

**Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR
Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií**

TP 08/2015

**TECHNICKÉ PODMIENKY
SYSTÉM HOSPODÁRENIA S CESTNÝMI TUNELMI**

účinnosť od: 01.11.2015

OBSAH

1	Úvodná kapitola	4
1.1	Vzájomné uznávanie	4
1.2	Predmet technických podmienok (TP)	4
1.3	Účel TP	4
1.4	Použitie TP	4
1.5	Vypracovanie TP	4
1.6	Distribúcia TP	4
1.7	Účinnosť TP	4
1.8	Nahradenie predchádzajúcich predpisov	4
1.9	Súvisiace a citované právne predpisy	5
1.10	Súvisiace a citované normy	6
1.11	Súvisiace a citované technické predpisy a podmienky	8
1.12	Súvisiace zahraničné predpisy	8
1.13	Použité skratky	9
2	Základné termíny a definície	9
3	Všeobecne	10
3.1	Cestné tunely ako súčasť dopravnej infraštruktúry	10
3.2	Základné požiadavky na tunely ako dopravné stavby	10
3.3	Systém hospodárenia s tunelmi	10
3.4	Podsystemy a základné súbory systému hospodárenia s tunelmi	10
3.5	Stavebné konštrukcie tunela	11
3.6	Technologické a bezpečnostné zariadenia tunela	11
3.7	Všeobecné zásady pre hospodárenie s tunelmi	11
3.8	Automatizácia SHT	12
4	Informačný podsystem – evidencia a dokumentácia tunelov	12
4.1	Všeobecne	12
4.2	Evidencia údajov v automatizovanom informačnom podsysteme	14
4.3	Záznamy z činností počas prevádzky	16
4.4	Hodnotiaca a plánovacia dokumentácia	16
4.5	Tvorba informačného podsystemu	16
4.6	Prístupnosť zložiek automatizovaného informačného podsystemu	16
5	Kontrolné činnosti	16
5.1	Všeobecne	16
5.2	Kontrolné činnosti pre tunely	17
5.3	Požiadavky na kontrolné programy	17
6	Kontrolné činnosti na stavebných konštrukciách tunelov	18
6.1	Prehliadky tunelov	18
6.2	Diagnostika stavebných konštrukcií tunelov	19
6.3	Klasifikácia a kvantifikácia porúch	19
6.4	Geotechnické monitorovanie	20
6.5	Monitorovanie sekundárneho tunelového ostena	21
7	Kontrolné činnosti na technologických a bezpečnostných zariadeniach	22
7.1	Prehliadky	22
7.2	Kontroly technologických a bezpečnostných zariadení	24
7.3	Odborné kontroly a odborné skúšky technologických bezpečnostných zariadení	24
7.4	Funkčné skúšky a merania	24
8	Údržba a opravy tunelov	24
8.1	Všeobecne	24
8.2	Údržba a opravy tunelov – stavebné konštrukcie	25
8.3	Údržba tunelov – technologické a bezpečnostné zariadenia	26
9	Hodnotenie tunelov a plánovanie činností	27
9.1	Všeobecne	27
9.2	Hodnotiaci podsystem	28
9.3	Plánovanie činností	31
9.4	Hodnotiace správy	32
10	Hodnotenie spoľahlivosti nosných stavebných konštrukcií tunelov	33
10.1	Medzné stavy stavebných konštrukcií	33
10.2	Overovanie únosnosti a použiteľnosti konštrukcií	33
11	Hodnotenie životnosti stavebných konštrukcií	34

11.1	Životnosť stavebných konštrukcií tunela	34
11.2	Zostatková životnosť stavebných konštrukcií tunela	37
12	Hodnotenie naliehavosti opráv stavebných konštrukcií tunelov	38
12.1	Všeobecne	38
12.2	Index stavu a index rizika	38
12.3	Stupeň naliehavosti opravy	38
12.4	Sumárne posúdenie naliehavosti	39
13	Hodnotenie nákladovosti údržby stavebných konštrukcií tunelov	39

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 (EÚ) č. 305/2011.

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

„Štát EHP a Turecko“ 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 alebo iných medzinárodných noriem.

1.2 Predmet technických podmienok (TP)

Predmetom týchto TP je systém hospodárenia s cestnými tunelmi (SHT), ktorého úlohou je dlhodobo zabezpečiť požadovanú funkciu tunela ako súčasti komunikačnej siete. Systém hospodárenia s tunelmi zahŕňa zber a spracovanie informácií, kontrolné činnosti, údržbu, opravy a hodnotiace a plánovacie činnosti vrátane zhotovovania príslušnej dokumentácie.

1.3 Účel TP

Účelom TP je systemizovať a definovať požiadavky na obsah, postupy a dokumentáciu jednotlivých zložiek systému hospodárenia s tunelmi.

1.4 Použitie TP

TP sa budú používať pri rozvoji systémov hospodárenia prevádzkovaných tunelov v nadväznosti na platné TP pre prehliadky, údržbu a opravy tunelov a pri tvorbe automatizovaných podsystemov SHT. Určené sú pre vlastníkov, správcov a prevádzkovateľov tunelov.

1.5 Vypracovanie TP

Tieto TP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovala spoločnosť VUIS Mosty s.r.o., Gogoľova 18, 851 01 Bratislava.

Zodpovedný riešiteľ: Ing. Ján Kucharík, CSc., tel. č.: +421903752596, e-mail: kucharik.vuismosty@stonline.sk.

1.6 Distribúcia TP

Elektronická verzia TP sa po schválení zverejní na webovej stránke SSC: www.ssc.sk (technické predpisy) a na webovej stránke MDVRR SR: www.mindop.sk (doprava, cestná doprava, cestná infraštruktúra, technické predpisy).

1.7 Účinnosť TP

Tieto TP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

1.8 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nenahrádzajú žiadny iný predpis.

1.9 Súvisiace a citované právne predpisy

- [Z1] Zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon), v znení neskorších predpisov;
- [Z2] zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon), v znení neskorších predpisov;
- [Z3] vyhláška FMD č. 35/1984 Zb., ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon), v znení neskorších predpisov;
- [Z4] zákon č. 17/1992 Zb. o životnom prostredí, v znení neskorších predpisov;
- [Z5] zákon NR SR č. 278/1993 Z. z. o správe majetku štátu, v znení neskorších predpisov;
- [Z6] zákon NR SR č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva, v znení neskorších predpisov;
- [Z7] zákon NR SR č. 129/1996 Z. z. o niektorých opatreniach na urýchlenie prípravy výstavby diaľnic a ciest pre motorové vozidlá, v znení neskorších predpisov;
- [Z8] zákon NR SR č. 222/1996 Z. z. o organizácii miestnej štátnej správy a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
- [Z9] zákon NR SR č. 311/2001 Z. z. Zákonník práce;
- [Z10] zákon č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarimi, v znení neskorších predpisov;
- [Z11] zákon č. 129/2002 Z. z. o integrovanom záchrannom systéme, v znení neskorších predpisov;
- [Z12] zákon č. 478/2002 Z. z. o ochrane ovzdušia a ktorým sa dopĺňa zákon č. 401/1998 Z. z. o poplatkoch za znečisťovanie ovzdušia (zákon o ovzduší), v znení neskorších predpisov;
- [Z13] vyhláška MV SR č. 121/2002 Z. z. o požiarnej prevencii, v znení neskorších predpisov;
- [Z14] vyhláška MV SR č. 719/2002 Z. z., ktorou sa ustanovujú vlastnosti, podmienky prevádzkovania a zabezpečenie pravidelnej kontroly prenosných hasiacich prístrojov a pojazdných hasiacich prístrojov, v znení neskorších predpisov;
- [Z15] vyhláška MV SR č. 726/2002 Z. z., ktorou sa ustanovujú vlastnosti elektrickej požiarnej signalizácie, podmienky jej prevádzkovania a zabezpečenie jej pravidelnej kontroly;
- [Z16] smernica Európskeho parlamentu a Rady č. 2004/54/ES o minimálnych bezpečnostných požiadavkách na tunely v transeurópskej cestnej sieti;
- [Z17] zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona SNR č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon);
- [Z18] vyhláška MV SR č. 699/2004 Z. z. o zabezpečení stavieb vodou na hasenie požiarov, v znení neskorších predpisov;
- [Z19] zákon č. 24/2006 Zb. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
- [Z20] zákon č. 25/2006 Z. z. o verejnom obstarávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
- [Z21] zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
- [Z22] zákon č. 125/2006 Z. z. o inšpekcii práce a o zmene a doplnení zákona č. 82/2005 Z. z. o nelegálnej práci a nelegálnom zamestnávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
- [Z23] vyhláška MV SR č. 169/2006 Z. z. o konkrétnych vlastnostiach stabilného hasiaceho zariadenia a polostabilného hasiaceho zariadenia a o podmienkach ich prevádzkovania a zabezpečenia ich pravidelnej kontroly;
- [Z24] nariadenie vlády SR č. 276/2006 Z. z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách pri práci so zobrazovacími jednotkami;
- [Z25] nariadenie vlády SR č. 391/2006 Z. z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pracovisko;
- [Z26] nariadenie vlády SR č. 395/2006 Z. z. o minimálnych požiadavkách na poskytovanie a používanie osobných ochranných pracovných prostriedkov;
- [Z27] vyhláška MV SR č. 611/2006 Z. z. o hasičských jednotkách;
- [Z28] Vyhláška MV SR č. 544/2007 Z. z. o podrobnostiach o ochrane zdravia pred záťažou teplotou a chladom pri práci;
- [Z29] vyhláška MDPT SR č. 55/2008 Z. z. o projektovej dokumentácii stavieb diaľnic a ciest pre motorové vozidlá;
- [Z30] zákon č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
- [Z31] vyhláška MPSVaR SR č. 508/2009 Z. z., ktorou sa stanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami tlakovými, zdvíhacími,

- elektrickými a plynovými a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia, v znení neskorších predpisov;
- [Z32] vyhláška MPSVR SR č. 435/2012 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky č. 508/2009 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami tlakovými, zdvíhacími, elektrickými a plynovými a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia;
- [Z33] zákon NR SR č. 122/2013 Z. z. o ochrane osobných údajov a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov;
- [Z34] zákon NR SR č. 133/2013 Z. z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov;
- [Z35] vyhláška MDVRR SR č. 162/2013 Z. z. ktorou sa ustanovuje zoznam skupín stavebných výrobkoch a systémy posudzovania parametrov.

1.10 Súvisiace a citované normy

STN 33 1500	Elektrotechnické predpisy. Revízie elektrických zariadení
STN 33 2000-1	Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 1: Základné princípy, stanovenie všeobecných charakteristík, definície
STN 33 2000-4-41	Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 4-41: Zaistenie bezpečnosti. Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom
STN 33 2000-5-54	Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 5-54: Výber a stavba elektrických zariadení. Uzemňovacie sústavy a ochranné vodiče
STN 33 2000-6	Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 6: Revízia
STN 72 1001	Klasifikácia zemín a skalných hornín
STN 73 0001	Terminológia eurokódov
STN 73 0037	Zemný tlak na stavebné konštrukcie
STN 73 0090	Geotechnický prieskum
STN 73 0275	Presnosť geometrických parametrov vo výstavbe. Kontrolné meranie líniových stavebných objektov
STN 73 0405	Meranie posunov stavebných objektov
STN 73 0415	Geodetické body
STN 73 1001	Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb
STN 73 1370	Nedeštruktívne skúšanie betónu. Spoločné ustanovenia
STN 73 1374	Kombinovaná nedeštruktívna metóda skúšania betónu
STN 73 1371	Ultrazvuková impulzová metóda skúšania betónu
STN 73 1373	Tvrdomerné metódy skúšania betónu
STN 73 2011	Nedeštruktívne skúšanie betónových konštrukcií
STN 73 2030	Zaťažovacie skúšky stavebných konštrukcií. Spoločné ustanovenia
STN 73 2031	Skúšanie stavebných objektov, konštrukcií a dielcov. Spoločné ustanovenia
STN 73 3050	Zemné práce. Všeobecné ustanovenia
STN 73 6100	Názvoslovie pozemných komunikácií
STN 73 6101	Projektovanie ciest a diaľnic
STN 73 6114	Vozovky pozemných komunikácií. Základné ustanovenia pre navrhovanie
STN 73 6123	Stavba vozoviek. Cementobetónové kryty
STN 73 6125	Stavba vozoviek. Upravené zeminy
STN 73 6129	Stavba vozoviek. Postreky, nátery a membrány
STN 73 7501	Navrhovanie konštrukcií razených podzemných objektov. Spoločné ustanovenia
STN 73 7505	Kolektory a technické chodby pre združené trasy podzemných vedení
STN 73 7507	Projektovanie cestných tunelov
STN 92 0400	Požiarne bezpečnosť stavieb. Zásobovanie vodou na hasenie požiarov
STN 92 0801	Tlakové skúšky požiarnych hadíc
STN EN 61140 (33 2010)	Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom. Spoločné hľadiská pre inštaláciu a zariadenia
STN EN 16276 (36 0077)	Evakuačné osvetlenie v cestných tuneloch
STN EN 1838 (36 0075)	Svetlo a osvetlenie. Núdzové osvetlenie

STN EN 12620+A1 (72 1502)	Kamenivo do betónu. (Konsolidovaný text)
STN EN 1990 (73 0031)	Eurokód. Zásady navrhovania konštrukcií
STN EN 1991-1-6 (73 0035)	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-6: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia počas výstavby
STN EN 1991-1-7 (73 0035)	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-7: Všeobecné zaťaženia. Mimoriadne zaťaženia
STN EN 1998-5 (73 0036)	Eurokód 8. Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. Časť 5: Základy, oporné konštrukcie a geotechnické hľadiská
STN EN 1997-1 (73 0091)	Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá
STN EN 1997-2 (73 0091)	Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia
STN EN 1992-1-1 (73 1201)	Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 1992-1-2 (73 1201)	Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-2: Všeobecné pravidlá. Navrhovanie konštrukcií na účinky požiaru
STN EN 12504-1 (73 1303)	Skúšanie betónu v konštrukciách. Časť 1: Vzorky z jadrového vŕtania. Odber, preskúmanie a skúška pevnosti v tlaku
STN EN 12504-2 (73 1303)	Skúšanie betónu v konštrukciách. Časť 2: Nedeštruktívne skúšanie. Stanovenie tvrdosti odrazovým tvrdomerom
STN EN 12504-3 (73 1304)	Skúšanie betónu. Časť 3: Odtrhová skúška
STN EN 12504-4 (73 1304)	Skúšanie betónu. Časť 4: Určenie rýchlosti ultrazvukového impulzu
STN EN 1504-9 (73 2101)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Definície požiadavky, riadenie kvality a hodnotenie zhody. Časť 9: Všeobecné princípy používania výrobkov a systémov
STN EN 14630 (73 2109)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Skúšanie hĺbky karbonatizácie v zatvrdnutom betóne fenolftaleínovou metódou
STN EN 14629 (73 2150)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Stanovenie obsahu chloridov v zatvrdnutom betóne
STN EN 13670 (73 2400)	Zhotovovanie betónových konštrukcií
STN EN 206 (73 2403)	Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda
STN EN 1090-2+A1 (73 2601)	Zhotovovanie oceľových a hliníkových konštrukcií Časť 2: Technické požiadavky na oceľové konštrukcie (Konsolidovaný text)
STN EN 14227-1 (73 6184)	Hydraulicky stmelené zmesi. Špecifikácie. Časť 1: Cementom stmelené zmesi
STN EN 14227-10 (73 6184)	Hydraulicky stmelené zmesi. Špecifikácie. Časť 10: Zemina upravená cementom
STN EN 14227-13 (73 6184)	Hydraulicky stmelené zmesi. Špecifikácie. Časť 13: Zemina upravená hydraulickým cestným spojivom
STN EN 13306 (95 0101)	Údržba. Terminológia údržby
STN EN 13460 (95 0103)	Údržba. Dokumentácia údržby
STN EN ISO 10289 (03 8153)	Metódy korózných skúšok kovových a iných anorganických povlakov na kovových podkladoch. Vyhodnocovanie skúšobných vzoriek a výrobkov podrobených koróznym skúškam (ISO 10289: 1999)
STN EN ISO 11124-1 (03 8234)	Príprava oceľových podkladov pred nanosením náterových hmôt a podobných výrobkov. Špecifikácia kovových prostriedkov na abrazívne čistenie. Časť 1: Všeobecný úvod a klasifikácia (ISO 11124-1: 1993)
STN EN ISO 5802 (12 2023)	Priemyselné ventilátory. Skúšanie výkonnosti "in situ" (ISO 5802: 2001)

STN P CEN/TS 54-14 (92 0404) TNI CEN/CR 14380 (36 0412)	Elektrická požiarne signalizácia. Časť 14: Pokyny na plánovanie, projektovanie, inštalovanie, uvedenie do prevádzky, prevádzkovanie a údržbu Osvetlenie. Osvetľovanie tunelov
--	--

Ďalšie súvisiace normy sa nachádzajú v [T2] a [T16].

