

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

TP 07/2012

TECHNICKÉ PODMIENKY

ZADÁVANE A VÝKON DIAGNOSTIKY MOSTOV

účinnosť od: 20.12.2012

Október 2012

OBSAH

1	Úvodná kapitola	4
1.1	Predmet technických podmienok (TP)	4
1.2	Účel TP	4
1.3	Použitie TP	4
1.4	Vypracovanie TP	4
1.5	Distribúcia TP	4
1.6	Účinnosť TP	4
1.7	Nahradenie predchádzajúcich predpisov	4
1.8	Súvisiace a citované právne predpisy	4
1.9	Súvisiace a citované normy	5
1.10	Súvisiace a citované technické predpisy	6
2	Základné termíny a definície	7
3	Predmet a účel diagnostiky	7
3.1	Úloha diagnostiky v systéme hospodárenia s mostnými objektmi	7
3.2	Dokumentačná diagnostika	8
3.3	Patologická diagnostika	8
4	Podmienky pre zadávanie, výkon diagnostiky a spracovanie dokumentácie z výsledkov diagnostiky	8
4.1	Všeobecné	8
4.2	Obsah objednávky a príprava cenovej ponuky	9
4.3	Obsah a rozsah diagnostických činností	11
4.3.1	Diagnostika celkového pôsobenia objektu	11
4.3.2	Diagnostika prvkov nosnej konštrukcie z betónu, železobetónu a predpätého betónu	13
4.3.3	Diagnostika oceľových prvkov nosných a nenosných častí konštrukcie mosta	18
4.3.4	Diagnostika murovanej nosnej konštrukcie	19
4.3.5	Diagnostika spodnej stavby všeobecne	19
4.3.6	Diagnostika prvkov spodnej stavby z betónu a železobetónu	20
4.3.7	Diagnostika prvkov spodnej stavby z muriva	21
4.3.8	Mostný zvršok	21
4.3.9	Ložiska, kĺby a iné uloženia	22
4.3.10	Mostné závery (MZ)	22
4.3.11	Odvodnenie mosta	23
4.3.12	Ostatné vybavenie mosta	23
4.3.13	Cudzie zariadenia na moste	23
4.3.14	Okolie mosta	23
4.4	Doplňujúce údaje ku zadaniu diagnostiky	24
5	Výkon diagnostiky	24
5.1	Príprava diagnostiky	24
5.2	Pracovníci	24
5.3	Prístroje a zariadenia	24
5.4	Úprava mosta po výkone diagnostiky	24
6	Dokumentácia z diagnostiky, statický prepočet mosta a prognóza životnosti mosta	25
6.1	Všeobecné	25
6.2	Záverečná správa z diagnostiky	25
6.2.1	Dokumentácia o konštrukčných a materiálových parametroch objektu	26
6.2.2	Dokumentácia o diagnostikovaní porúch objektov	27
6.2.3	Dokumentácia o výskyte trhlín	28
6.3	Samostatné prílohy záverečnej správy	28
6.3.1	Statický prepočet mosta	28
6.3.2	Stanovenie zostatkovej životnosti mostného objektu	30
6.3.3	Analýza výsledkov diagnostiky a návrh ďalších opatrení	30
6.3.4	Zmena stupňa stavebno-technického stavu objektu	30
6.3.5	Koncepčný návrh opravy alebo rekonštrukcie, a predpokladané náklady	30

Príloha 1 Zadávací list diagnostiky

Príloha 2 Diagnostické metódy na zisťovanie vlastností mostov, monitorovanie mostov

Príloha 3 Diagnostické metódy na zisťovanie porúch mostov

1 Úvodná kapitola

1.1 Predmet technických podmienok (TP)

Predmetom týchto technických podmienok (TP) je postup, ktorý treba dodržiavať pri zadávaní výkonu a pri výkone diagnostiky mostov, vrátane kontroly, spôsobu spracovania výsledkov a preberania jej dokumentácie. V prílohách 2 a 3 týchto TP je uvedený prehľad využiteľných diagnostických metód.

