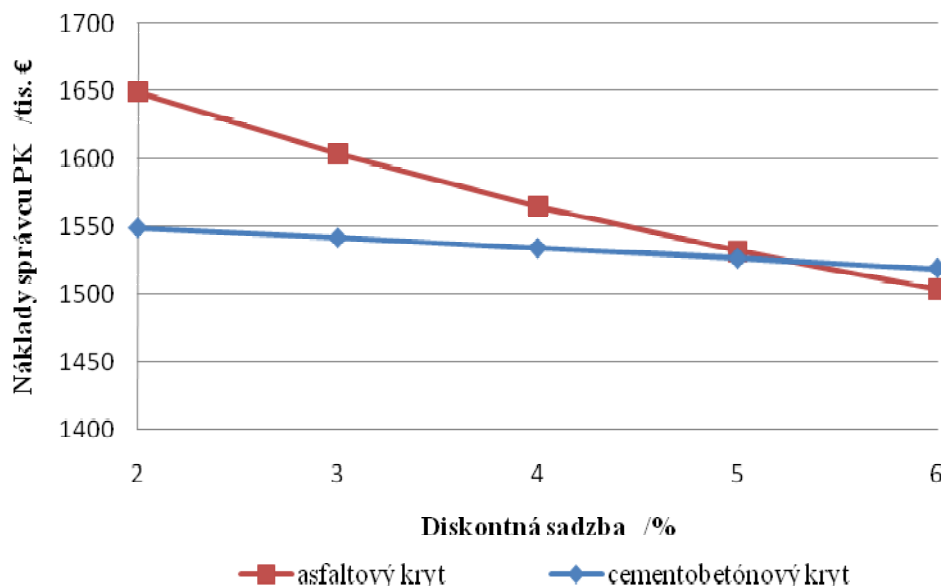
Rok zásahu	Použitá technológia	Plocha % *	Jazdný pruh	Typ obmedz.	Obmedz. dni	Strata tis. €
9	mikrokoberec hr. 8 mm	35	pomalý	2+1	2	16,5
13	mikrokoberec hr. 8 mm	35	rýchly	4+0	4	29,9
	výmena obrusnej vrstvy - SMA hr. 40 mm	35	pomalý			
23	výmena ložnej vrstvy AC 22 PmB I hrúbky 80 mm, vrátane lokálnej opravy podkladových vrstiev v rozsahu 10 % plochy, hrúbky 60 mm	35	pomalý	4+0	8	69,3
	súvislá výmena obrusnej vrstvy SMA 11 hr. 40 mm	100	oba, krajnica			
CELKOM:					14	115,7
* 100 % plochy zahŕňa celý dopravný pás - pravý a ľavý jazdný pruh a spevnenú časť krajnice, 35 % zaberá jeden jazdný pruh						

9.2.6 Porovnanie variantov

V tabuľke 16 je vykonané porovnanie oboch variantov vozoviek z hľadiska vyššie uvedených nákladov správcu pozemnej komunikácie a užívateľských nákladov za celé analyzované obdobie (30 let). V prípade nákladov správcu sú tieto náklady uvedené vo forme čistej súčasnej hodnoty NPV, pri diskontnej sadzbe 0 %, 2 %, 4 % a 6 %.

Tabuľka 16 Porovnanie nákladov variantov vozovky s cementobetónovým a asfaltovým krytom

Vozovka s krytom:	Náklady správcu v tis. €, NPV pri diskontnej sadzbe:				Užívateľské náklady	
	nediskont.	2	4	6	hodín	tis. €
cementobetónovým	1560	1549	1534	1519	17808	187
asfaltovým	1763	1649	1565	1504	11024	116



Obrázok 8 Vplyv zmeny diskontnej sadzby na náklady správcu pozemnej komunikácie

V prípade nákladov správcu dopadli pri porovnaní lepšie vozovky s cementobetónovým krytom, zatiaľ čo v prípade užívateľských nákladov dopadli lepšie vozovky s asfaltovým krytom.

Z tohto dôvodu bude vykonané posúdenie vozovky v tretej fáze.

9.3 Analýza ostatných vplyvov

Analýza ostatných vplyvov môže zahŕňať veľmi rozmanité vplyvy, ktoré sa líšia od prípadu k prípadu.

V našom ukázkovom prípade sa zohľadnilo to, že s výstavbou vozoviek s cementobetónovým krytom nie je zatiaľ na Slovensku dostatok skúseností a z toho dôvodu sa odporúča zhotoviť posudzovaný úsek pozemnej komunikácie s asfaltovým krytom.

9.4 Výber variantu

Výsledky jednotlivých fáz posudzovania sú zhrnuté v tabuľke 17.

Tabuľka 17 Konečné porovnanie variantov vozovky s cementobetónovým a asfaltovým krytom

Fáza posudzovania:	CB	AB	Poznámka
Analýza konštrukčného riešenia	=	=	extravilán, úsek bez mostov a tunelov budovaný v záreze, $4000 < NV_p < 8500$
Analýza celkových nákladov (LCCA)	=	=	analyzované obdobie = 30 rokov, náklady správcu - výhoda vozoviek s cementobetónovým krytom, užívateľské náklady - výhoda vozoviek s asfaltovým krytom
Analýza ostatných vplyvov		+	nedostatok skúseností s výstavbou vozoviek s cementobetónovým krytom
<i>CB - vozovka s cementobetónovým krytom, AB - vozovka s asfaltovým krytom</i>			

Na základe zváženia výsledkov všetkých troch fáz posudzovania je v tomto vzorovom prípade odporučené vybudovanie úseku diaľnice s vozovkou s asfaltovým krytom.