1.11 Súvisiace a citované technické predpisy a podmienky

[T1]	TP 05/2002	Prognózovanie vplyvu porúch na zaťažiteľnosť mostov a stanovenie zostatkovej životnosti mostov, SSC: 2002;
[T2]	TP 09C-1/2005	Prehliadky, údržba a opravy cestných komunikácií. Tunely - stavebné konštrukcie, MDPT SR: 2005;
[T3]	TP 10/2005	Katalóg porúch tunelov na pozemných komunikáciách, MDPT SR: 2005;
[T4]	TP 03/2006	Dokumentácia stavieb ciest, prílohy 01 až 13, príloha 14, MDPT SR: 2006;
[T5]	TP 05/2006	Tunelové názvoslovie, MDPT SR: 2006;
[T6]	TP 07/2008	Vykonávanie inžinierskogeologického prieskumu pre cestné stavby, MDPT SR:2008;
[T7]	TP 09/2008	Zariadenie, infraštruktúra a systémy technologického vybavenia pozemných komunikácií, MDPT SR: 2008;
[T8]	TP 02/2011	Analýza rizík pre slovenské cestné tunely, MDVRR SR: 2011;
[T9]	TP 11/2011	Protipožiarne bezpečnosť cestných tunelov, MDVRR SR: 2011;
[T10]	TP 13/2011	Príručka monitoringu vplyvu cestných komunikácií na životné prostredie, MDVRR SR: 2011;
[T11]	TP 07/2012	Zadávanie a výkon diagnostiky mostov, MDVRR SR: 2012;
[T12]	TP 08/2012	Prehliadky údržba a opravy cestných komunikácií. Mosty, MDVRR SR: 2012;
[T13]	TP 09/2012	Katalóg porúch mostných objektov na diaľniciach, rýchlostných cestách a cestách I., II., a III. triedy, MDVRR SR: 2012;
[T14]	TP 10/2013	Katalóg porúch vozoviek s cementobetónovým krytom, MDVRR SR: 2013;
[T15]	TP 02/2014	Bezpečnosť cestných tunelov – Bezpečnostná dokumentácia, MDVRR SR: 2014;
[T16]	TP 04/2014	Prehliadky, údržba a opravy cestných komunikácií. Tunely – technologické vybavenie, MDVRR SR: 2014;
[T17]	TP 03/2015	Inžinierskogeologický prieskum pre tunely, MDVRR SR: 2015;
[T18]	TP 04/2015	Ochrana tunelov proti vode a odvodnenie tunelov, MDVRR SR: 2015;
[T19]	TP 05/2015	Monitorovanie betónového ostenia tunelov, MDVRR SR: 2015;
[T20]	TKP časť 0	Všeobecne, MDVRR SR: 2012;
[T21]	TKP časť 2	Zemné práce, MDVRR SR: 2011;
[T22]	TKP časť 4	Odvodňovacie zariadenia a chráničky pre inžinierske siete, MDPT SR: 2010;
[T23]	TKP časť 11	Dopravné značenie, MDVRR SR: 2011;
[T24]	TKP časť 15	Betónové konštrukcie všeobecne, MDVRR SR: 2013;
[T25]	TKP časť 16	Debnenie, lešenie a podperné skruže, MDVRR SR: 2013;
[T26]	TKP časť 17	Výstuž do betónu, MDVRR SR: 2013;
[T27]	TKP časť 18	Betón na konštrukcie, MDVRR SR: 2013;
[T28]	TKP časť 20	Oceľové konštrukcie, MDVRR SR: 2014;
[T29]	TKP časť 26	Tunely, MDVRR SR: 2015;
[T30]	TKP časť 28	Geotechnický monitoring pre tunely a prieskumné štôlne, MDVRR SR: 2010;
[T31]	TKP časť 30	Špeciálne zakladanie, MDVRR SR: 2012;
[T32]	TKP časť 31	Zvláštne zemné konštrukcie, MDVRR SR: 2014.

1.12 Súvisiace zahraničné predpisy

[ZP1]	Road Tunnels Manual, Worl Road Association, 2011;
[ZP2]	Tunnel Operations, Maintenance, Inspection, and Evaluation (TOMIE) Manual, US. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 2015.

1.13 Použité skratky

Použité sú skratky prevzaté z citovaných noriem a predpisov a tiež nasledujúce:

ASHT	Automatizovaný systém hospodárenia s tunelmi
I_S	Index stavu
I_R	Index rizika
PD	Projektová dokumentácia
SHT	Systém hospodárenia s tunelmi
SKT	Stavebné konštrukcie tunela
S_N	Stupeň naliehavosti
TBZT	Technologické a bezpečnostné zariadenia tunela

2 Základné termíny a definície

bežná údržba TBZT - činnosti, ktoré vykonáva správca technologického a bezpečnostného vybavenia; patrí sem napr. čistenie premenných dopravných značiek a rôznych snímačov technologických zariadení, kontrola správnosti funkcie systémov, bežné činnosti vykonávané v software atď.,

bezpečnostné zariadenia tunelov - súbor zariadení, ktorých úlohou je zvyšovanie úrovne ochrany osôb, konštrukcie tunela a príslušných stavebných objektov, životného prostredia pred vznikom nežiaducich alebo havarijných udalostí alebo pred ich následkami,

funkčná spôsobilosť - schopnosť zariadenia spoľahlivo plniť predpísaný účel použitia, na ktorý bol určený, ak je používaný predpísaným spôsobom,

hodnotenie tunela - hodnotenie aktuálneho stavu tunela, predovšetkým z hľadiska spoľahlivosti a trvanlivosti nosných stavebných systémov a bezpečnosti prevádzky zabezpečujúcich technologických a bezpečnostných systémov,

hodnotiaci správa - dokument, ktorý obsahuje hodnotenia a závery z činností, súvisiacich s hospodárením s tunelmi za stanovené časové obdobie,

informačný podsystém SHT - obsahuje všetky dátové, textové a obrazové súbory, ktoré súvisia s projektom, zhotovením a prevádzkou tunela po celú dobu jeho životnosti,

kontrolné činnosti - získavanie informácie o aktuálnom stave jednotlivých komponentov stavebných konštrukcií tunela a technologických a bezpečnostných zariadení,

kontrolný podsystém SHT - zahŕňa prehliadky, funkčné skúšky a kontroly, diagnostické prieskumy a monitorovanie vybraných systémov tunela,

manuál užívania stavby - predstavuje ucelený prehľad o tuneli, o jeho stavebnej časti a výbave (technologickú a bezpečnostnú), o umiestnení prvkov a zariadení, o spôsobe ovládania a riadenia, o postupoch a návodoch prevádzky a údržby, o spôsoboch postupného zdokonaľovania obsluhy,

nestavebná údržba - zahŕňa najmä čistiace práce vrátane zimnej údržby,

oprava - fyzická činnosť vykonávaná na obnovenie požadovanej funkcie objektu v poruchovom stave, **odložená korektívna údržba** - údržba po poruche, ktorá sa nevykonáva okamžite po rozpoznaní poruchového stavu, ale s oneskorením v súlade s danými pravidlami,

odborná prehliadka a odborná skúška (revízia) - činnosť, pri ktorej sa preveruje technický stav zariadenia so zameraním sa na bezpečnosť technického zariadenia,

plán údržby - štruktúrovaná zostava úloh, ktorá zahŕňa činnosti, postupy, zdroje a časový rozvrh potrebný na vykonávanie údržby,

plánovaná údržba - údržba vykonávaná v súlade so stanoveným plánom údržby,

preventívna údržba - údržba vykonávaná vo vopred stanovených intervaloch alebo v súlade s predpísanými kritériami a určená na zníženie pravdepodobnosti poruchy alebo obmedzenia funkčnosti objektu,

systém hospodárenia s tunelmi (SHT) - súbor vzájomne súvisiacich činností, ktoré majú zabezpečiť splnenie všetkých požiadaviek, ktoré sú kladené na tunely,

stavebné konštrukcie tunela - trvalo zabudované nosné a nenosné prvky tunela,

stavebná údržba - zahŕňa opravy menšej závažnosti a rozsahu (drobné opravy, obnova náterov, utesňovanie, škárovanie a pod.),

údržba - kombinácia všetkých technických, administratívnych a riadiacich činností počas životnosti tunela zameraných na udržanie takého stavu vybavenia, v ktorom môže plniť požadované funkcie tak, aby sa v zmysle príslušných legislatívnych predpisov nenarušila bezpečnosť a plynulosť cestnej premávky,

životnosť - schopnosť objektu plniť požadovanú funkciu za daných podmienok používania a údržby až do dosiahnutia medzného stavu,

životný cyklus - rad etáp, ktorými prechádza objekt od jeho vytvorenia koncepcie po likvidáciu.

3 Všeobecne

3.1 Cestné tunely ako súčasť dopravnej infraštruktúry

Cestné tunely tvoria súčasť dopravnej infraštruktúry a umožňujú riešiť zložité dopravné problémy s významným dopadom na ekológiu krajiny. Patria medzi hospodársky i strategicky dôležité stavebné objekty a predstavujú významné finančné investície. Vyznačujú sa náročnou konštrukciou a zložitou technológiou výstavby. Obsahujú zložité a rozmanité funkčné systémy. Tunely sú náročné z hľadiska zabezpečenia prevádzky a to nielen po stránke finančnej a organizačnej ale aj z hľadiska profesionálneho zamerania potrebného personálu. V cestných tuneloch vzniká špecifické prostredie dané vysokou hustotou dopravy v malom priestore. Tunely sa vyznačujú intenzívnym statickým, dynamickým a environmentálnym zaťažením. Budované sú na dlhšie obdobie, z čoho vyplýva aj zvýšená požiadavka na ich životnosť.

3.2 Základné požiadavky na tunely ako dopravné stavby

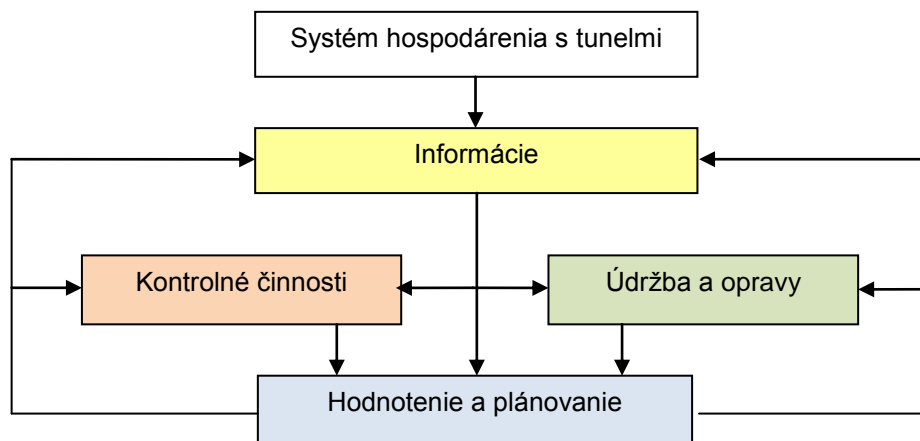
Pre tunely platia základné požiadavky na stavby, dané príslušným zákonom [Z2]:

- mechanická odolnosť a stabilita;
- požiarna bezpečnosť;
- hygiena a ochrana zdravia a životného prostredia;
- bezpečnosť pri užívaní;
- ochrana pred hlukom a vibráciami;
- energetická úspornosť.

Základné požiadavky na tunely sa musia zohľadňovať najmä počas navrhovania stavby. Návrh konštrukcie tunela v podstatnej miere ovplyvňuje dodržiavanie základných požiadaviek počas výstavby tunela a v období prevádzky.

3.3 Systém hospodárenia s tunelmi

Zabezpečenie základných požiadaviek podľa čl. 3.2 počas prevádzky tunelov je obsahom systému hospodárenia s tunelmi (SHT). Systém hospodárenia predstavuje súbor vzájomne súvisiacich činností. Tieto majú zabezpečiť splnenie všetkých požiadaviek, ktoré sú na tunely kladené. Úlohou systému je nájsť optimálne varianty jednotlivých súvisiacich činností a to predovšetkým z hľadiska účinnosti a efektívnosti. Schéma systému je na obrázku 1.



Obrázok 1 Systém hospodárenia s tunelmi

3.4 Podsystemy a základné súbory systému hospodárenia s tunelmi

Podľa schémy na obrázku 1 SHT pozostáva z nasledujúcich podsystemov:

- informačný;

- b) kontrolných činností;
- c) údržby a opráv;
- d) hodnotiaci a plánovací.

Každý z podsystémov sa vyznačuje osobitosťami a nárokmi na vykonávanie súvisiacich činností, a to z hľadiska finančného, časového a personálnych požiadaviek.

Položky tvoriace súbor konštrukčných prvkov, zariadení a ostatného vybavenia tunelov je možné rozdeliť do dvoch základných podsúborov, ktorými sú:

- a) stavebné konštrukcie tunela,
- b) technologické a bezpečnostné zariadenia tunela.

V predpisoch platných v SR (technické podmienky) majú oba podsúbory autonómne postavenie. Pre oblasť prehliadok a údržby majú podsúbory samostatné TP s osobitným prístupom.

3.5 Stavebné konštrukcie tunela

Stavebné konštrukcie tunela tvoria trvalo zhotovené a zabudované stavebné prvky konštrukcie tunela a okolité prostredie, bezprostredne na ne pôsobiace. Patria sem:

- a) tunelové ostenie vrátane medzistropu (ak sa vyskytuje);
- b) vozovka a chodníky;
- c) odvodnenie vozovky tunela;
- d) drenážne odvodnenie tunela;
- e) únikové cesty a výklenky;
- f) káblové priestory, kanály, šachty kolektory, poklopy, čerpacie stanice a vodojemy;
- g) portálové obslužné objekty;
- h) vetracie objekty vrátane vetracích šácht a komínov;
- i) stavebné prvky osadenia technologického a bezpečnostného vybavenia;
- j) horninový masív v okolí tunela.

3.6 Technologické a bezpečnostné zariadenia tunela

Technologické a bezpečnostné zariadenia cestného tunela umožňujú zabezpečiť plynulý a bezpečný prejazd vozidiel tunelom, jeho údržbu, ochranu pred ekologickými škodami, ochranu zdravia a majetku účastníkov cestnej premávky, riadenie prevádzky a správu tunela. Pozostávajú z týchto častí:

- a) riadiace centrum;
- b) osvetlenie;
- c) vetranie;
- d) zariadenia núdzového volania;
- e) dopravné značenie;
- f) monitorovacie systémy;
- g) komunikačné systémy;
- h) hasiace zariadenia;
- i) zariadenia na uzavretie tunela;
- j) zásobovanie elektrickou energiou a elektrické obvody.

Podrobné členenie sa nachádza v [T16].

3.7 Všeobecné zásady pre hospodárenie s tunelmi

Pri hospodárení s tunelmi sa aplikujú hlavne tieto všeobecné zásady:

- a) činnosti súvisiace s hospodárením s tunelmi sú zamerané na plnenie základných požiadaviek na stavby a na ďalšie požiadavky, vyplývajúce z právnych a technických predpisov;
- b) činnosti sa vykonávajú podľa časového plánu, vychádzajúceho z požiadaviek predpisov pre inšpekčné činnosti, predpisov pre údržbu a plánov, vypracovaných v rámci hodnotiaceho podsystému;
- c) činnosti sa riadia ustanoveniami príslušných noriem a predpisov ako aj manuálov pre konkrétny tunelový objekt;
- d) činnosti môžu vykonávať iba osoby s predpísanou kvalifikáciou, odbornou praxou, prípadne osvedčením o absolvovaní predpísaných skúšok;
- e) o každej vykonanej činnosti sa vykoná záznam, ktorý bude potvrdený poverenou osobou a uloží sa v informačnom podsystéme SHT;

- f) do informačného podsystemu musia mať prístup všetky kompetentné osoby, systém musí byť chránený pred vstupom nepovolovaných osôb;
- g) pri záznamoch sa uplatňuje pre všetky tunely jednotný systém pojmov, identifikácie a značenia prvkov tunela, hodnotenia porúch, zhotovovania záznamov a pod.;
- h) v SHT sa komplexne uplatňuje princíp spätnej väzby za účelom sústavného vylepšovania stavu tunela a zvyšovania efektívnosti vykonávaných činností;
- i) v rámci hodnotiacej činnosti sa môžu používať analýzy, založené na automatizovaných postupoch, rozhodujúcu úlohu pri hodnotení však zohráva inžiniersky úsudok, vychádzajúci z dlhoročných skúsenosti a zohľadňujúci osobitosti konkrétneho tunela a reálne možnosti jeho vlastníka.

3.8 Automatizácia SHT

SHT obsahuje veľa dokumentov a činností, ktoré pracujú s údajmi. Počítačové spracovanie takýchto dokumentov a údajov umožňuje nielen ich ukladanie v elektronickej forme ako súčasť informačného podsystemu, ale aj ďalšie činnosti v rámci hodnotiaceho podsystemu. Sú to napr. činnosti v rámci podsystemu hodnotenia, predovšetkým analytické a koncepčné činnosti (štatistické spracovanie dát, hodnotenie aktuálneho stavu, statickú analýzu a overenie spoľahlivosti, prognózovanie vývoja a stanovenie zostatkovej životnosti, stanovenie naliehavosti údržby optimalizáciu výberu materiálov a technológií a pod.).

Vytvorenie a fungovanie automatizovaného systému hospodárenia s tunelmi predpokladá:

- a) používanie jednotných predpisov pre prevádzku tunelov, pokrývajúcich celú problematiku prevádzky tunelov;
- b) unifikáciu tvorby údajov a elektronických záznamov;
- c) sústavnú aktualizáciu údajov;
- d) udržiavanie automatizovaného systému v prevádzkyschopnom stave.

Použitie automatizovaného systému hospodárenia s tunelmi umožňuje zvýšiť kvalitu a efektívnosť všetkých činností a v konečnom dôsledku zvýšenie bezpečnosti tunelov.

V týchto TP sú obsiahnuté aj odporúčania, ktoré je možné uplatniť pri tvorbe automatizovaného systému hospodárenia a to predovšetkým v oblasti informačného podsystemu a hodnotiaceho podsystemu.

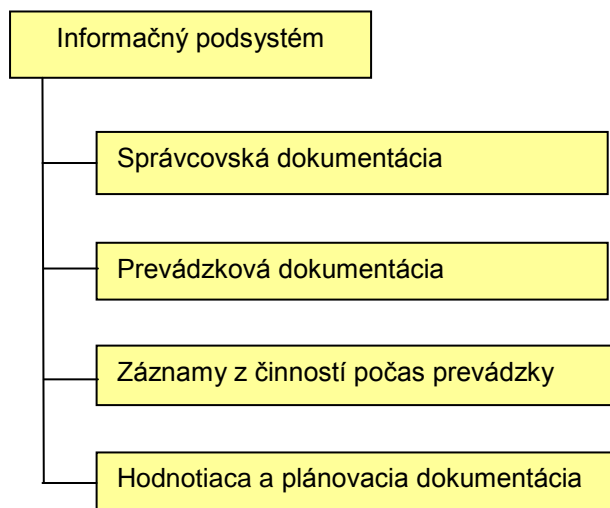
4 Informačný podsystem – evidencia a dokumentácia tunelov

4.1 Všeobecne

Informačný podsystem obsahuje všetky dátové, textové a obrazové súbory, ktoré súvisia s projektom, zhotovením a prevádzkou tunela po celú dobu jeho životnosti. Všetky tlačené materiály tvoria dokumentáciu tunela, ktorá sa delí na :

- a) správcovskú dokumentáciu;
- b) prevádzkovú dokumentáciu;
- c) záznamy z činností počas prevádzky;
- d) hodnotiacu a plánovaciu dokumentáciu.