1.2 Účel TP

Účelom týchto TP je stanoviť podrobný postup a rozsah diagnostických prác pri zadávaní a spracovaní diagnostiky mostných objektov. Zároveň pri prepočte zaťažiteľnosti mostov sa postupuje v zmysle Usmernenia č. 01/2012 pre správcov/vlastníkov mostov cestných komunikácií, ktoré schválilo MDVRR SR.

1.3 Použitie TP

Tieto TP slúžia pre zadávateľov diagnostických prác, ktorými sú vlastníci, alebo správcovia mostných objektov, projektantov opráv a rekonštrukcií mostov, ako aj pre spracovateľov diagnostických prieskumov konštrukcií mostov.

1.4 Vypracovanie TP

Tieto TP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovala spoločnosť FIDOP s.r.o., Jánošíkova 21, 010 01 Žilina.

Zodpovedný riešiteľ – Ing. Lukáš Rolko, tel. č. 0910 782 597, e-mail: l.rolko@fidop.sk.

1.5 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).

1.6 Účinnosť TP

Tieto TP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

1.7 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nahradzujú TP SSC 04/2003 Zadávanie a výkon diagnostiky mostov, smernica SSC z roku 2003, v celom rozsahu.

1.8 Súvisiace a citované právne predpisy

[Z1] Zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon), v znení neskorších predpisov;

[Z2] vyhláška FMV č. 35/1984 Zb., ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon), v znení neskorších predpisov;

[Z3] zákon č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;

[Z4] vyhláška MV SR č. 9/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;

[Z5] zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a o stavebnom poriadku (stavebný zákon), v znení neskorších predpisov;

[Z6] zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;

[Z7] zákon č. 138/1992 Zb. o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch, v znení neskorších predpisov;

- [Z8] zákon č. 25/2006 Z. z. o verejnom obstarávaní, v znení neskorších predpisov;
 [Z9] zákon č. 142/2000 Z. z. o metrologii, v znení neskorších predpisov;
 [Z10] zákon č. 90/1998 Z. z. o stavebných výrobkoch, v znení neskorších predpisov;
 [Z11] vyhláška MVRR SR č. 558/2009 Z. z., ktorou sa ustanovuje zoznam stavebných výrobkov, ktoré musia byť označené, systémy preukazovania zhody a podrobnosti o používaní značiek zhody, v znení neskorších predpisov.

1.9 Súvisiace a citované normy

STN EN 1330-1 (01 5052)	Nedeštruktívne skúšanie. Terminológia. časť 1: Všeobecné termíny
STN EN 1330-2 (01 5052)	Nedeštruktívne skúšanie. Terminológia. časť 2: Spoločné termíny pre metódy nedeštruktívneho skúšania
STN EN 1330-3 (01 5052)	Nedeštruktívne skúšanie. Terminológia. časť 3: Termíny používané v priemyselnej rádiografii
STN EN 1330-4 (01 5052)	Nedeštruktívne skúšanie. Terminológia. Časť 4: Termíny používané pri skúšaní ultrazvukom
STN EN 1330-9 (01 5052)	Nedeštruktívne skúšanie. Terminológia. Časť 9: Termíny používané pri skúšaní akustickou emisiou
STN EN 1330-10 (01 5052)	Nedeštruktívne skúšanie. Terminológia. Časť 10: Termíny používané pri vizuálnej kontrole
STN 73 6200	Mostné názvoslovie
STN EN 473 (01 5000)	Nedeštruktívne skúšanie. Kvalifikácia a certifikácia pracovníkov nedeštruktívneho skúšania. Všeobecné princípy
STN ISO 13822 (73 0038)	Zásady navrhovania konštrukcií. Hodnotenie existujúcich konštrukcií
STN EN 206-1 (73 2403)	Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda
STN EN 1990 (73 0031)	Eurokód. Zásady navrhovania konštrukcií
STN EN 1991-1-1 (73 0035)	Eurokód 1. Zaťaženie konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov
STN EN 1992-1-1 (73 1201)	Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 1993-1-1 (73 1401)	Eurokód 3. Navrhovanie oceľových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 1994-1-1 (73 2089)	Eurokód 4. Navrhovanie spriahnutých oceľobetónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
STN EN 1995 (73 1701)	Eurokód 5. Navrhovanie drevených konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecne - Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy (obsahuje Zmenu A1: 2008)
STN 73 1311	Skúšanie betónovej zmesi a betónu. Spoločné ustanovenia
STN 73 1317	Stanovenie pevnosti betónu v tlaku
STN 73 1333	Skúšanie súdržnosti predpínacej výstuže s betónom
STN 73 1341	Metódy skúšania ochranných vlastností betónu proti korózií betonárskej výstuže
STN 73 1370	Nedeštruktívne skúšanie betónu. Spoločné ustanovenia
STN 73 1371	Ultrazvuková impulzová metóda skúšania betónu
STN 73 1372	Rezonančná metóda skúšania betónu
STN 73 1373	Tvrdomerné metódy skúšania betónu
STN 73 1374	Kombinovaná nedeštruktívna metóda skúšania betónu
STN 73 1375	Rádiometrické skúšanie objemovej hmotnosti a vlhkosti
STN 73 2011	Nedeštruktívne skúšanie betónových konštrukcií
STN 73 2577	Skúška prídržnosti povrchovej úpravy stavebných konštrukcií k podkladu
STN 73 2578	Skúška vodotesnosti povrchovej úpravy stavebných konštrukcií