Schéma informačného podsystemu je na obrázku 2.



Obrázok 2 Schéma informačného podsystemu

4.1.1 Správcovská dokumentácia – stavebné konštrukcie tunela

Správcovská dokumentácia obsahuje:

- zoznam tunelov;
- tunelové mapy;
- tunelový archív.

Tunelový archív podľa [T2] tvoria samostatné diely:

- tunelový list (s rozhodujúcimi údajmi a dátami o tuneli);
- právny diel (výťahy z listín určujúcich vlastníka a správcu tunela, práva a záväzky ostatných prevádzkovateľov tunela);
- technický a stavebný diel (dokumentácia skutočného zhotovenia stavby so statickým výpočtom, kolaudačný elaborát, stavebný denník, záznamy o podstatných zmenách v realizácii tunela oproti návrhu);
- fotografické snímky tunela;
- údaje a záznamy o skúškach, záznamy o nadrozmernej, nadmernej preprave, prípadne o preprave s nebezpečným nákladom;
- záznamy o prehliadkach tunela;
- záznamy o údržbe a opravách v rámci reklamačných konaní.

Tunelový archív sa dopĺňa o ďalšie diely (v prípade, že boli činnosti vykonané):

- správy z vykonaných diagnostických prieskumov a meraní;
- správy z geotechnického monitorovania a monitorovania tunelového ostenia;
- dokumentácia návrhov stavebnej údržby a opráv;
- záznamy o vykonanej údržbe a opravách.

Súčasťou správcovskej dokumentácie sú aj súvisiace technické predpisy.

4.1.2 Správcovská dokumentácia – technologické a bezpečnostné zariadenia tunela

Podľa [T16] pozostáva správcovská dokumentácia z týchto dielov:

- dokumentácia stavby;
- zoznam tunelov;
- tunelové mapy;
- tunelový archív;
- prevádzková dokumentácia.

4.1.3 Prevádzková dokumentácia

[T2] prevádzkovú dokumentáciu nedefinujú. Pre technologické a bezpečnostné zariadenia tunela konkretizuje obsah prevádzkovej dokumentácie Dodatok A v [T16], podľa ktorého prevádzková dokumentácia obsahuje:

- základné údaje;
- dokumentáciu protipožiarnej ochrany;

- c) bezpečnostnú dokumentáciu tunela;
- d) manuál užívania stavby:
 1. dokumentácia o prevádzke tunela (obsahuje aj tunelový list technologických častí);
 2. plán prehliadok, revízií, údržby, opráv a kontrol tunela;
 3. archív (záznamy o údržbe, dokumentácia stavby);
- e) dokumentáciu operátorského pracoviska;
- f) súbor prevádzkových stavov dopravy;
- g) súbor prevádzkových stavov technológie;
- h) mimoriadny a havarijný režim v tuneli.

4.2 Evidencia údajov v automatizovanom informačnom podsysteme

Odporúča sa, aby automatizovaný informačný podsystem obsahoval základné údaje podľa čl. 4.1.3 týchto TP. Jedná sa o kompletný inventár tunela, ktorý predstavujú:

- a) informačné údaje o tuneli ako celku;
- b) informačné údaje o jednotlivých prvkoch tunela.

Užívateľský manuál automatizovaného informačného podsystemu by mal obsahovať popis zadávania jednotlivých údajov. Pre možnosť ďalšieho spracovania sa údaje zadávajú v kódovanom tvare (ako súbor písmen a čísiel).

4.2.1 Informačné údaje o tuneli

Príklad zadávania informačných údajov je uvedený v tabuľke 1.

Informačné údaje sú zaradené do skupín:

- a) identifikačné údaje;
- b) geometrické údaje;
- c) prevádzkové údaje;
- d) konštrukčné údaje;
- e) materiálové údaje.

4.2.2 Údaje o stavebných prvkoch tunela

Stavebné prvky tunela sa pre potreby informačného podsystemu delia na :

- a) nosné prvky;
- b) styky a tesnenia;
- c) nenosné prvky.

Pre každý stavebný prvok sa do systému zadávajú údaje. Príklad je uvedený v tabuľke 2. Číslo prvku je definované v užívateľskom manuáli rovnako ako príslušnosť ku konštrukcii (napr. klenba sekundárneho ostenia patrí do konštrukcie sekundárne ostenie).

Súčasťou informačného podsystemu je aj projektová dokumentácia tunela v elektronickej forme, poskytujúca detailné konštrukčné riešenie (napr. v prípade sekundárneho ostenia jeho vystuženie) zadáva sa aj číslo dokumentu (napr. výkresu).

Tabuľka 1 Príklad zadávania informačných údajov

Číslo položky	Obsah položky	Kód
E. Identifikačné údaje		
E.1	Názov tunela	
E.2	Číslo tunela	
E.3	VÚC	
E.4	Okres	
E.5	Katastrálne územie	
E.6	Číslo komunikácie	
E.7	Staničenie	
E.8	Súradnice portálov	
E.9	Vlastník	
E.10	Správca tunela	
E.11	Regionálny správca	
E.12	Operátor	
.		
.		

G. Geometrické údaje		
G.1	Dĺžka tunela	
G.2	Výška prechodového prierezu tunela	
G.3	Plocha prechodového prierezu	
G.4	Šírka vozovky	
G.5	Šírka chodníkov	
G.6	Šírka núdzového pruhu v zálive	
.		
.		
P. Prevádzkové údaje		
P.1	Rok uvedenia tunela do prevádzky	
P.2	Počet tunelových rúr	
P.3	Počet dopravných pruhov	
P.4	Priemerná denná hustota premávky	
P.5	Priemerná denná hustota nákladných vozidiel	
P.6	Priepustnosť tunela	
P.7	Zaťažiteľnosť	
P.8	Výškové obmedzenie	
P.9	Obmedzenie prepravy nebezpečných látok	
.		
.		
K. Konštrukčné a materiálové údaje		
K.1	Prierez tunela	
K.2	Technológia razenia tunela	
K.3	Konštrukcia primárneho ostenia	
K.4	Konštrukcia sekundárneho ostenia	
K.5	Vozovka a chodníky	
K.6	Geologické pomery	
.		
.		

Tabuľka 2 Príklad zadávania údajov o stavebných prvkoch tunela

A. Nosné prvky

Názov prvku	Číslo prvku	Konštrukcia	Celkové množstvo	Číslo dokumentu

4.2.3 Údaje o prvkoch technologických a bezpečnostných zariadení

Vzhľadom na spôsob predpokladaného ďalšieho spracovania údajov sa prvky delia do skupín:

- prvky mechanických systémov;
- prvky elektrických systémov;
- prvky protipožiarnych a bezpečnostných systémov;
- prvky dopravného značenia;
- prvky ochranných systémov.

Súčasťou informačného podsystemu sú schémy jednotlivých technologických a bezpečnostných systémov (výkresy v elektronickej forme). Každá schéma je označená číslom. Príklad zadávania údajov o prvkoch technologických a bezpečnostných zariadení je uvedený v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Príklad zadávania údajov o prvkoch technologických a bezpečnostných zariadení.

A. Prvky mechanických systémov

Názov prvku	Číslo prvku	Zariadenie	Celkové množstvo	Číslo schémy

4.2.4 Využitie informačných údajov

Informačné údaje v automatizovanom informačnom podsysteme možno použiť pri tvorbe evidenčných dokumentov. Z údajov podľa čl. 4.2.1, 4.2.2 a 4.2.3 týchto TP možno napr. vygenerovať tunelový list alebo zoznam tunelov. Pri inšpekčných činnostiach sa údaje uplatnia pri tvorbe záznamov a pri ich ďalšom spracovaní.

4.3 Záznamy z činností počas prevádzky

Záznamy z činností počas prevádzky tvoria všetky dokumenty v tlačenej alebo elektronickej forme, ktoré dokladujú všetky činnosti súvisiace so správou a prevádzkou tunelov. Patria sem:

- a) záznamy z operačných činností (činnosti podľa [T16]);
- b) záznamy z kontrolných činností (záznamy z prehliadok, skúšok, kontrol, výsledky monitorovania) (kapitoly 5,6,7 týchto TP);
- c) záznamy z údržby (kapitola 8 týchto TP);
- d) záznamy o opravách s príslušnou dokumentáciou (kapitola 8 týchto TP).

4.4 Hodnotiaca a plánovacia dokumentácia

Hodnotiaca a plánovacia dokumentácia je výsledkom činností hodnotiaceho podsystemu SHT (kapitola 9 týchto TP). Významným spôsobom ovplyvňuje úroveň kvality prevádzky tunela a efektívnosť využívania finančných prostriedkov.

4.5 Tvorba informačného podsystemu

4.5.1 Správcovská a prevádzková dokumentácia

Správcovská a prevádzková dokumentácia podľa čl. 4.1 týchto TP sa vo svojej základnej verzii zhotovuje pred uvedením tunela do prevádzky. Počas prevádzky tunela sa aktualizuje.

4.5.2 Prevádzkové záznamy

Prevádzkové záznamy sa zhotovujú počas prevádzky tunela. Pri ich tvorbe je záväzná terminológia a označenie uvedené v dokumentácii podľa čl. 4.4.1 týchto TP. Pri použití elektronickej formy záznamov sa postupuje podľa užívateľského manuálu informačného systému s využitím dohodnutého kódového označenia prvkov. Prevádzkové záznamy sa zhotovujú podľa [T2] a [T16].

4.5.3 Hodnotiaca a plánovacia dokumentácia

Táto dokumentácia sa zhotovuje počas prevádzky tunela na základe dokumentácie podľa čl. 4.5.1 a 4.5.2 týchto TP. Jednotlivé hodnotiace dokumenty (kapitola 9 týchto TP) majú rôzny charakter a slúžia na objektivizáciu informácií o stave tunela a pre prijímanie rozhodnutí. Jedná sa predovšetkým o konštrukčno-statické, funkčné a ekonomické analýzy. Výhodiskovým dokumentom je hodnotiaca správa, ktorá obsahuje aj časové plány prípadne ich aktualizáciu.

4.6 Prístupnosť zložiek automatizovaného informačného podsystemu

V prípade tlačených dokumentov je prístupnosť regulovaná ich umiestnením. Niektoré sa nachádzajú priamo na operačnom pracovisku tunela iné u regionálneho správcu a ďalšie v riadiacej centrále správcu. Časť dokumentácie sa postupuje orgánom vlády SR.

V prípade elektronickej formy je potrebné stanoviť úrovne prístupu a stanoviť obmedzenia vo forme prístupových kódov.

5 Kontrolné činnosti

5.1 Všeobecne

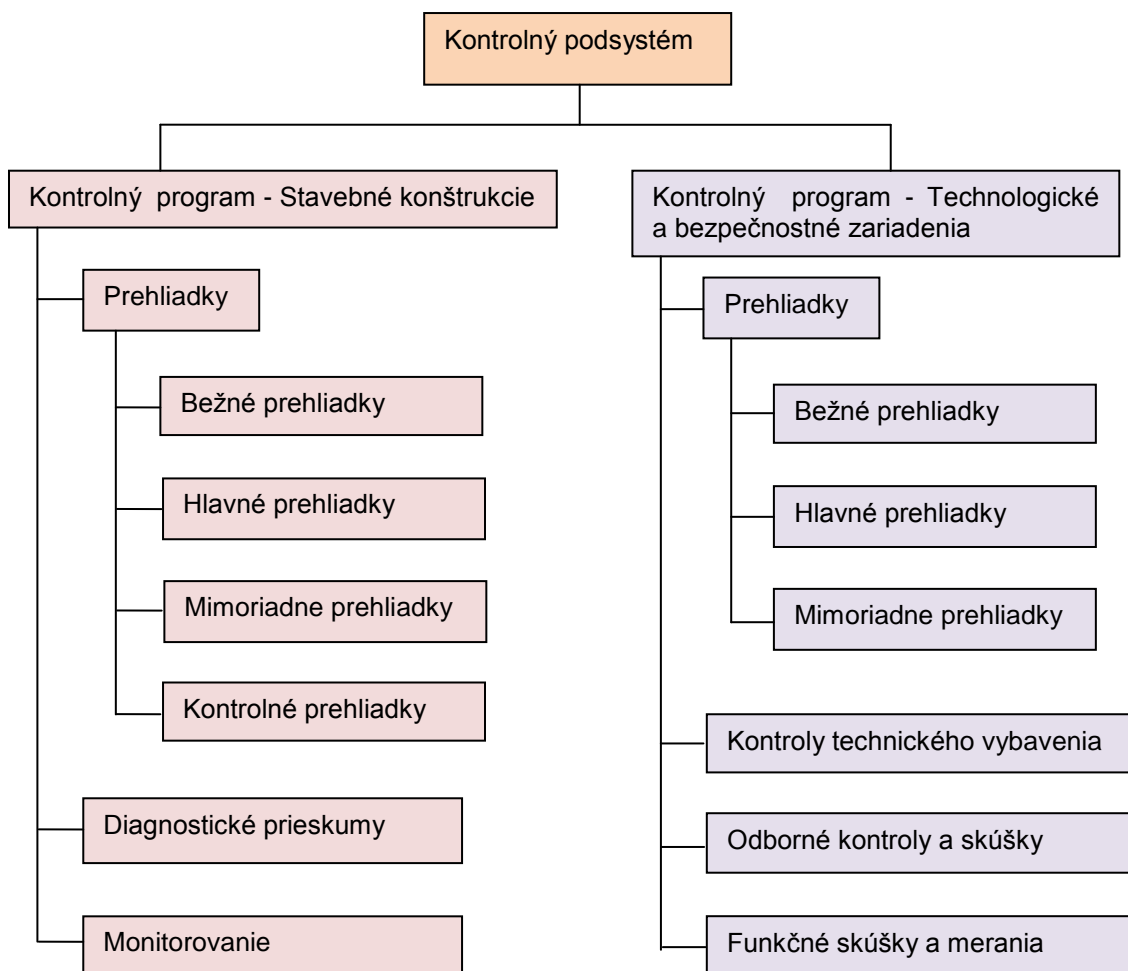
Kontrolné činnosti zahŕňajú prehliadky, funkčné skúšky a kontroly, diagnostické prieskumy a monitorovanie vybraných systémov tunela. Úlohou inšpekčných činností je získať informácie o aktuálnom stave jednotlivých komponentov stavebných konštrukcií tunela a technologických a bezpečnostných zariadení.

Rozsah, obsah a kvalita informácií musia byť také, aby na ich základe bolo možné včas a primeranými prostriedkami použiť riešenia, smerujúce k prevencii vzniku porúch alebo odstráneniu existujúcich porúch.

Pre prevádzku tunela sú rozhodujúce tzv. kritické zistenia. Tieto predstavujú bezprostredné ohrozenie spoľahlivosti a bezpečnosti tunela a vyžadujú okamžité riešenie.

5.2 Kontrolné činnosti pre tunely

Podľa metodiky platnej v SR sa kontrolné činnosti vykonávajú v zmysle [T2] a [T16]. Schéma kontrolných činností je uvedená na obrázku 3.



Obrázok 3 Schéma kontrolného podsystemu

5.3 Požiadavky na kontrolné programy

5.3.1 Úloha kontrolných činností

kontrolné programy sú zamerané na kontrolu a zabezpečenie kvalitatívnych parametrov všetkých prvkov tunela, na udržiavanie požadovanej úrovne konštrukčnej spoľahlivosti, funkčnosti zariadení a bezpečnosti prevádzky.

Kontrolný program musí obsahovať všetky potrebné činnosti k tomu, aby bol schopný komplexne hodnotiť prvky tunela a včas identifikovať všetky problémy.

Zabezpečenie kvality kontrolných činností predpokladá systematický prístup k zlepšeniu celkovej účinnosti programu založený na overovaní správnosti inšpekčných postupov.

5.3.2 Príprava kontrolných akcií

Príprava kontrolných akcií zahŕňa tieto činnosti:

- zostavenie kontrolného kolektívu, špecifikáciu potrebných odborností jednotlivých členov;
- prípravu a kontrolu vybavenia pre zhotovenie kontrolných akcií;

- c) identifikáciu potrieb vlastníka (správcu);
- d) preskúmanie dokumentácie tunela a kontrolných záznamov;
- e) koordináciu s pracovníkmi prevádzky tunela;
- f) zabezpečenie prístupu k sledovaným prvkom tunela;
- g) časový rozvrh činností;
- h) bezpečnostné opatrenia.

V prípade, ak sa inšpekčná akcia vykonáva dodávateľsky, odporúča sa, aby dodávateľ vykonal informačnú prehliadku tunela.

5.3.3 Vykonávanie kontrolných činností

Jednotlivé kontrolné činnosti sa vykonávajú podľa príslušných predpisov [T2], [T16], [T19] a [T30]. Výsledky kontrolných činností sa zaznamenávajú do pripravených formulárov. Odporúča sa viesť prvotné záznamy v písomnej forme a všetky zistenia dokumentovať fotografickými snímkami, náčrtmi a pod.

5.3.4 Hodnotenie technického stavu a kritické zistenia

V rámci každej vykonávanej kontrolnej akcie sa hodnotí technický stav (stupňom podľa kapitol 6 a 7 týchto TP) a zvláštna pozornosť sa venuje kritickým zisteniam. Jedná sa o javy alebo poruchy, ktoré vážne ohrozujú spoľahlivú a bezpečnú prevádzku v tuneli. Kritické zistenia vedúci kontrolnej akcie ihneď hlási správcovi. Kritické zistenia sa musia okamžite nahlásiť bezpečnostnému technikovi pre tunely a cestnému správnomu orgánu, ktorý rozhodne o dočasných opatreniach. Kritický nález sa sleduje až do jeho vyriešenia.

Vlastník (správca) tunela by mal informovať vedúceho kontrolného kolektívu o existujúcich kritických zisteniach a dohodnúť postup pri zistení parametrov konkrétneho kritického nálezu.

5.3.5 Záznamy z kontrolných akcií

Záznamy z kontrolných akcií sa zhotovujú v predpísanej forme. Slúžia ako podklad pre hodnotenie tunela a plánovanie ďalšej činnosti. V prípade použitia automatizovaného systému hospodárenia s tunelmi (ASHT) sa jednotlivé zistenia uvádzajú v kódovanej forme v súlade s užívateľským manuálom ASHT.

6 Kontrolné činnosti na stavebných konštrukciách tunelov

6.1 Prehliadky tunelov

Prehliadky sa vykonávajú podľa [T2], kde sú stanovené časové intervaly, obsahová náplň a forma záznamu z prehliadky.

6.1.1 Bežné prehliadky

Bežná prehliadka stavebnej časti tunela sa vykonáva zvyčajne dvakrát do roka, súčasne s pravidelnou údržbou tunela, prípadne častejšie. Pri bežnej prehliadke sa používajú vizuálne - hmatové metódy. Nutné je zabezpečiť prístup ku všetkým tunelovým častiam.

6.1.2 Hlavné prehliadky

Hlavné prehliadky sú najvyššou formou odbornej revízie na zistenie aktuálneho stavebno-technického stavu tunela a vykonávajú sa každé dva roky. Prvá hlavná prehliadka sa vykonáva pred uvedením do skúšobnej prevádzky a druhá pred kolaudáciou, odovzdaním diela zhotoviteľom a prevzatím diela obstarávateľom a správcom.

Pri hlavnej prehliadke sa využívajú hlavne vizuálne a hmatové metódy. V prípade potreby aj jednoduché diagnostické metódy (vizuálna kontrola dutín endoskopom, meranie širok trhlín, osadenie sadrových terčíkov a pod.).

6.1.3 Mimoriadne prehliadky

Mimoriadne prehliadky tunelov zisťujú okamžitý stavebno-technický stav tunela. Vykonávajú sa nepravidelne v prípadoch definovaných v [T2].

6.1.4 Kontrolné prehliadky

Kontrolné prehliadky tunela zabezpečuje príslušný cestný správny orgán spolu so správcom spravidla raz za 4 roky.

Predmetom kontroly je odborná prehliadka stavebného stavu prevádzkovej schopnosti a spôsobilosti všetkých prístupných častí tunela. Zároveň táto prehliadka slúži ku kontrole úplnosti a správnosti údajov z vykonaných prehliadok a plnení opatrení z nich vyplývajúcich, vrátane kontroly kvality vykonávania údržbárskych a opravárenských prác. Pri tom sa kontroluje aj stav a úroveň vedenia tunelového archívu.

6.2 Diagnostika stavebných konštrukcií tunelov

6.2.1 Všeobecne

Diagnostika stavebných konštrukcií tunelov predstavuje súbor spravidla krátkodobých činností, vykonávaných za účelom spresnenia a rozšírenia informácií, získaných z dokumentácie a prehliadok objektu. Tieto informácie vyžadujú špeciálne odborné znalosti a prístrojové vybavenie, umožňujúce zásah do konštrukcie prvkov tunela (sondy, odber vzoriek a pod.).

Diagnostický prieskum sa vykonáva na základe odporúčaní z hlavnej alebo mimoriadnej prehliadky. Vlastnému prieskumu predchádza vypracovanie plánu diagnostiky, v ktorom sa špecifikujú ciele prieskumu, rozsah prieskumu, výber diagnostických metód a požiadavky na obsah správy z diagnostiky.

6.2.2 Špecifikácia a zhotovenie diagnostického prieskumu

Obsah a rozsah diagnostického prieskumu určuje objednávateľ. Pre diagnostiku tunelov neexistujú osobitné predpisy. Pre niektoré časti možno použiť TP pre diagnostiku mostov (podľa [T11]). Zhotoviteľ pripraví program diagnostiky podľa požiadaviek objednávateľa a navrhne diagnostické metódy, ktoré podliehajú schváleniu objednávateľa. Táto požiadavka je zvlášť dôležitá v prípade použitia deštruktívnych metód.

6.2.3 Požiadavky na výsledky diagnostiky

Základnou požiadavkou na výsledky diagnostiky je, aby sa na ich základe dal kvalitne posúdiť stav objektu, rýchlosť degradácie jednotlivých materiálov a navrhnúť vhodný spôsob opravy alebo rekonštrukcie prvkov stavených konštrukcií. Dôležité je preto nielen výstižné a komplexné zmapovanie porúch, ale aj možnosť sledovať ich progresívny rozvoj pri porovnávaní výsledkov z viacerých časovo odlišných období. Z tohto pohľadu je nutné, aby vykonanie diagnostiky, jej vyhodnotenie a spracovanie informácií malo adekvátnu a pritom rovnakú výpovednú hodnotu bez ohľadu na to, kedy a kým je diagnostika vykonávaná.

6.3 Klasifikácia a kvantifikácia porúch

6.3.1 Všeobecne

Hlavnou úlohou kontrolných činností je identifikácia porúch, ich klasifikácia a kvantifikácia. K úlohám inšpekcií patrí aj odhaľovanie javov, ktoré vedú k vzniku porúch ako sú napr. nesúlad zhovenej konštrukcie s PD (napr. odchýlky v rozmeroch, nedodržanie hrúbky krycej betónovej vrstvy), rozdiely vyplývajúce z nedodržania kvality zabudovaných materiálov (napr. rozdielne materiálové charakteristiky), odlišnosť predpokladov pôsobenia zaťaženia a vplyv prostredia.

6.3.2 Katalóg porúch tunelov na pozemných komunikáciách

Opakujúce sa poruchy tunelov sú uvedené v katalógu porúch tunelov [T3], v ktorom každá porucha má katalógový list, ktorý obsahuje:

- a) popis a charakteristiku poruchy;
- b) pravdepodobnú príčinu vzniku;
- c) kvantifikačné parametre;
- d) hodnotenie účinku poruchy na stav a funkciu konštrukcií tunela, odstupňované v hodnotách od 1 do 5 od bezchybného stavu až po závažné poruchy hroziace haváriou podľa tabuľky 4;
- e) predpokladaný možný vývoj poruchy a jej následky;
- f) opatrenia potrebné na zastavenie degradačného procesu a ochranu objektu pred haváriou.

Tabuľka 4 Stupne hodnotenia porúch

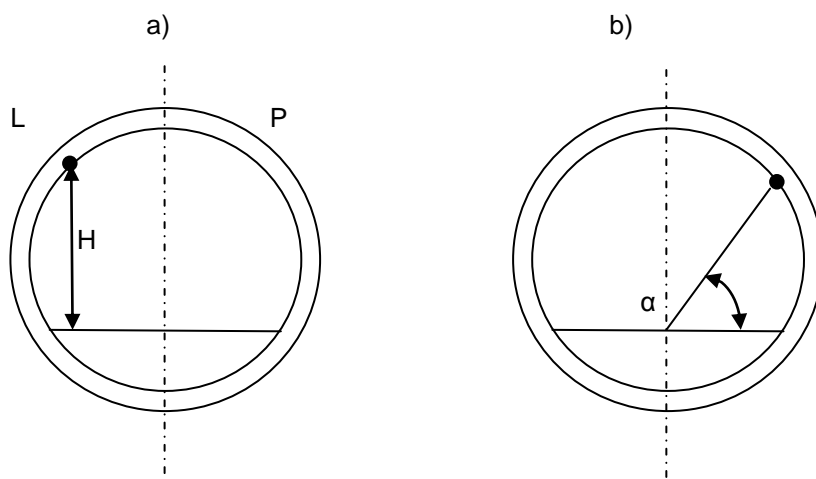
Stupeň	Hodnotenie	Popis
1	dobry	bez akýchkoľvek zjavných alebo známych skrytých porúch, resp. s poruchami, ktoré neovplyvnia stav a funkciu konštrukcie
2	uspokojivý	poruchy a poškodenia, ktoré nemajú okamžitý nepriaznivý vplyv na stav a funkciu konštrukcie
3	chybný stav	poruchy, ktoré majú vplyv na stav a funkciu konštrukcie, ale sú odstrániteľné bez väčších zásahov
4	zlý	poruchy a nedostatky, ktoré majú vplyv na stav a funkciu konštrukcie a dajú sa odstrániť iba veľkou opravou dôležitej časti konštrukcie
5	alarmujúci	poruchy a nedostatky, ktoré majú vplyv na stav a funkciu konštrukcie a vyžadujú okamžitú nápravu na odvrátenie hroziacej katastrofy a uzavretie tunela

6.3.3 Označenie polohy porúch

Pri identifikácii porúch zohráva významnú úlohu jednoznačné označenie ich polohy v rámci tunela. Možnosti sú naznačené na obrázku 4. Poloha každého miesta v tuneli je daná v pozdĺžnom a priečnom smere.

V pozdĺžnom smere sa poloha definuje ako údaj o staničení (vzdialenosť od portálu) alebo ako vzdialenosť od okraja jednotlivého bloku ostenia v smere staničenia.

V priečnom reze sa poloha definuje v ľavej alebo pravej polovici profilu výškou nad povrchom vozovky (obrázok 4a) alebo polárnou súradnicou od osi vozovky (obrázok 4b).



Obrázok 4 Definovanie polohy v priečnom reze tunela

Pri aplikácii ASHT sa používa dohodnuté kódované označenie poruchy podľa [T3] doplnené o kódy pre označenie kvantifikácie poruchy a jej polohy.

6.4 Geotechnické monitorovanie

6.4.1 Všeobecne

Geotechnické monitorovanie tunelov je súhrn periodicky vykonávaných činností, zameraných na zisťovanie stavu spolupôsobenia stavebnej konštrukcie tunela s horninovým (okolitým) prostredím a sledovanie vývoja tohto stavu v čase a priestore. Riadi sa [T30]. Súčasťou monitorovania je aj prognózovanie ďalšieho vývoja sledovaného systému (horninový masív – stavebná konštrukcia) na základe hodnotenia jeho predchádzajúceho vývoja a geomechanického modelu horninového prostredia, v ktorom sa tunel nachádza.

Na základe výsledkov monitorovania sa robí periodické hodnotenie sledovaného systému. Výsledkom hodnotenia je prijímanie vhodných opatrení na udržiavanie vývoja sledovaného systému v medziach požadovaných v dokumentácii tunela a kontrola účinnosti týchto opatrení meraniami vykonávanými v rámci monitorovania.

6.4.2 Varovné stavy geotechnického monitorovania

Hlavným výstupom geotechnického monitorovania je určenie varovného stavu, ktorý má päť úrovní:

- stav vysokej miery bezpečnosti;
- stav prípustných zmien;
- stav medznej prijateľnosti;
- kritický stav;
- havarijný stav.

Stavy d) a e) sa považujú za kritické zistenia.

Príklad pre varovné stavy pre sledovanú deformačnú veličinu je uvedený v tabuľke 5. Hodnota A je stanovená na základe statickej analýzy.

Tabuľka 5 Varovné stavy pre monitorovanú deformačnú veličinu

	Stav	Hodnota veličiny	Viditeľné prejavy
1	stav vysokej miery bezpečnosti	0-60 % A	
2	stav prípustných zmien	60 % – 100 % A	
3	stav medznej prijateľnosti	100 % – 125 % A	
4	kritický stav	> 125 % A	
5	havarijný stav	> hodnota definovaná v programe monitorovania	progresívny rast deformácií strata stability

6.5 Monitorovanie sekundárneho tunelového ostena

6.5.1 Všeobecne

Bezpečnosť konštrukcie sekundárneho ostena tunela je daná na prvom mieste vysokou spoľahlivosťou návrhu. Úlohou monitorovania ostena je získať informácie, ktoré umožňujú spresňovať posúdenia spoľahlivosti budovanej konštrukcie a vykonať potrebné zmeny v realizačnej dokumentácii alebo pláne údržby. Vykonáva sa podľa [T19].

Počas prevádzky tunela sa môžu vyskytnúť situácie, ktoré ovplyvnia bezpečnosť premávky a jazdný komfort. Monitorovanie ostena umožňuje takéto situácie včas predvídať a prijať potrebné opatrenia v oblasti obmedzenia dopravy, údržby alebo opráv.

Výsledky monitorovania poskytujú obraz o meniacej sa odolnosti konštrukcii ostena proti pôsobeniu zaťaženia a vplyvov. Odolnosť ostena je ovplyvňovaná pôsobením horninového prostredia ale aj vnútorného prostredia v tunelovej rúre.

Degradácia ostena má dve základné fázy (pasívnu a aktívnu), ktoré sa líšia vizuálnym prejavom. V pasívnej fáze, ktorej začiatok a postup je možné kontrovať pomocou monitorovania je možné prijímať opatrenia v rámci údržby a opráv, ktoré spomalia, alebo zastavia degradáciu. Tieto sú ekonomicky efektívnejšie ako realizácia opráv viditeľných porúch.

6.5.2 Hodnotenie výsledkov monitorovania

Monitorovanie poskytuje hodnoty veličín, pri ktorých sa vykonáva ich hodnotenie. Hodnotenie sa vykonáva z dvoch základných hľadísk:

- porovnanie s rizikovými hodnotami;
- porovnanie s predošlými hodnotami a hodnotenie adekvátnosti zmeny.

Monitorované veličiny sa líšia svojim významom z hľadiska bezpečnosti, prevádzkyschopnosti a životnosti. Najdôležitejšie sú veličiny vyjadrujúce úroveň bezpečnosti konštrukcie (napr. napätia, deformácie).

Rizikové hodnoty veličiny predstavujú dosiahnutie určitej hladiny sledovanej veličiny, ktoré vyvoláva potrebu venovať zvýšenú pozornosť oblasti, kde bola zistená a prijať potrebné opatrenia.

Patrí sem:

- výpočtová hodnota;
- medzná hodnota;
- limitná hodnota.

Výpočtové a medzné hodnoty sa definujú pri statických veličinách (napr. napätia, deformácie), pri ostatných sa definujú tzv. limitné hodnoty (napr. hĺbka karbonatizácie, obsah chloridov). Výpočtové a medzné hodnoty statických veličín musí obsahovať statický výpočet ostenia.

Výpočtová hodnota (H_v) a medzná hodnota sledovanej veličiny (H_m) sa získava statickou analýzou. Výpočtová hodnota reprezentuje modelový stav, pri ktorom pôsobia na konštrukciu predpokladané maximálne účinky zaťaženia a vplyvov. Medzná hodnota predstavuje veľkosť sledovanej veličiny pri dosiahnutí medzného stavu únosnosti. Platí teda $H_m \geq H_v$. Rozdiel medzi H_m a H_v predstavuje tzv. výpočtovú rezervu H_r . Výpočtová a medzná hodnota sa definujú v statickom výpočte pre tzv. kritické prierezy. Výpočet sa vykonáva podľa príslušných technických noriem. Pre ostatné monitorované prierezy sa musia vypočítať osobitne.

V prípade akejkoľvek zmeny vstupných parametrov je potrebné statický výpočet vo fáze spracovania dokumentácie aktualizovať. Po zhotovení ostenia sa na základe kontroly skutočných rozmerov, zistených materiálových charakteristík a skutočnej veľkosti zaťaženia výpočtové a medzné hodnoty aktualizujú.

Limitná hodnota (H_l) sa stanovuje na základe príslušných technických noriem a predpisov, prípadne regionálnych skúseností. Prekročenie alebo nesplnenie niektorej limitnej hodnoty môže vyvolať potrebu revízie statického výpočtu a následnú zmenu výpočtových a medzných hodnôt.

Dáta získané zo systému monitorovania je treba ukladať a vyhodnocovať tak, aby boli na prvý pohľad zrejme všetky zmeny od posledného merania a aby sa ihneď prejavili všetky nepravidelnosti v získaných výsledkoch.

Pri vlastnostiach, kde boli stanovené rizikové hodnoty sa vykonáva porovnanie s ich hodnotami a určuje sa hodnotiaci stupeň, ktorý vyjadruje úroveň naliehavosti prijatia opatrení. Jednotlivé stupne vo vzťahu k rizikovým hodnotám udáva tabuľka 6.

Tabuľka 6 Stupne hodnotenia

Stav		Hodnota vlastnosti H	
		Ak sú stanovené H_v a H_m	Ak je stanovené H_l
1	Prípustný stav	$H \leq H_v$	$H < 0,8 H_l$
2	Stav hraničnej prijateľnosti	$H_v < H \leq H_m$	$H \leq H_l$
3	Kritický stav	$H > H_m$	$H > H_l$

Prihliadať treba aj na hodnotenie celkových trendov vo vývoji sledovaných veličín a na komplexné posúdenie správania sa všetkých sledovaných bodov a meraných veličín.

7 Kontrolné činnosti na technologických a bezpečnostných zariadeniach

7.1 Prehliadky

7.1.1 Všeobecne

Pri prehliadkach sa vykonáva vizuálna kontrola technologického a bezpečnostného vybavenia s cieľom zistiť poškodenie vybavenia a kontroluje sa chod zariadení, ktoré sú v nepretržitej prevádzke.

Prehliadky sa vykonávajú podľa [T16] v súlade s *Plánom kontrol a Plánom prehliadok*, kde je okrem časového intervalu jednotlivých kontrol stanovená aj ich obsahová náplň.

Zariadenia, ktorých bezchybné fungovanie je nutné z hľadiska bezpečnosti a nerušenej premávky v tuneli sa musia kontrolovať denne. O vykonanej dennej kontrole sa vykoná záznam do formuláru, ktorý je súčasťou *Knihy priebehu služieb operátorov*.