STN 73 2579	Skúška mrazuvzdornosti povrchovej úpravy stavebných konštrukcií
STN 73 2580	Skúška prestupu vodných pár povrchovou úpravou stavebných konštrukcií
STN 73 2581	Skúška odolnosti povrchovej úpravy stavebných konštrukcií proti náhlym teplotným zmenám
STN 73 2582	Skúška oderuvzdornosti povrchovej úpravy stavebných konštrukcií
STN 73 6174	Stanovenie modulu pružnosti a pretvárnosti betónu zo skúšky v ťahu za ohybu
STN 73 2401	Zhotovovanie a kontrola konštrukcií z predpätého betónu
STN 49 0111	Skúšky vlastnosti rastlého dreva. Metóda zisťovania modulu pružnosti v tlaku pozdĺž vlákien
STN 49 0113	Skúšky vlastnosti rastlého dreva. Metóda zisťovania pevnosti v ťahu pozdĺž vlákien
STN 49 0114	Skúšky vlastnosti rastlého dreva. Metóda zisťovania pevnosti v ťahu naprieč vlákien
STN 73 2030	Zaťažovacie skúšky stavebných konštrukcií. Spoločné ustanovenia
STN 73 6100	Názvoslovie cestných komunikácií
STN 73 6200	Mostné názvoslovie
STN 73 6209	Zaťažovacie skúšky mostov
STN 73 6242	Vozovky na mostoch pozemných komunikácií. Navrhovanie a požiadavky na materiály
STN 73 2044	Dynamické skúšky stavebných konštrukcií
STN 73 0405	Meranie posunov stavebných objektov
STN 73 0415	Geodetické body
STN 73 0422	Presnosť vytyčovania líniových a plošných stavebných objektov