7.1.2 Bežné prehliadky

7.1.2.1 Bežná prehliadka základná

Vykoná sa ako vizuálna kontrola stavu jednotlivých zariadení technologického a bezpečnostného vybavenia tunela spravidla 2 krát do roka. Pri kritických zisteniach sa podáva hlásenie nadriadeným prevádzkovým oddielom.

7.1.2.2 Bežná prehliadka hlavná

Jej obsahom je vizuálna kontrola, prípadne merania a vykonáva sa spravidla 1 krát do roka. Kontroluje sa funkčnosť všetkých technologických a bezpečnostných zariadení.

Z prehliadky sa vyhotovuje záznam a hodnotenie podľa zásad hodnotenia tunela (pozri [T16]).

7.1.3 Hlavné prehliadky

Cieľ, rozsah a hĺbka hlavnej prehliadky technologického vybavenia sa stanoví na základe významu technologickej časti a možných následkov v prípade jej zlyhania. Hlavné prehliadky sa vykonávajú v intervaloch:

- a) pred uvedením tunela do skúšobnej prevádzky – *prvá hlavná prehliadka*;
- b) pred uvedením tunela do trvalej (riadnej) prevádzky – *druhá hlavná prehliadka*;
- c) v primeranom rozsahu, pred ukončením záručnej lehoty príslušného zariadenia;
- d) obdobie medzi dvoma nasledujúcimi hlavnými prehliadkami nesmie presiahnuť 6 rokov;
- e) po rekonštrukcii/renovácii.

K záznamu o hlavnej prehliadke sa priložia kópie posledných platných kontrol, odborných skúšok a odborných prehliadok a osvedčenia všetkých zariadení, ktoré sú v tuneli, pred tunelom a v súvisiacich objektoch.

V rámci hlavnej prehliadky sa vykonáva aj preskúmanie vedenia a archivovania technických dokumentov vypracúvaných na základe iných predpisov (revízne správy, zameriavanie, kontroly stavu zariadení a pod.) za obdobie od poslednej vykonanej hlavnej prehliadky.

Kontroluje sa úplnosť a kompletnosť prevádzkovej dokumentácie, kvalita jej vedenia a archivovania.

7.1.3.1 Prvá hlavná prehliadka

Prvá hlavná prehliadka sa vykonáva v počiatkovej fáze skúšobnej prevádzky bez verejnosti. Jej cieľom je overiť kvalitu a funkčnosť odovzdávaných zariadení zhotoviteľom stavby podľa zmluvných záväzkov, zároveň sa kontroluje komplexne celý systém, či zodpovedá požiadavkám bezpečnostnej dokumentácie a bezpečnostným predpisom. Pri prvej hlavnej prehliadke sa technologické a bezpečnostné zariadenia posudzujú z hľadiska pripravenosti k bezpečnej prevádzke tunela.

7.1.3.2 Druhá hlavná prehliadka

Úlohou druhej hlavnej prehliadky je kontrola technologických zariadení a systémov z hľadiska ich možných zmien počas skúšobnej prevádzky tunela. Ak nastali zmeny, postupuje sa primeraným spôsobom v rozsahu požiadaviek *hlavnej prehliadky a prvej hlavnej prehliadky* (pozri [T16]). Zároveň sa kontroluje úplnosť časti prevádzkovej dokumentácie, ktorú počas skúšobnej prevádzky spracoval prevádzkovateľ tunela.

7.1.4 Mimoriadne prehliadky

Mimoriadne prehliadky sa vykonávajú:

- a) po živelných pohromách;
- b) po dopravnej nehode, pri ktorej došlo k rozsiahlemu poškodeniu niektorých častí vybavenia;
- c) po dlhodobějších problémoch s technologickým celkom alebo pri jeho dlhodobom režime mimo tolerančné pásmo;
- d) po požiaroch v tuneli, spojenom s rozsiahlym poškodením technologických a bezpečnostných zariadení.

7.1.5 Systém hodnotenia stavu technologických a bezpečnostných zariadení tunela

Stav technologických a bezpečnostných zariadení sa posúdi na základe hlavnej prehliadky a mimoriadnej prehliadky. V hodnotiacej správe z prehliadky sa uvedie dosiahnutý klasifikačný stupeň. Oklasifikuje sa samostatne každý technologický súbor a výsledný klasifikačný stupeň technologických a bezpečnostných zariadení sa stanoví s prihliadnutím na závažnosť a význam porúch jednotlivých súborov.

Na klasifikáciu sa používa stupnica podľa tabuľky 7.

Tabuľka 7 Klasifikácia stavu

Stupeň	Klasifikácia	Popis
1.	Vyhovujúci	Bez akýchkoľvek zjavných alebo známych skrytých porúch.
2.	Podmienečne vyhovujúci	Poruchy ovplyvňujú stav a funkciu technologických a bezpečnostných zariadení, ale sú odstrániteľné bez väčších zásahov. Poruchy nemajú okamžitý nepriaznivý vplyv na bezpečnosť premávky v tuneli, ale v budúcnosti môžu bezpečnosť premávky ovplyvniť. Pri tomto hodnotení nie je potrebné uzatvorenie tunela, je však nutné stanoviť lehotu, do ktorej majú byť poruchy odstránené. Po odstránení nedostatkov sa vykoná hlavná prehliadka v nevyhnutnom rozsahu.
3.	Nevyhovujúci	Poruchy ovplyvňujú stav a funkciu technologických a bezpečnostných zariadení a sú odstrániteľné výmenou dôležitej časti technologického vybavenia alebo jeho obnovou. Poruchy majú okamžitý nepriaznivý vplyv na bezpečnosť premávky v tuneli. Pri tomto hodnotení je potrebná okamžitá náprava, aby sa predišlo vzniku mimoriadnej alebo havarijnej situácii v tuneli, prípadne jeho uzatvoreniu. Po obnove sa vykoná hlavná prehliadka v nevyhnutnom rozsahu.

7.1.6 Správy z prehliadok

Výsledky a údaje zozbierané počas hlavnej prehliadky tunela sa musia podrobne analyzovať tak, aby bolo možné jednoznačne určiť hodnotenie stavu TBZT. Hodnotiace správy z prehliadok zároveň umožňujú sledovať stav rovnakého technologického súboru, poprípade konkrétneho zariadenia počas celej doby jeho životnosti a zároveň napomáhajú spresňovať a prognózovať termín na jeho nevyhnutnú renováciu / rekonštrukciu.

7.2 Kontroly technologických a bezpečnostných zariadení

Kontroly jednotlivých zariadení TBZT sa vykonávajú v zmysle platných legislatívnych predpisov na základe individuálneho plánu kontrol podľa [T16].

7.3 Odborné kontroly a odborné skúšky technologických bezpečnostných zariadení

Odborné kontroly a odborné skúšky na vybraných zariadeniach sa vykonávajú v intervaloch, ktoré sú v súlade s platnými legislatívnymi predpismi.

Plánovanie a vykonávanie odborných kontrol a odborných skúšok sa vykonáva podľa [T16]. Záznamy o vykonaných prehliadkach, ktoré sú spracované v súlade s platnými legislatívnymi predpismi sa ukladajú do archívu revízných správ, umiestnenom na operátorskom pracovisku tunela.

Správa z odbornej prehliadky a odbornej skúšky sa vypracúva v súlade s [T16].

7.4 Funkčné skúšky a merania

Funkčné skúšky a merania sa vykonávajú v rámci hlavnej prehliadky technologického a bezpečnostného zariadenia tunela. Funkčné skúšky a merania výkonnosti prvkov TBZT definujú všeobecné právne predpisy a všeobecné technické predpisy SR (pozri [T16]).

Cieľom funkčných skúšok je overenie správnej funkcie vybavenia tunela podľa požiadaviek projektovej dokumentácie a konštrukčných špecifikácií. Minimálny rozsah funkčných skúšok obsahuje tabuľka 6 v [T16].

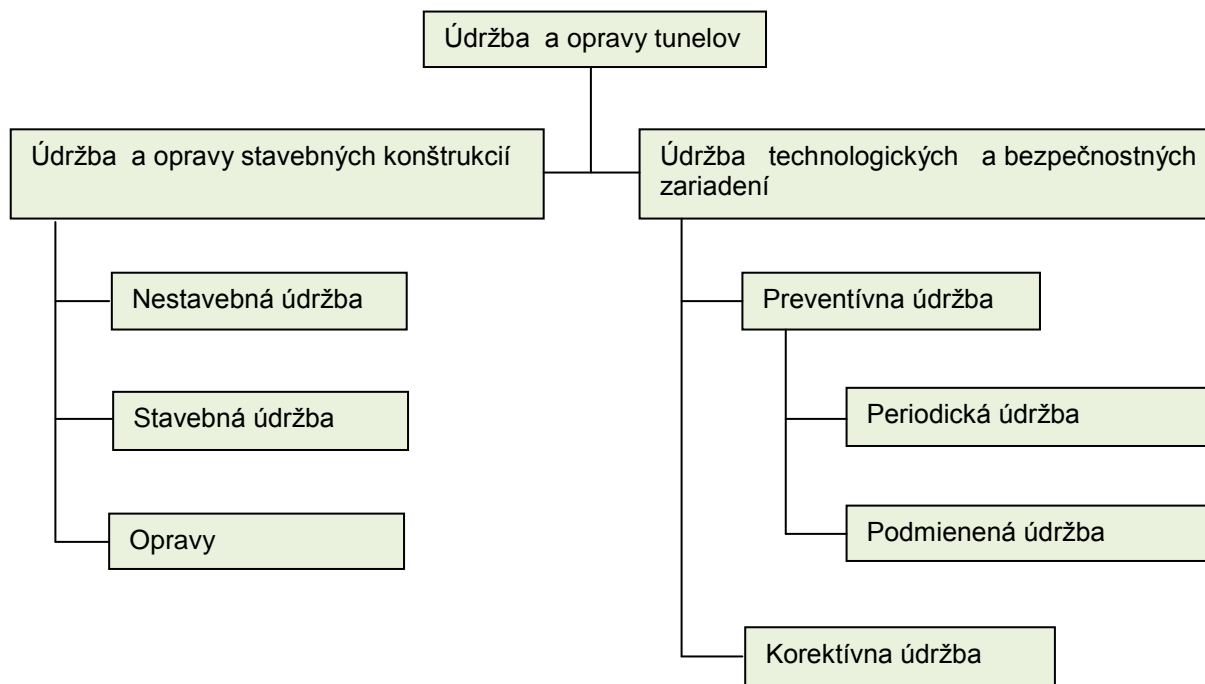
8 Údržba a opravy tunelov

8.1 Všeobecne

Postupy aplikované pri údržbe a opravách tunelov je možné rozdeliť do dvoch skupín v súlade s členením častí tunelov na SKT a TBZT (obrázok 5). Pre údržbu SKT platí [T2] pre TBZT [T16].

Predpis [T2] rieši údržbu a opravy stavebných konštrukcií tunelov ako samostatné časti líšiace sa predovšetkým rozsahom a skutočnosťou, že na opravu je potrebné spravidla zhotoviť projektovú dokumentáciu.

V predpise [T16] sú opravy riešené ako úkony údržby.



Obrázok 5 Schéma údržby a opráv tunelov

8.2 Údržba a opravy tunelov – stavebné konštrukcie

8.2.1 Všeobecne

Údržba a opravy predstavujú súhrn prác, ktorými sa tunely udržujú v bezchybnom technickom stave, na zaistenie bezpečnej a plynulej premávky, za bežných dopravných podmienok. Sústavný pravidelný dozor, pravidelné vykonávanie prehliadok a operatívne odstraňovanie porúch predchádza vzniku väčších porúch.

Údržba sa vykonáva priebežne celý rok. V rámci technickej starostlivosti o tunely sa na základe PD tunela, záverov prehliadok, diagnostického prieskumu a monitorovania vykonávajú tieto druhy údržby a opráv:

- a) nestavebná údržba;
- b) stavebná údržba;
- c) opravy.

8.2.2 Nestavebná údržba

Nestavebná údržba v tunelových objektoch zahŕňa najmä čistiace práce vrátane zimnej údržby a špecifikovaná je v [T2].

8.2.3 Stavebná údržba

Stavebná údržba v tuneloch zahŕňa najmä práce, ktoré zabezpečuje správca podľa plánu údržby. Jedná sa o opravy menšej závažnosti a rozsahu (drobné opravy, obnova náterov, utesňovanie, škárovanie a pod.). Špecifikácia prác stavebnej údržby je v [T2].

8.2.4 Opravy

8.2.4.1 Všeobecne

Činnosť vlastníka/správca tunela pri príprave a zhotovovaní opráv tunelov sa riadi súborom požiadaviek objednávateľa stavby na prípravu, realizáciu, kontrolu a prevzatie vykonaných prác, ktoré sú obsiahnuté v technicko-kvalitatívnych podmienkach (TKP). Oprava tunela sa vykonáva na základe schválenej projektovej dokumentácie alebo návrhu opravy (ak projektová dokumentácia nie je potrebná).

8.2.4.2 Projektová dokumentácia opravy

Projektová dokumentácia opravy je súhrn všetkých výkresov, výpočtov a technických informácií, týkajúcich sa stavby, odovzdaných objednávateľom zhotoviteľovi na vykonanie prác podľa zmluvy o dielo a všetkých výkresov, výpočtov, diagramov, popisov technologických postupov a ďalších technických dokumentov príslušného charakteru, ktoré predloží zhotoviteľ a schváli objednávateľ.

Projektová dokumentácia pre opravy tunelov zahŕňa:

- a) dokumentáciu na stavebné povolenie (DSP);
- b) dokumentáciu na ponuku (DP);
- c) dokumentáciu na realizáciu stavby (DRS);
- d) dokumentáciu na vykonanie prác (DVP);
- e) dokumentáciu skutočného realizovania stavby (DSRS).

8.2.5 Plánovanie údržby a opráv

Na údržbu tunelových stavieb majú vplyv nasledujúce činitele:

- a) finančné náklady na údržbu;
- b) vplyv údržby na dopravu a bezpečnosť prevádzky tunela;
- c) vplyv údržby na životné prostredie;
- d) možnosti nasadenia kvalifikovaného personálu na údržbu.

Plánovanie údržby a opráv tunelov sa skladá z nasledujúcich častí:

- a) časový horizont plánovania údržby:
 1. krátkodobý plán - pravidelné (bežné) údržbárske práce v horizonte 1 rok;
 2. strednodobý plán - údržbárske práce na obdobie 5 rokov;
 3. dlhodobý plán výmeny a opravy veľkých celkov na desiatky rokov (generálna údržba).
- b) zaistenie požiadaviek na údržbu v danom plánovacom období;
- c) spracovanie plánu údržby;
- d) zabezpečenie premávky;
- e) posúdenie alternatívnych riešení.

Plánovanie údržby sa priebežne preveruje a upravuje na základe skúseností a nových poznatkov.

Do plánu údržby sú zapracované predpisy a návody na prevádzku a údržbu jednotlivých zariadení, schválené prevádzkové predpisy a manuály užívania zariadení v tuneli, kde sa musia určiť lehoty na čistenie a údržbu a stanoviť dĺžky životnosti zariadení.

8.3 Údržba tunelov – technologické a bezpečnostné zariadenia

8.3.1 Všeobecne

Údržba technologického a bezpečnostného zariadenia tunela významne ovplyvňuje bezpečnosť premávky a životnosť TBZT. Jej cieľom je udržanie alebo nastavenie TBZT do predpísaného stavu. Do údržby TBZT patrí aj údržba technologických a bezpečnostných zariadení na riadiacom centre príslušného strediska správy a údržby, v portáli, v dopravnom a vetracom prepojení, v podružných rozvodniach pri núdzových zálivoch a na priľahlých križovatkách na oboch stranách tunela.

8.3.2 Schéma systému údržby technologickej časti tunela

V predpise [T16] je systém údržby zostavený podľa schémy na obrázku 6, ktorá je prevzatá zo zahraničného predpisu [ZP1].

Podľa tejto schémy rozoznávame niekoľko typov a stupňov údržby.

8.3.2.1 Preventívna údržba

Preventívna údržba je vykonávaná vo vopred stanovených časových intervaloch s predpísanými kritériami je zameraná na zníženie pravdepodobnosti vzniku poruchy alebo obmedzenia funkčnosti technického vybavenia tunela.

Preventívnu údržbu delíme na:

- a) vopred určenú údržbu (periodickú);
- b) údržbu na základe stavu (prediktívnu).

Vopred určená údržba (periodická) - sa vykonáva tak, aby sa predišlo poškodeniu zariadení, formou opakujúcich sa rutinných činností (tzn. po uplynutí vopred stanoveného časového obdobia). Dĺžka obdobia (frekvencie úkonov) je zvyčajne stanovená ako:

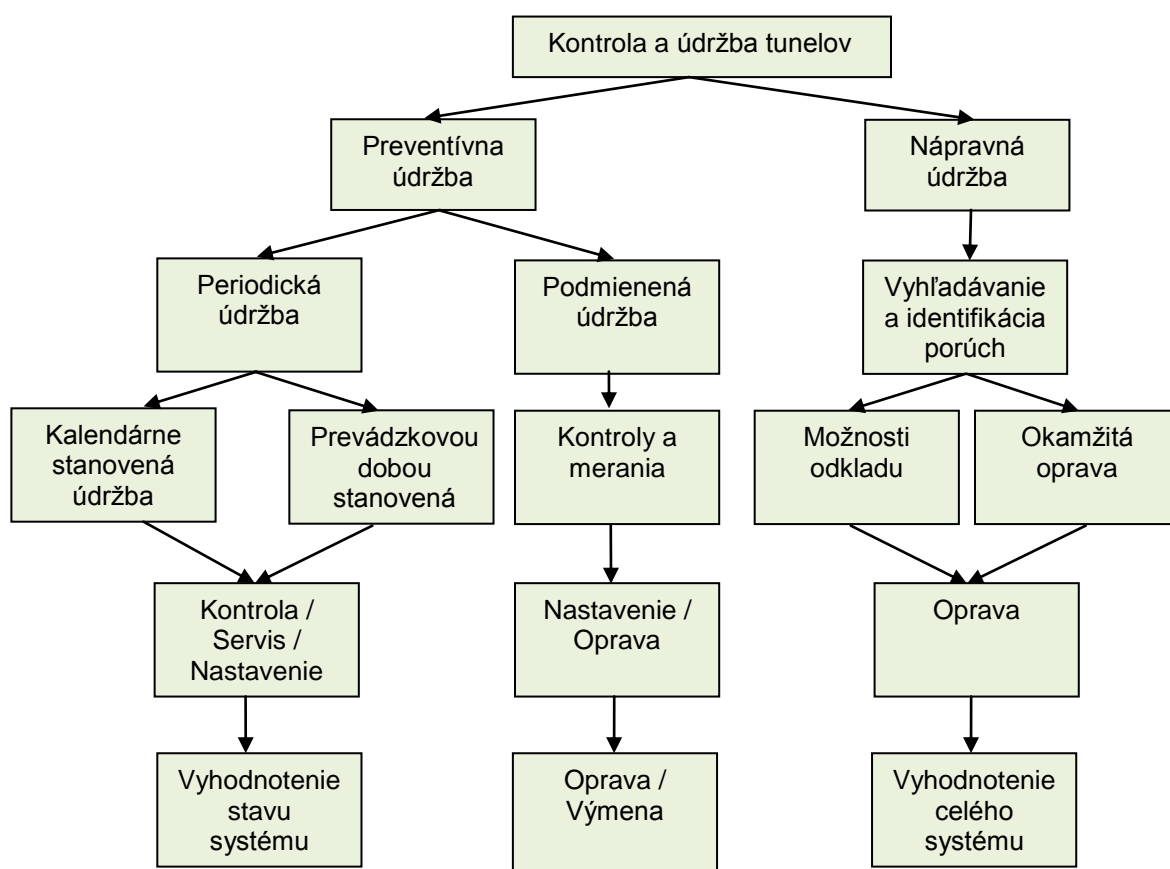
- harmonogram (kalendár) údržby;
- prevádzková doba údržby.

Údržba na základe stavu (prediktívna údržba) – umožňuje ovplyvňovať frekvenciu úkonov tak, aby úkony neboli predimenzované alebo poddimenzované z hľadiska bezpečnosti.

8.3.2.2 Korektívna (nápravná) údržba

Korektívna (nápravná údržba) - predstavuje rad opatrení, ktoré sú použité po prevádzkovej poruche alebo nehode. Princíp tejto formy údržby výrazne znižuje prevádzkovú bezpečnosť, nakoľko je založený na predpoklade, že komponenty budú využívané bez preventívnej údržby až do doby vzniku poruchy.

Z uvedeného vyplýva, že plánovanie korektívnej (nápravnej) údržby je možné len v obmedzenom rozsahu.



Obrázok 6 Schéma údržby technologických a bezpečnostných zariadení tunela

9 Hodnotenie tunelov a plánovanie činností

9.1 Všeobecne

Úlohou hospodárenia s tunelmi je, aby náklady na udržiavanie a zlepšovanie tunelového systému boli v rovnováhe s objemom disponibilných finančných prostriedkov. V situácii obmedzených zdrojov je nutné prijímať investičné rozhodnutia, podložené dostatkom informácií (hodnotení a analýz).

Zistenia z inšpekčných činností sa využívajú na hodnotenie stavu tunela, predovšetkým z hľadiska spoľahlivosti a trvanlivosti nosných stavebných systémov a bezpečnosti prevádzku zabezpečujúcich funkčných (technologických a bezpečnostných) systémov. Od tunelových systémov sa požaduje aby poskytovali akceptovateľnú úroveň bezpečnosti a služieb pri vynaložení primeraných nákladov.

Hodnotenia sa využívajú na stanovenie naliehavosti jednotlivých druhov údržby a opráv a prijímanie investičných rozhodnutí na základe objektívnych a obsažných informácií. Prijímanie optimálnych rozhodnutí sa opiera o analýzu rizík hodnotených údajov. Rozhodnutia o údržbe a opravách vychádzajú z predpokladaných nákladov a dostupnosti financovania. Kvalifikovaný odhad nákladov je preto dôležitou súčasťou procesu hodnotenia.

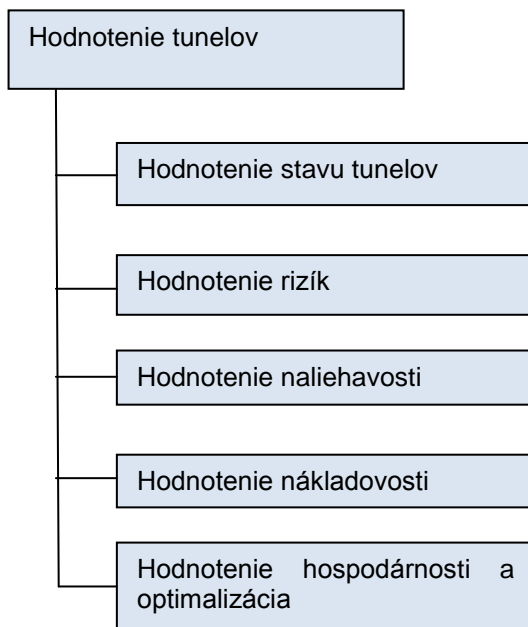
Hodnotenia sa opierajú o štatisticky vyhodnotené inšpekčné údaje, konštrukčné analýzy a pod. Zmysluplné závery hodnotiacej činnosti sa získavajú komplexným inžinierskym posúdením.

9.2 Hodnotiaci podsystem

Potrebné informácie pre prijímanie rozhodnutí sa získavajú z hodnotiaceho podsystemu, ktorý obsahuje predovšetkým tieto časti:

- a) hodnotenie stavu tunela;
- b) hodnotenie rizík;
- c) hodnotenie naliehavosti – klasifikácia priorít;
- d) hodnotenie nákladovosti;
- e) hodnotenie hospodárnosti a optimalizácia nákladov.

Schéma podsystemu je na obrázku 7.



Obrázok 7 Hodnotiaci podsystem tunelov

9.2.1 Hodnotenie stavu tunela

Hodnotenie stavu tunela sa týka oboch skupín prvkov, tvoriacich tunelový komplex. Na základe spracovania výsledkov zo záznamov z inšpekčných činností sa identifikujú predovšetkým kritické zistenia a všetky odchýlky od predpokladaného vývoja konštrukčných a funkčných parametrov. Hodnotenie jednotlivých súborov a komponentov tunela musí byť komplexné a má umožniť rozhodnúť o správnom načasovaní technicky vhodných a z hľadiska nákladov hospodárnych riešení. Výsledky inšpekčných činností je možné spracovať do analytických tabuliek a grafov.

9.2.1.1 Hodnotenie stavu stavebných konštrukcií

Hodnotenie vychádza zo stupnice hodnotenia porúch v [T2]. Základné hodnotenie niektorých stavebných konštrukcií vyžaduje širší súbor údajov. Typickým príkladom je sekundárne tunelové ostenie, na ktorom sa môže vyskytovať typ poruchy v rôznej intenzite a rozsahu. Príklad prehľadného spracovania je na v tabuľke 8.

Tabuľka 8 Príklad hodnotenia porúch tunelového ostenia

	Názov poruchy	Celkový rozsah	Rozsah st.1	Rozsah st.2	Rozsah st.3	Rozsah st.4	Rozsah st.5
1	Rozpad betónu sekundárneho tunelového ostenia						

V prípade, že si to vyžaduje stav stavebných konštrukcií, v rámci hodnotenia sa vykoná posúdenie spoľahlivosti nosných stavebno - konštrukčných prvkov (kapitola 10 týchto TP), prognóza životnosti (kapitola 11 týchto TP) a posúdenie naliehavosti opravy (kapitola 12 týchto TP). Tieto posúdenia umožňujú spresniť hodnotenie, založené výlučne na výsledkoch kontrolných činností.

Je dôležité posúdiť zmeny, ktoré by mohli mať vplyv na únosnosť a trvanlivosť nosných a nenosných prvkov. Primárnej úvahy zahŕňajú degradáciu materiálu a úbytok prierezových plôch. Zaťaženia sa môžu v priebehu prevádzky meniť ako dôsledok pôsobenia celého radu faktorov ako sú inštalácia nových zariadení, použitie ťažšej a intenzívnejšej dopravy, zemné práce v okolí a meniace sa hladiny podzemnej vody, zvýšenie zaťaženia sekundárneho ostenia v dôsledku rozpadu primárneho ostenia, atď.

Hodnotenie by malo vziať do úvahy relevantné predpoklady použité v návrhu, aby zahŕňala všetky normy, kódy alebo kritériá, ktoré boli použité. Posúdenie spoľahlivosti nosných prvkov tunela vrátane statickej analýzy konštrukcie by mali byť vykonané v prípadoch výskytu udalosti:

- zmena zaťaženia nosných prvkov tunela;
- strata prierezovej plochy nosných prvkov tunela;
- degradácia vlastností konštrukčných materiálov.

9.2.1.2 Hodnotenie stavu prvkov technologického a bezpečnostného zariadenia

Hodnotenie vychádza zo stupnice hodnotenia v [T16]. Vo väčšine prípadov sa hodnotenie stavu uskutočňuje len na základe vizuálno-hmatového hodnotenia a zohľadňujú sa výsledky meraní a skúšok. Príklad súborného hodnotenia rovnakých prvkov je uvedený v tabuľke 9.

Tabuľka 9 Príklad súborného hodnotenia prvku

	Prvok	Celkový počet	Počet st.1	Počet st.2	Počet st.3
1	Motor ventilátora				

Systémy technologických a bezpečnostných zariadení sa skladajú z mnohých prvkov, ktoré slúžia na vetranie, čerpanie vody, ochranu pred zatopením, vykurovanie, klimatizáciu, rozvody elektrickej energie, núdzové zdroje elektrickej energie, osvetlenie, dopravné značenie, detekciu požiarov, hasenie požiarov, komunikáciu a dohľad.

Tieto systémy tvoria komplex vzájomne závislých komponentov, ktoré slúžia pre viacero súborov zariadení. Niektoré prvky môžu byť redundantné (zálohované) t.j. ich zlyhanie nesmie zabrániť fungovaniu tunela ako celku. Iné prvky môžu byť bez redundancie a ich zlyhanie by mohlo mať za následok čiastočné alebo úplné zlyhanie jednotlivých súborov zariadení.

Pri hodnotení inšpekčných záznamov je potrebná súčinnosť kolektívu špecialistov. K hodnoteniu sú potrebné schémy, diagramy a výkresy zariadení ako aj príslušné normové a technické predpisy.

9.2.2 Hodnotenie rizík

Hodnotenie rizík poskytuje efektívny prístup k rozhodovaniu na základe analýzy údajov. Riziká môžu byť vyhodnocované za použitia rôznych kvalitatívnych alebo kvantitatívnych postupov. Riziká sú

posudzované ako dôsledok zlyhania prvku alebo systému. Dôsledky sú posudzované z hľadiska spoľahlivosti tunelového systému, bezpečnosti, úrovne služieb a nákladov. Register rizík je bežným nástrojom, ktorý sa používa na identifikáciu rizík. Vyhodnotenie ako súčasť efektívneho prístupu k riadeniu tunela pomáha stanoviť naliehavosť opráv a optimalizovať zdroje. Pri zjednodušených postupoch sa miera rizika vyjadruje indexom rizika (1-mierne, 2-stredné, 3-vysoké, 4-veľmi vysoké).

9.2.3 Hodnotenie naliehavosti

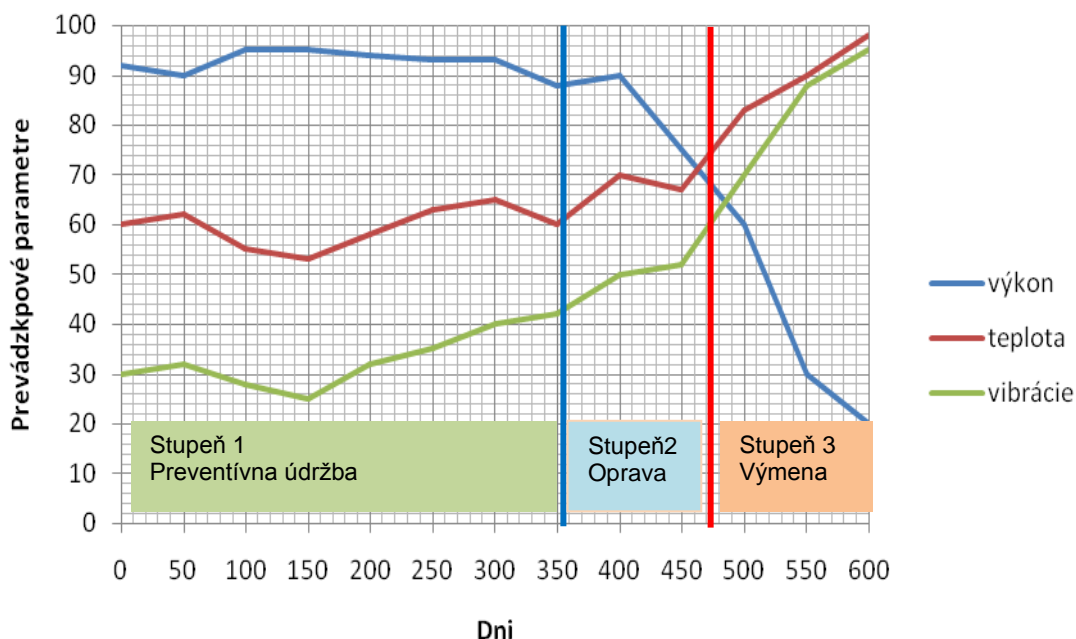
Hodnotenie naliehavosti (prioritná klasifikácia) sa týka stanovenia závažnosti a časového horizontu pre odstránenie zistených porúch.

Základná klasifikácia naliehavosti (tabuľka 10) je daná spôsobom odstránenia poruchy.

Tabuľka 10 Hodnotenie naliehavosti opravy

	Stupeň naliehavosti	Popis
1	Nízky	Poruchu je možné odstrániť v rámci bežnej údržby a odstránenie spravidla nevyžaduje ďalšie rozpočtové náklady.
2	Stredný	Odstránenie poruchy sa vykonáva za účelom zlepšenia spoľahlivosti a trvanlivosti a vykonáva sa na základe zistenia v plánovanom období pred ďalším kontrolným cyklom.
3	Vysoký	Odstránenie poruchy musí byť riešené okamžite v záujme zachovania bezpečnosti.

Toto hodnotenie naliehavosti je možné použiť pri technologických a bezpečnostných zariadeniach. Príklad hodnotenia motora ventilátora je na obrázku 8. Podkladom pre hodnotenie naliehavosti sú výsledky meraní výkonu, teploty a vibrácií.



Obrázok 8 Hodnotenie naliehavosti opravy technologického zariadenia

Pre prvky stavebných konštrukcií môže byť rozsah opravy podstatne väčší a často vyžaduje vykonanie diagnostického prieskumu a zhotovenie PD.

Odporúčaný postup pre stanovenie naliehavosti opráv stavebných konštrukcií je v kapitole 12 týchto TP.

9.2.4 Hodnotenie nákladovosti

Odhad nákladov je zvyčajne potrebné vykonať v rámci procesu hodnotenia pre usmernenie riadiacich činností a prípravu rozpočtu. V prípade nestavebnej údržby a preventívnej údržby sa môže rozsah činností rozdeliť do položiek, sledovať objemový a finančný vývoj položiek v čase a pomerne presne prognózovať náklady budúcich období (kapitola 13 týchto TP).

Zložitejší je odhad nákladov na odstránenie porúch, kde sú náklady ovplyvnené množstvom okolností. Pre odhad ceny je možné použiť jednoduchý kalkulačný vzorec, v ktorom ako základné položky vystupujú :

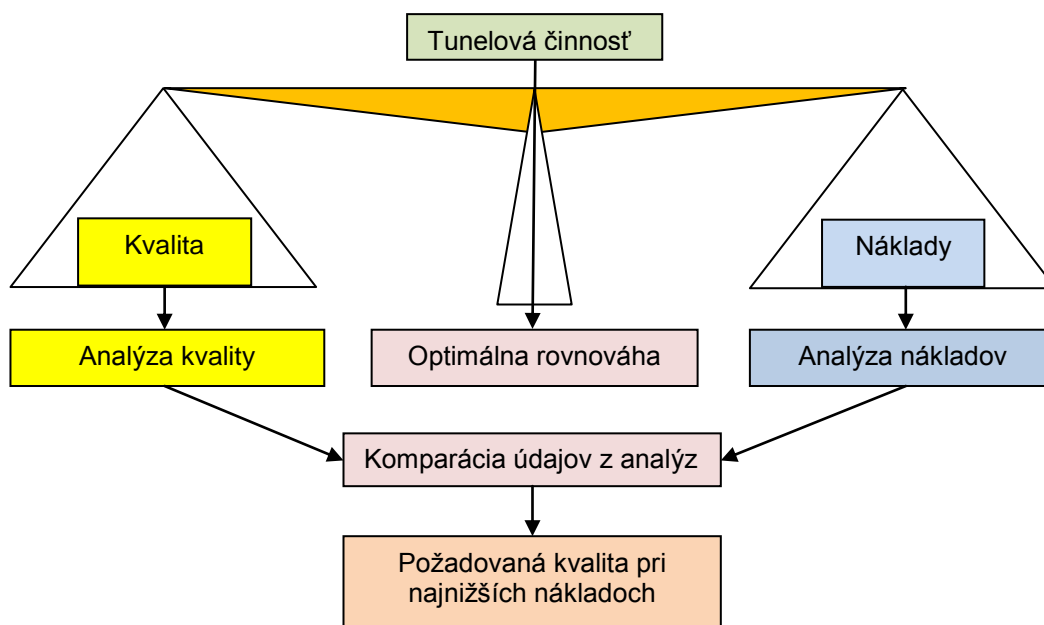
- a) práca (osobné náklady);
- b) materiál;
- c) zariadenia;
- d) energie;
- e) nepredvídané náklady;
- f) réžia;
- g) zisk.