1.10 Súvisiace a citované technické predpisy

TP SSC 03/2002	Asfaltové mostné závery, SSC: 2002;
TP SSC 05/2002	Prognózovanie vplyvu porúch na zaťažiteľnosť mostov a stanovenie zostatkovej životnosti mostov, SSC: 2002;
TP 11/2012	Odvodnenie mostov na pozemných komunikáciách, MDVRR SR: 2012;
TP 05/2004	Protikorózna ochrana oceľových konštrukcií mostov, MDPT SR: 2004;
TP 08/2012	Prehliadky, údržba a opravy cestných komunikácií. Mosty, MDVRR SR: 2012;
TP 03/2006	Dokumentácia stavieb ciest + prílohy (1 – 14), MDPT SR: 2007;
TP 09/2012	Katalóg porúch mostných objektov na diaľniciach, rýchlostných cestách a cestách I., II. a III. triedy, MDVRR SR: 2012;
TP 01/2010	Systém hospodárenia s mostami + prílohy 1, 2, 3, MDPT SR: 2010;
TP 03/2012	Využitie Georadaru (GPR) pri návrhu rehabilitácie/rekonštrukcie vozoviek, MDVRR SR: 2012;
TKP časť 0	Všeobecne, MDVRR SR: 2012;
TKP časť 15	Betónové konštrukcie všeobecne, MDVRR SR: 2011, Dodatok č. 1 k TKP časť 15, MDVRR SR: 2012;
TKP časť 17	Betonárska výstuž, MDPT SR: 2004, Dodatok č. 1 k TKP časť 17, MDVRR SR: 2012;
TKP časť 18	Betón na konštrukcie, MDVRR SR: 2011, Dodatok č. 1 k TKP časť 18, MDVRR SR: 2012;
TKP časť 19	Predpäté betónové konštrukcie, MDVRR SR: 2011, Dodatok č. 1 k TKP časť 19, MDVRR SR: 2012;
TKP časť 20	Oceľové konštrukcie, MDVRR SR: 2011, Dodatok č. 1 k TKP časť 20, MDVRR SR: 2012;
TKP časť 21	Ochrana konštrukcií proti korózií, SSC: 2000;
TKP časť 22	Izolácia mostných objektov, MDVRR SR: 2012,
TKP časť 24	Mostné závery, MDVRR SR: 2012;
VL 4/2012	Mosty, MDVRR SR: 2012;
KLML 1/2011	Katalógové listy mostných ložísk + prílohy (1 - 15), MDVRR SR: 2011;
KLMZ 1/2011	Katalógové listy mostných záverov + prílohy (1 - 6), MDVRR SR: 2011;
KLVM 1/2010	Katalógové listy vozoviek na mostoch, MDPT SR: 2010;

KLMP 1/2009 Katalógové listy mostných prefabrikátov + prílohy nosníkov, MDPT SR: 2009, Dodatok č. 1, MDVRR SR: 2011.

2 Základné termíny a definície

Základné termíny pozemných komunikácií sú uvedené v STN 73 6100, mostov v STN 73 6200 a v ďalších citovaných a súvisiacich normách. Na účely týchto technických podmienok (TP) sa dopĺňajú tieto definície:

diagnostika mostného objektu je činnosť, ktorej úlohou je posúdenie jeho stavu, zistenie odchýlok od normálu a ich príčin t. j. stanovenie diagnózy

dokumentačná diagnostika je definovaná v článku 3.2 týchto TP

patologická diagnostika je definovaná v článku 3.3 týchto TP

informatívna diagnostika je definovaná v článku 4.2 týchto TP

štandardná diagnostika je definovaná v článku 4.2 týchto TP

podrobná diagnostika je definovaná v článku 4.2 týchto TP

vizuálna prehliadka je obhliadka objektu, alebo jeho častí pre účely diagnostiky

zadávací list diagnostiky je definovaný v článku 4.2 týchto TP

3 Predmet a účel diagnostiky

3.1 Úloha diagnostiky v systéme hospodárenia s mostnými objektmi

Vlastníci, respektíve správcovia musia zabezpečiť dopravnú spôsobilosť cestnej siete, vrátane jej mostných objektov. Z tohto vyplýva požiadavka, aby mostné objekty spĺňali isté parametre, ktoré v komplexnom ponímaní vyjadrujú ich prevádzkyschopnosť a životnosť. Zabezpečenie požadovanej prevádzkyschopnosti a životnosti mostných objektov je súčasťou hospodárenia s mostnými objektmi. Tento systém predstavuje súbor vzájomne súvisiacich činností. Úlohou systému je nájsť optimálne spôsoby jednotlivých súvisiacich činností s dôrazom na optimálny čas ich vykonávania, ich efektívnosť a hospodárnosť.

Jednou z dôležitých činností v rámci hospodárenia s mostnými objektmi je monitorovacia (dohliadacia) činnosť. Predstavuje neustále zhromažďovanie súboru informácií o budovaných a prevádzkovaných mostoch. Informácie sú zdrojom pre ďalšie rozhodovacie procesy. Z hľadiska prevádzkovaných mostov je to predovšetkým zabezpečenie včasnej a správnej údržby a opráv.