V prípade, že oprava sa predpokladá realizovať v budúcnosti, treba do výpočtu zahrnúť aj predpokladaný inflačný a cenový vývoj.

9.2.5 Hodnotenie hospodárnosti a optimalizácia nákladov

Cieľom posúdenia hospodárnosti je dosiahnutie stavu, aby sa činnosti súvisiace s nasadením, prevádzkou, údržbou, opravou a výmenou tunelových komponentov vykonávali nákladovo efektívnym spôsobom pri zachovaní prijateľnej úrovne bezpečnosti a dopravného komfortu.

Hodnotenie hospodárnosti predpokladá pri každej činnosti uplatňovanie algoritmu rovnováhy medzi kvalitou a nákladmi podľa obrázku 8.



Obrázok 8 Rovnováha medzi kvalitou a nákladmi

Optimalizácia nákladov predstavuje pri každej činnosti hodnotenie jednotlivých alternatív a stanovenie najúčinnějších postupov využitia obmedzených zdrojov. Príklad optimalizácie postupu pri oprave betónových konštrukcií tunelov je v kapitole 14 týchto TP.

9.3 Plánovanie činnosti

Za účelom prípravy a realizácie činností súvisiacich s inšpekciami, údržbou a opravami tunelov sa zhotovuje plánovacia dokumentácia.

Z hľadiska vecného rozlišujeme:

- a) kontrolné plány;
- b) plány údržby;
- c) plány opráv.

Z hľadiska časového rozlišujeme:

- a) krátkodobé plány;
- b) strednodobé plány;
- c) dlhodobé plány.

Inšpekčné plány sa zostavujú na základe požadovaných intervalov jednotlivých druhov prehliadok podľa [T2] a [T16].

Plánovanie údržby pre stavebné konštrukcie tunelov je obsiahnuté v kapitole 4 [T2].

Plánovanie údržby pre technologické a bezpečnostné zariadenia tunela je v kapitole 6 [T16].

9.4 Hodnotiace správy

9.4.1 Všeobecne

Udržiavanie tunelov v požadovanom stave obsahuje súbor činností, ktorých výstupom je aj príslušná dokumentácia obsahujúca hodnotenia a závery. Tie sú podkladom pre vypracovanie hodnotiacej správy. Správa má samostatnú časť pre stavebné konštrukcie a pre technologické a bezpečnostné zariadenia tunela.

Hodnotiacu správu vypracováva správca tunela po vykonaní hlavnej prehliadky tunela.

9.4.2 Hodnotiacia správa pre stavebné konštrukcie tunela

Podkladom pre vypracovanie správy sú nasledujúce dokumenty:

- a) záznamy z bežných prehliadok;
- b) záznam z ostatnej hlavnej prehliadky;
- c) záznam mimoriadnej prehliadky (ak bola vykonaná);
- d) správa z diagnostiky (ak bola vykonaná);
- e) správa z geotechnického monitoringu;
- f) správa z monitorovania ostenia (ak sa vykonáva);
- g) správa z vykonanej údržby a opráv;
- h) prehľad nákladov na správu a udržiavanie tunela.

Správa má odporúčané nasledujúce časti:

- a) základné údaje o tuneli;
- b) údaje o spracovateľoch hodnotiacej správy;
- c) zoznam dokumentov, ktoré sú podkladom pre vypracovanie správy;
- d) hodnotenie činností z hľadiska plánu a kvality spracovaných dokumentov;
- e) analýzy výsledkov z prehliadok, monitorovania a vykonaných diagnostík:
 1. analýza vývoja stavu konštrukcie a porúch;
 2. trendy vývoja sledovaných vlastností konštrukcií tunela;
 3. hodnotenie spoľahlivosti a životnosti stavebných konštrukcií.
- f) aktualizácia plánu prehliadok a údržby;
- g) návrh na vykonanie opráv;
- h) ekonomické hodnotenie vynaložených nákladov z hľadiska vývoja stavebno-technického stavu stavebných konštrukcií tunela;
- i) návrhy na úpravu plánov prehliadok a údržby.

9.4.3 Hodnotiacia správa pre technologickú časť tunela

Podkladom pre vypracovanie správy sú nasledujúce dokumenty:

- a) zápisy a správy z bežných prehliadok;
- b) správy z hlavných prehliadok;
- c) záznam o odborných prehliadkach a meraniach;
- d) záznam o funkčných skúškach a meraniach;
- e) záznamy o údržbe;
- f) prehľad nákladov na správu, prevádzku a udržiavanie tunela.

Na základe uvedených dokumentov sa vypracováva hodnotiacia správa, ktorá má odporúčané nasledujúce časti:

- a) základné údaje o tuneli;
- b) údaje o spracovateľoch hodnotiacej správy;
- c) zoznam dokumentov, ktoré sú podkladom pre vypracovanie správy;
- d) hodnotenie činností z hľadiska plánu a kvality spracovaných dokumentov;
- e) analýzy výsledkov z prehliadok, odborných prehliadok a kontrol;
- f) aktualizácia plánu prehliadok a údržby;
- g) návrh na vykonanie opráv;
- h) ekonomické hodnotenie vynaložených nákladov;
- i) návrhy na úpravu plánov prehliadok a údržby.

10 Hodnotenie spoľahlivosti nosných stavebných konštrukcií tunelov

10.1 Medzné stavy stavebných konštrukcií

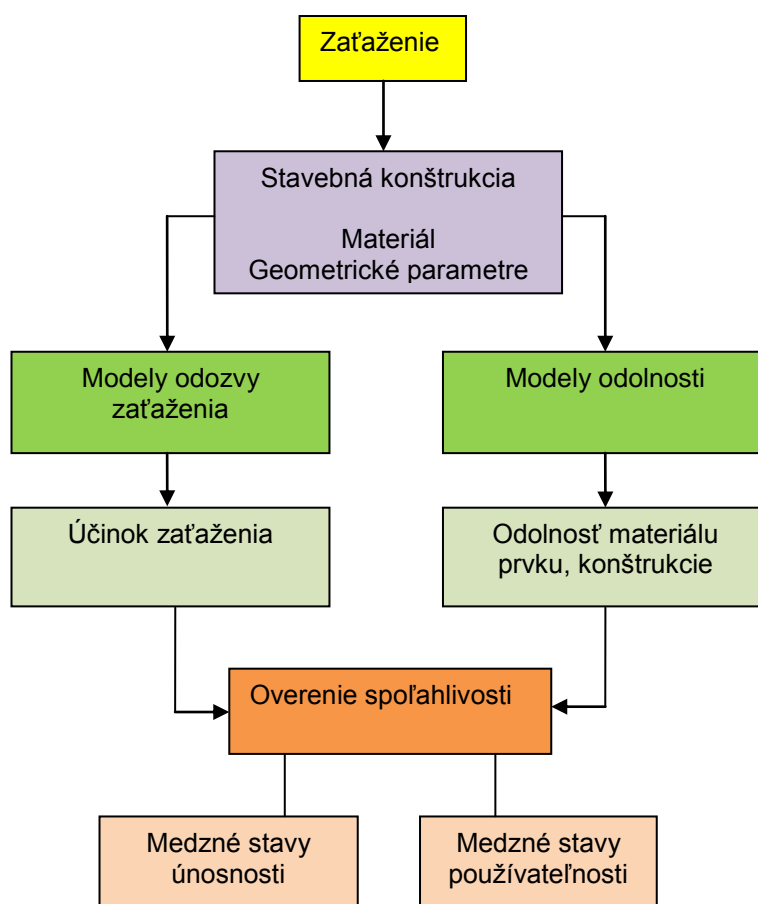
Spoľahlivosť konštrukcie sa preukazuje výpočtom odolnosti voči vzniku limitného - medzného stavu konštrukcie. Vznik medzného stavu znamená prerušenie alebo obmedzenie používania konštrukcie. V prípade stavebných konštrukcií rozlišujeme:

- medzné stavy únosnosti (MSÚ) súvisia s bezpečnosťou a trvanlivosťou, najmä z pohľadu ochrany ľudských životov a ich zdravia, ale aj ochrany majetku;
- medzné stavy použiteľnosti (MSP) sa týkajú najmä funkčnosti, vzhľadu, pohodlia užívateľov, ale aj trvanlivosti a životnosti.

Zamedzenie vzniku jednotlivých medzných stavov sa preukazuje splnením podmienok spoľahlivosti, ktoré sú pre tieto stavy predpísané normami pre navrhovanie stavebných konštrukcií.

10.2 Overovanie únosnosti a použiteľnosti konštrukcií

Overovanie sa vykonáva v súlade s platnými normami STN . Postup je zřejmý z obrázku 9.



Obrázok 9 Overenie spoľahlivosti stavebnej konštrukcie

Podmienka spoľahlivosti je formulovaná ako:

$$E \leq R$$

(1)

kde:

E je účinok zaťaženia

R odolnosť konštrukcie

Podľa platných STN má podmienka spoľahlivosti tvar:

$$E_d \leq R_d \quad (2)$$

kde E_d, R_d sú návrhové hodnoty účinkov zaťaženia a odolnosti materiálu, ktoré sa stanovujú s využitím ich reprezentatívnych hodnôt a hodnôt parciálnych súčiniteľov spoľahlivosti.

11 Hodnotenie životnosti stavebných konštrukcií

11.1 Životnosť stavebných konštrukcií tunela

11.1.1 Kategórie životnosti

Životnosť tunelových stavebných konštrukcií, ktoré sú prevádzkované (sledované, udržiavané, opravované) je pojem jednoznačne definovaný z pohľadu hodnotového vyjadrenia (čas od postavenia po dosiahnutie limitného stavu), avšak variabilný z hľadiska klasifikácie a kvantifikácie. Rozlišujeme preto kategórie životnosti:

- *požadovaná životnosť* – minimálny časový úsek, počas ktorého by mala konštrukcia plniť svoje základné funkcie pri bežnej prevádzke a údržbe;
- *projektovaná životnosť* – predpokladaný časový úsek, za ktorý konštrukcia dosiahne limitný stav;
- *technická životnosť* - reálny časový úsek, za ktorý konštrukcia dosiahne limitný stav;
- *prevádzková životnosť* - časový úsek, na konci ktorého konštrukcia nespĺňa prevádzkové nároky (napr. dopravná priepustnosť, prejazdny profil a pod.);
- *ekonomická životnosť* – časový úsek do okamihu, keď nahradenie konštrukcie je výhodnejšie, ako jej udržiavanie v prevádzke.

11.1.2 Technická životnosť betónových konštrukcií tunelov

Pre väčšinu nosných konštrukcií inžinierskych stavieb zo železobetónu a predpätého betónu je pre systém hospodárenia dôležitá technická životnosť. Matematicky sa technická životnosť modeluje pomocou tzv. funkcie degradácie, ktorej priebeh je modifikovaný buď absolútne (t.j. v celom jej priebehu), alebo parciálne (t.j. iba v niektorých intervaloch). Modifikácie priebehu funkcie degradácie sú dané vlastnosťami konštrukcie (odolnosťou), chybami a poruchami konštrukcie, vonkajšími vplyvmi (agresívne prostredie a dopravné zaťaženie), úrovňou údržby, vykonanými opravami a ďalšími faktormi. Modifikovaná funkcia degradácie vyjadruje vývoj sledovanej vlastnosti v čase a životnosť je daná časovým úsekom, za ktorý sledovaná vlastnosť dosiahne hranicu akceptovateľnej hodnoty. Obecne má vzťah pre vývoj vlastnosti s uvážením modifikovanej funkcie degradácie tvar:

$$V(t) = V_0 - D(t) = V_0 - \sum m_i(t) \cdot D_0(t) \quad (3)$$

kde :

$V(t)$ je sledovaná vlastnosť;

V_0 počiatočná hodnota vlastnosti;

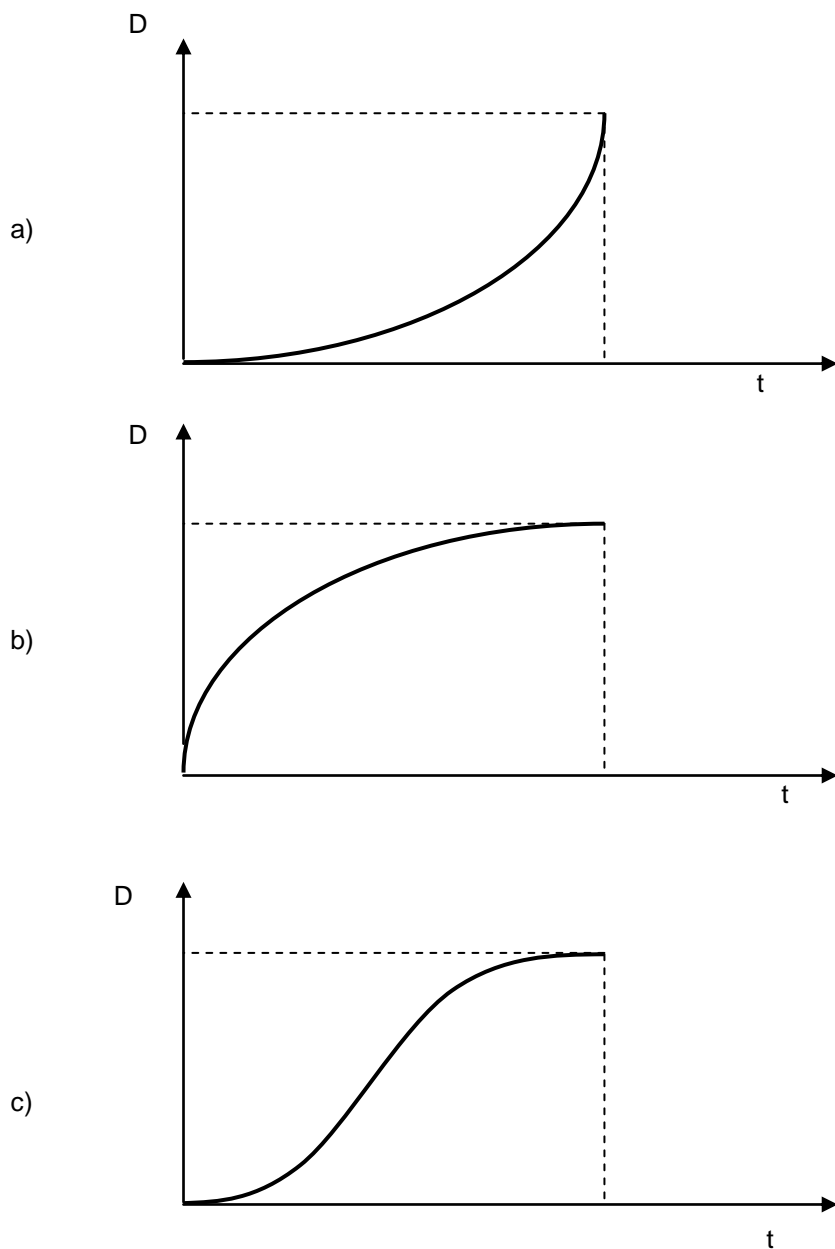
$D(t)$ funkcia degradácie;

$m_i(t)$ modifikačné súčinitele, v čase premenlivé alebo konštantné;

$D_0(t)$ základná funkcia degradácie.

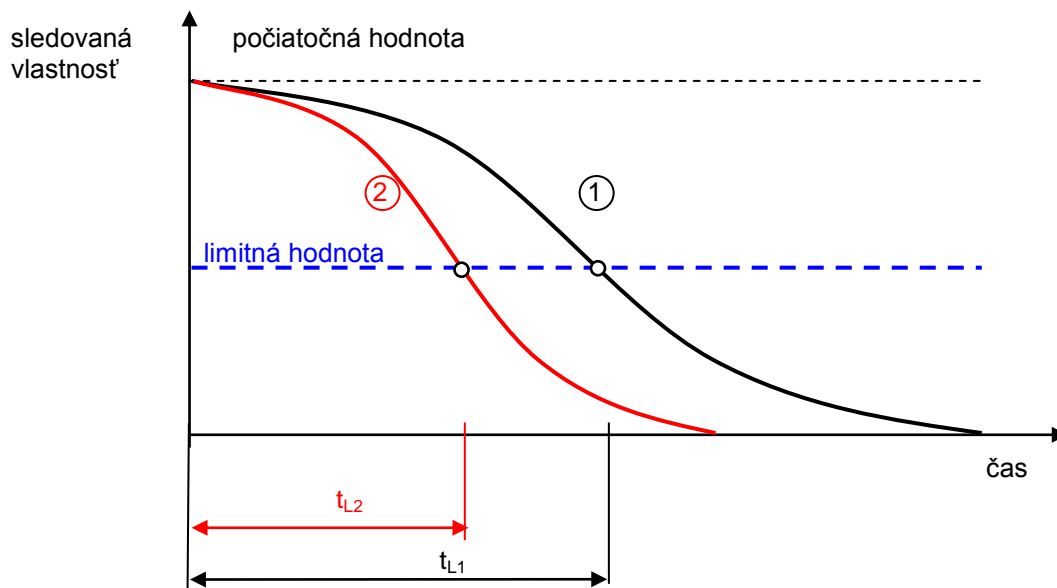
Funkcia degradácie má rozdielny priebeh v závislosti od druhu konštrukcie a výskytu porúch. Na obrázku 10 sú príklady funkcie pre nasledujúce prípady:

- degradácia prvku únavou (napr. postupná strata únosnosti ocelevej podpernej konštrukcie ventilátora, namáhaná dynamickými účinkami od vibrácií);
- degradácia betónu vplyvom agresívneho prostredia (napr. zníženie mechanických vlastností betónu vrstvy nevystuženého tunelového ostenia);
- degradácia prvku vplyvom porúch betónu a výstuže (napr. zníženie mechanických vlastností betónu, korózia ocelevej výstuže, strata súdržnosti medzi betónom a výstužou železobetónového sekundárneho ostenia).



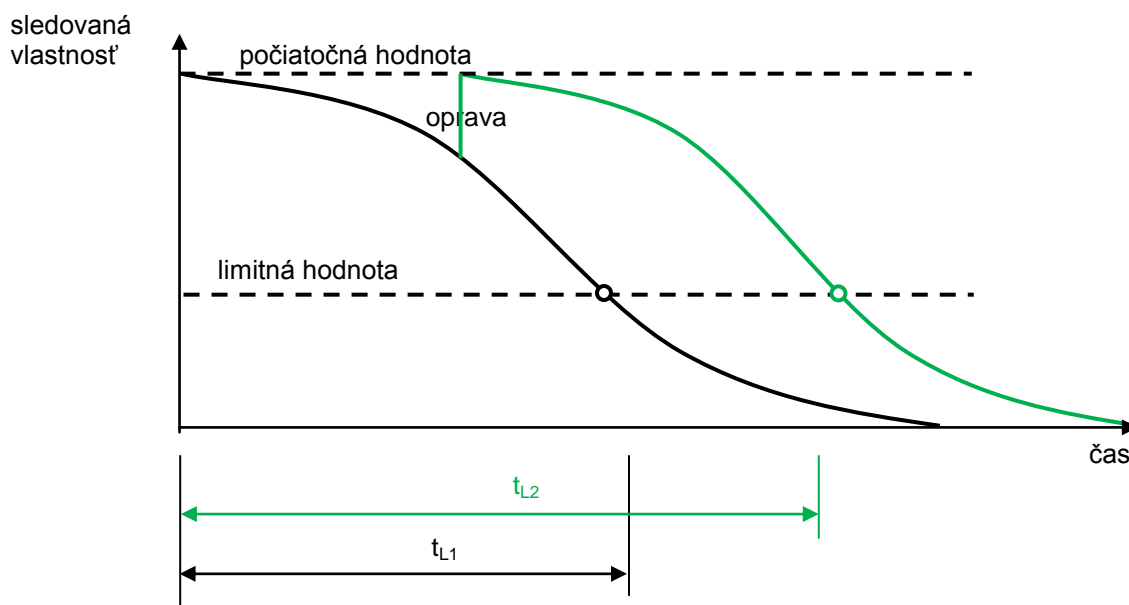
Obrázok 10 Príklady funkcie degradácie

Na obrázku 11 je priebeh funkcie vyjadrujúcej zmenu sledovanej vlastnosti, ktorou je degradácia betónového vystuženého prierezu. Rýchlejší priebeh degradácie pri konštrukcii (2) oproti konštrukcii (1) je spôsobený väčším výskytom a intenzitou porúch. Životnosť vyjadruje časový úsek t_L .



Obrázok 11 Priebeh degradácie na konštrukciách s rôznym výskytom a intenzitou porúch

Vplyv údržby a opráv významne vplýva na postup degradácie a je zrejмый z obrázku 12. Konštrukcia, na ktorej sa nevykonáva údržba a opravy (čierna čiara) degraduje rýchlejšie ako konštrukcia, na ktorej sa vykonali potrebné opravy (zelená čiara).



Obrázok 12 Vplyv opravy na postup degradácie

Z obrázkov je zrejмый, že na postup degradácie v rozhodujúcej miere vplýva prirodzené starnutie objektu, výskyt porúch, úroveň prehliadok a údržby ako aj vykonané opravy. Prirodzené starnutie objektu je dané skutočnosťou, že aj bezchybný a perfektne udržiavaný objekt má ohraničenú dobu životnosti danú predovšetkým únavou konštrukčných materiálov.

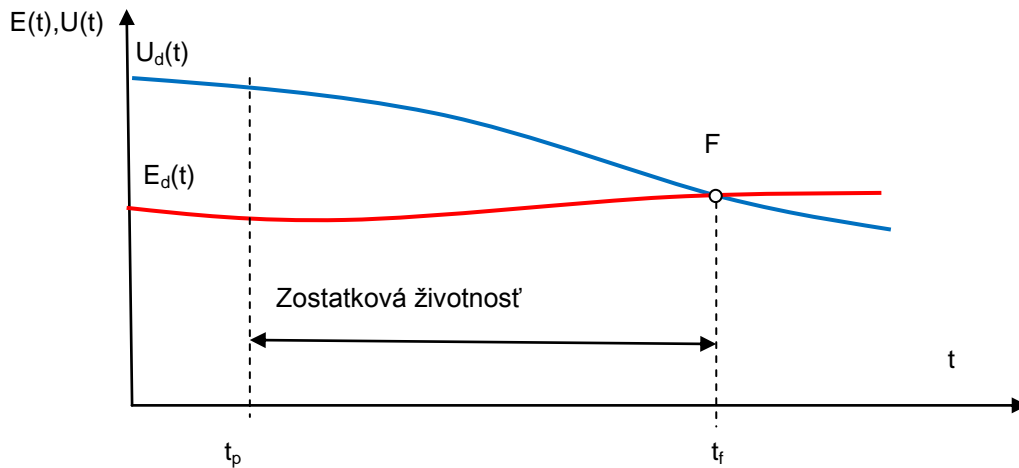
11.2 Zostatková životnosť stavebných konštrukcií tunela

11.2.1 Definícia zostatkovej životnosti

Stanovenie resp. výpočet odhadovanej zostatkovej životnosti predstavuje inžiniersky problém, ktorého podstatou je modelovanie chovania sa prvku tunelového objektu v čase v závislosti na jeho stavebno-technickom stave a pôsobení okolitého prostredia. Výsledkom je tzv. prognostický model, ktorý umožňuje kvalifikovaný odhad času, počas ktorého bude možné ešte objekt využívať.

Pri zostavovaní prognostického modelu je možné vychádzať z existujúcich modelov systému E, R (kapitola 10 týchto TP). Projektové hodnoty E_d a R_d sa môžu od skutočných počas prevádzky tunela líšiť. Líšiť sa môžu nielen svojimi počiatočnými hodnotami po zhotovení, spôsobenými odchýlkami od projektových predpokladov (rozmery, materiálové charakteristiky) ale aj zmenami v čase. V skutočnosti sa v prípade tunelov môžu meniť hodnoty $E_d(t)$ vyjadrujúce zaťaženia a vplyvy a rovnako odolnosť prvkov $R_d(t)$.

Odolnosť prvkov je možné v prípade betónových konštrukcií tunelov charakterizovať pomocou únosnosti kritického prierezu $U_d(t)$. Príklad zjednodušeného časového vývoja funkcií $E_d(t)$ a $U_d(t)$ je na obrázku 13. V čase, keď už neplatí podmienka spoľahlivosti $E_d \leq R_d$, posudzovaný prvok je v nevyhovujúcom stave a ohrozuje spoľahlivosť celého objektu. Priesečník F kriviek $E_d(t)$ a $U_d(t)$ predstavuje koniec technickej životnosti vyjadrený hodnotou t_f .



Obrázok 13 Zostatková životnosť stavebnej konštrukcie

Pri posudzovaní v čase t_p pre zostatkovú životnosť $T_{p,zost}$ platí:

$$T_{p,zost} = t_f - t_p \quad (4)$$

11.2.2 Modelovanie funkcií $E(t)$ a $U(t)$

Priebeh funkcií $E(t)$ a $U(t)$ je možné získať na základe regresnej analýzy výsledkov geotechnického monitorovania, monitorovania ostenia a diagnostiky ostenia. Na základe získaných údajov z nameraných dát v rôznom čase je možné normovým postupom stanoviť pre dané časové okamihy t_i hodnoty $E(t_i)$ a $U(t_i)$. Napr. je možné stanoviť tieto hodnoty pre konkrétny kritický (najviac namáhaný) prierez.

V prípade, ak monitorovanie neposkytuje dostatok údajov je možné hodnoty $U(t)$ a $E(t)$ stanoviť pre začiatok prevádzky (bezporuchový stav). Je možné opakovane vykonať diagnostiku za účelom zistenia potrebných parametrov (vývoj materiálových a geometrických charakteristík a rozvoj porúch) a stanoviť hodnoty $U(t)$ a $E(t)$ pre sledovaný okamih. Na základe zistených dát je možné zostaviť prognostické modely pre $U(t)$. Pri zostavení modelov sa využívajú známe funkcie degradácie platné pre konštrukcie, vystavené vplyvu agresívneho prostredia. Pomocou týchto modelov je možné stanoviť pravdepodobné hodnoty $U(t)$ v budúcnosti za predpokladu štandardného režimu prevádzky a vykonávania potrebnej údržby.

12 Hodnotenie naliehavosti opráv stavebných konštrukcií tunelov

12.1 Všeobecne

Hodnotenou jednotkou pri stanovení poradia naliehavosti opráv je časť konštrukcie - konštrukčný prvok (blok ostenia, úsek opornej steny, úsek vozovky a pod.). V konštrukcii tunela sa môžu vyskytovať poruchy, ktoré sa líšia svojou intenzitou a dopadom na základné funkcie tunela ako sú spoľahlivosť, prevádzkyschopnosť, prevádzková bezpečnosť. Stanovenie stupňa naliehavosti má význam pre plánovanie údržby a opráv z hľadiska potrebných finančných prostriedkov a časových nárokov (výluky). Pre určenie stupňa naliehavosti opravy je potrebné zistiť a stanoviť dva indexy a to:

- index stavu;
- index rizika.

12.2 Index stavu a index rizika

V rámci prehliadok sa hodnotí stavebno-technický stav jednotlivých prvkov stupňom 1 – 5 [T2]. Je to tzv. index stavu I_S . Vyjadruje rozsah a intenzitu porúch vyskytujúcich sa na posudzovanom prvku.

Jednotlivé poruchy sa líšia úrovňou svojho negatívneho dopadu na spoľahlivosť a prevádzkovú bezpečnosť tunela. Táto skutočnosť sa vyjadruje tzv. indexom rizika I_R . Vyjadruje sa stupňom 1 - 5 podľa tabuľky 11 týchto TP.

Tabuľka 11 Index rizika

Stupeň	Hodnotenie	Príklad
1	Veľmi nízky	Poruchy spôsobujú zhoršenie estetiky tunela
2	Nízky	Poruchy nenosných prvkov mimo tunelovú rúru
3	Stredný	Poruchy nosných prvkov mimo tunelovú rúru
4	Vysoký	Poruchy nenosných prvkov v tunelovej rúre
5	Veľmi vysoký	Poruchy nosných prvkov v tunelovej rúre

12.3 Stupeň naliehavosti opravy

Stupeň naliehavosti opravy S_N v rozsahu A – E pre konkrétny tunelový prvok sa určí podľa tabuľky 12 týchto TP zo známych hodnôt indexov I_S a I_R . Stupeň A predstavuje najnižšiu naliehavosť, stupeň E najvyššiu naliehavosť. Hodnotenie naliehavosti podľa jednotlivých stupňov je v tabuľke 13.

Tabuľka 12 Stanovenie stupňa naliehavosti S_N

		I_R				
		1	2	3	4	5
I_S	1	A	A	A	A	A
	2	B	B	B	C	C
	3	B	B	C	C	D
	4	C	C	D	D	E
	5	D	D	E	E	E

Tabuľka 13 Hodnotenie naliehavosti

Stupeň	Hodnotenie naliehavosti
A	Na udržiavanie časti konštrukcie postačí vykonávať predpísanú údržbu.
B	Na odstránenie porúch postačí rozšírená údržba alebo jednoduchšia oprava v rámci plánovanej údržby.
C	Na odstránenie porúch je potrebné naplánovať opravu počas najbližšej plánovanej výluky tunela.
D	Na odstránenie porúch je potrebné okamžite navrhnúť riešenie a realizovať ho v najbližšom možnom termíne.
E	Zistené poruchy je potrebné čo najrýchlejšie odstrániť. Treba prijať okamžité opatrenia pre vytvorenie bezpečných podmienok prevádzky tunela vrátane prípadného odstavenia premávky a zahájiť prípravné práce pre opravu.

12.4 Sumárne posúdenie naliehavosti

Za jedno kontrolné obdobie sa môže zistiť potreba viacerých druhov opráv prvkov na rôznych častiach tunela. Pre sumárne inžinierske posúdenie naliehavosti je vhodné ak sa urobí prehľad potreby opráv. Príklad je v tabuľke 14.

Tabuľka 14 Sumárne posúdenie naliehavosti

Poradie	Oprava	Stupeň naliehavosti	Cena alt.1	Cena alt.2	Poznámka
1	Reprofilácia poškodenej krycej vrstvy ostenia	D	85 000	76 000	Rozdielna povrchová úprava
2	Injektáž trhlín v ostení	C	45 000	38 000	
.

13 Hodnotenie nákladovosti údržby stavebných konštrukcií tunelov

Na ekonomickú analýzu sa používa ekonomický model, ktorý je zostavený tak, aby umožnil analýzu ekonomických údajov v kombinácii údajov z minulosti s možnosťou predikcie údajov v budúcnosti.

Vstupnými údajmi sú údaje zistené správcom tunela. Skladba nákladov na udržiavanie je v tabuľke 15. Každá nákladová časť sa môže v tabuľke vyskytnúť iba raz, t.j. nemôže byť v dvoch položkách.

Tabuľka 15 Skladba nákladov na údržbu SKT

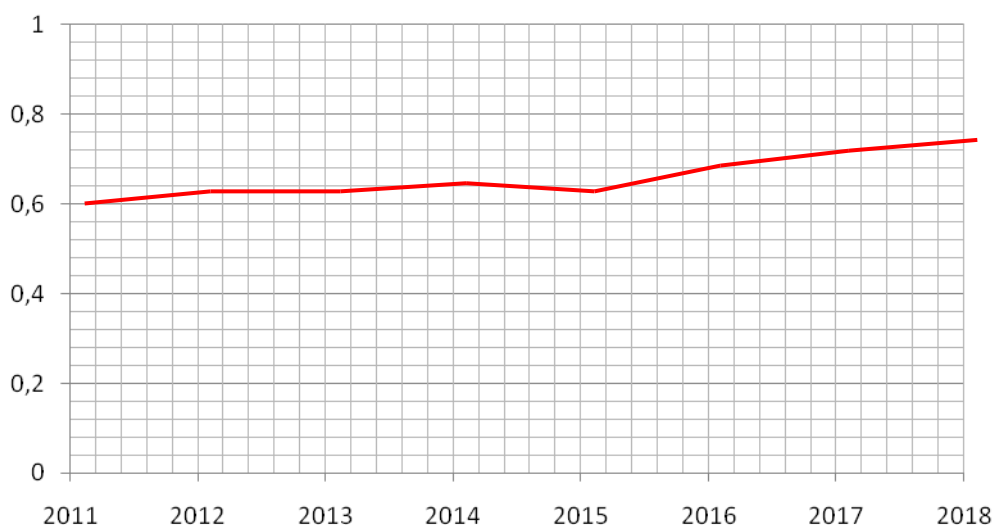
	Položka	Popis
PRIAME NÁKLADY		
1	Mzdy	Mzdy vlastných pracovníkov podieľajúcich sa na prevádzke a udržiavaní
2	Odvody	Odvody vlastných pracovníkov, podieľajúcich sa na prevádzke a udržiavaní
3	Spotreba elektrickej energie	Spotreba elektrickej energie na všetky činnosti súvisiace s udržiavaním tunela
4	Spotreba vody	Spotreba vody na stavebnú a nestavenú údržbu
5	Spotreba PHM pre vozidlá údržby	
7	Odpisy motorových vozidiel údržby	Podľa prepisov pre odpisovanie
8	Odpisy technologických zariadení údržby	Podľa prepisov pre odpisovanie
9	Údržba a servis motorových vozidiel údržby	Náklady na údržbu a servis, poskytnuté dodávateľsky
10	Údržba a servis technologických zariadení	Náklady na údržbu a servis, poskytnuté dodávateľsky
11	Náklady na služby - dohliadacia činnosť	Náklady nezahrnuté v pol. 1-10, napr. náklady na subdodávky pri prehliadkach, diagnostike monitorovaní, skúškach a meraniach
12	Náklady na služby – ostatné	Náklady na služby napr. posudky, prepočty a pod. zabezpečené dodávateľsky
13	Nestavebná údržba (bez zimnej údržby)	Náklady na čistenie tunelov nezahrnuté v pol. 1-5 (napr. čistiaci materiál)
14	Zimná údržba	Náklady na zimnú údržbu tunelov nezahrnuté v pol. 1-10 (napr. posypový materiál)
15	Stavebná údržba	Náklady na stavebnú údržbu, nezahrnuté v pol. 1-10 (napr. materiál pre údržbu)
16	Opravy	Náklady na opravy zabezpečené dodávateľsky
NEPRIAME NÁKLADY		
17	Režijné náklady	Podiel podnikovej réžie na správe tunela
CELKOVÉ NÁKLADY		

Vlastný analytický model je zložený z dvoch častí. Prvá časť obsahuje skutočné údaje zaznamenané v minulých rokoch, druhá časť obsahuje údaje prediktívne (tabuľka 16). Základom modelu je nákladová analýza. Preto sa jednotlivé položky vyhodnocujú graficky, čo umožňuje predpokladať budúci vývoj (obrázok 14). Materiálové a energetické položky je možné vyčíslovať vo forme objemových jednotiek ako aj cien (PHM, voda, el. energia). Do cenovej predikcie je možné premietnuť aj predpokladaný vývoj cien, resp. kurzu meny.

Tabuľka 16 Analytický model nákladov na údržbu

	Roky	...	2013	2014	2017	2019	
	Položka							
PRIAME NÁKLADY								
1	Mzdy							
2	Odvody							
3	Spotreba elektrickej energie							
4	Spotreba vody							
5	Spotreba PHM pre vozidlá údržby							
7	Odpisy motorových vozidiel údržby							
8	Odpisy technologických zariadení údržby							
9	Údržba a servis motorových vozidiel údržby							
10	Údržba a servis technologických zariadení							
11	Náklady na služby – inšpekčné činnosti							
12	Náklady na služby – ostatné							
13	Nestavebná údržba							
14	Zimná údržba							
15	Stavebná údržba							
16	Opravy							
NEPRIAME NÁKLADY								
17	Režijné náklady							
CELKOVÉ NÁKLADY								

objem/m³.10³/



Obrázok 14 Vývoj spotreby