Do uvedeného súboru informácií patrí i zisťovanie vlastností a javov týkajúcich sa konštrukcie mostu ako celku, jej jednotlivých častí, konštrukčných prvkov a materiálových komponentov. Ide o činnosť, ktorá sa v našich podmienkach delí na štyri skupiny nasledovných činností:

- a) prehliadky mostov,
- b) diagnostika mostov,
- c) zaťažovacie skúšky mostov,
- d) dlhodobé sledovanie mostov.

V širšom význame všetky tieto činnosti možno označiť za diagnostické. V užšom význame diagnostika v našich podmienkach 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 mostu (sondy, odber vzoriek a pod.).

Diagnostické činnosti sa delia do dvoch skupín:

- a) *dokumentačná diagnostika*,
- b) *patologická diagnostika*.

Výsledky diagnostiky sú spracované do záverečnej správy z diagnostiky, ktorá obsahuje:

- a) textovú časť s obrázkami, grafmi a fotografiami,
- b) výkresovú časť.

Dokumentácií z diagnostiky sa bližšie venuje kapitola 5 týchto TP.

3.2 Dokumentačná diagnostika

Dokumentačná diagnostika predstavuje získavanie informácií o konštrukcii, jej statickom systéme, tvare, použitých materiáloch, spôsobe vystuženia a pod. Jej úlohou je získať podklady pre zhotovenie chýbajúcej alebo doplnenie nekompletnej dokumentácie objektu, aby sa objektívne dala určiť únosnosť objektu a následne navrhovať konštrukčné alebo technologické zásahy do objektu. Dôležitou súčasťou je identifikácia zmien, akými sú napr. vykonané stavebné úpravy. Výsledkom dokumentačnej diagnostiky sú schémy konštrukcie nahradzujúce výkresy tvaru, výstuže a konštrukčných detailov spolu s príslušným popisom a fotodokumentáciou.

3.3 Patologická diagnostika

Patologická diagnostika predstavuje identifikovanie, klasifikovanie a kvantifikovanie chýb a porúch mostných objektov. Obsahom patologickej diagnostiky sú teda javy, s negatívnym dopadom na stav mosta. Tieto javy môžu byť spôsobené chybami pri projektovaní a zhotovení objektu ako aj účinkami a vplyvmi, pôsobiacimi pri jeho prevádzke. Výsledky patologickej diagnostiky tvorí výkresová časť obsahujúca schémy s vyznačením polohy a rozsahu porúch, prieskumných sond, meracích miest, miest pre odber vzoriek a pod. V textovej časti sa ako ťažisková časť nachádza popis zistených porúch, ich zatriedenie podľa katalógu porúch, výsledky meraní rozsahu a intenzity porúch ako aj hodnotenie. Súčasťou je nevyhnutný podrobný popis objektu, použité diagnostické metódy a prílohy. Fotodokumentácia sa v digitálnom spracovaní a archivácii snímok stala nevyhnutnou súčasťou s vysokou informačnou hodnotou.

Základnou požiadavkou na výsledky diagnostiky je, aby sa na ich základe dal kvalitne posúdiť stav objektu, stupeň degradácie a navrhnúť vhodný spôsob opravy alebo rekonštrukcie, prípadne výmeny mosta. Dôležité je preto nielen výstižné a komplexné zmapovanie porúch, ale aj možnosť sledovať ich progresívny rozvoj pri porovnávaní viacerých výsledkov z časovo odlišných období. Z tohto pohľadu je nutné, aby malo vykonanie diagnostiky, jej vyhodnotenie a spracovanie informácií, adekvátnu a pritom rovnakú výpovednú schopnosť bez ohľadu na to, kedy a kým je diagnostika vykonávaná. Túto požiadavku majú zabezpečiť normy a predpisy, ktoré diagnostickú činnosť upravujú a metodicky usmerňujú.

4 Podmienky pre zadávanie, výkon diagnostiky a spracovanie dokumentácie z výsledkov diagnostiky

4.1 Všeobecné

Pri zadávaní výkonu diagnostiky je potrebné rešpektovať skutočnosť, že každý mostný objekt je originálne stavebné dielo, postavené a prevádzkované v špecifických podmienkach. Z tohto dôvodu i prístup k výkonu diagnostiky má pri každom objekte svoje osobitosti dané vekom mostného objektu, charakterom premostovanej prekážky, konštrukciou spodnej stavby a nosnej konštrukcie, situáciou a vedením trasy, prostredím, účinkami dopravy, históriou a pod. V procese vystupuje objednávateľ a zhotoviteľ, pričom každý plní vo vzťahu k vlastníkovi objektu, svoju úlohu. Dôležitá je preto fáza prípravy, na ktorej sa podieľa objednávateľ i zhotoviteľ.

Objednávateľ:

- a) určuje ciele diagnostiky,

- b) stanovuje obsah a rozsah ako aj termín pre vykonanie diagnostiky,
- c) objednáva výkon diagnostiky alebo organizuje výberové konanie,
- d) uzatvára zmluvu,
- e) poskytuje dostupné podklady,
- f) schvaľuje program diagnostiky zmluvného zhotoviteľa,
- g) kontroluje výkon diagnostiky,
- h) preberá, kontroluje a pripomienkuje predložené výsledky diagnostiky obsiahnuté v dokumentácii,
- i) vyhodnocuje závery z diagnostiky.

Povinnosťou objednávateľa je poskytnúť všetky dostupné podklady. Ak správcovi chýba projektová dokumentácia je jeho povinnosťou preveriť v archívoch, či nie je zachovaná (štátny archív, vojenské správy, archív projekčnej organizácie a pod.).

Zhotoviteľ:

- a) na základe požiadaviek uvedených vo výberovom konaní vypracúva ponuku,
- b) predkladá plán diagnostiky,
- c) uskutočňuje prípravu diagnostiky,
- d) vykonáva diagnostiku v požadovanom rozsahu,
- e) spracováva výsledky diagnostiky a vykonáva ich analýzu,
- f) navrhuje opatrenia, odporúča rozsah potrebnej opravy, alebo rekonštrukcie a vykonáva odhad predpokladaných nákladov,
- g) zapracováva pripomienky objednávateľa a odovzdáva dokumentáciu z diagnostiky.

4.2 Obsah objednávky a príprava cenovej ponuky

Výkon diagnostiky sa plánuje vtedy, ak sa vyskytnú podmienky, ktoré vyžadujú získanie podrobnejších informácií o objekte, potrebných pre ďalšiu činnosť. Spravidla sa jedná o tieto situácie:

- a) diagnostiku vyžadujú závery hlavnej alebo mimoriadnej prehliadky na základe hodnotenia aktuálneho stavu (porúch) objektu,
- b) diagnostika slúži ako podklad pre výpočet únosnosti mostného objektu, alebo jeho častí, prípadne pre overenie existujúceho statického výpočtu,
- c) diagnostiku vyžadujú nevyhovujúce podmienky premávky na objekte,
- d) diagnostika slúži ako podklad pre prípravu a vykonanie zaťažovacej skúšky mosta,
- e) požiadavka na diagnostiku vznikla po závažnom poškodení objektu (dopravná havária, povodeň a pod.),
- f) požiadavka na diagnostiku vznikla počas prípravy a spracovávaní projektu opravy objektu za účelom spresnenie podkladov a overenia predpokladov,
- g) požiadavka na diagnostiku vznikla počas preberacieho konania za účelom overenia vlastností a parametrov nového objektu a posúdenia ich zhody s projektom,
- h) diagnostika je nariadená orgánom štátnej správy, prípadne na základe medzištátnych dohovorov (hraničné mosty).

Tieto skutočnosti významne ovplyvňujú obsah a rozsah objednávky diagnostiky. Obsah diagnostiky - predstavuje zoznam jednotlivých diagnostických činností. Rozsah diagnostiky – predstavuje:

- a) definovanie a popis častí objektu na ktorých sa budú jednotlivé diagnostické činnosti budú realizovať,
- b) definovanie počtu požadovaných meraní a diagnostických úkonov,
- c) spôsob výkonu diagnostických činností a ich rozsah.

Z hľadiska rozsahu je podstatné, či je predmetom diagnostiky celý objekt, alebo vybrané časti. Pre stanovenie obsahu a rozsahu sú rozhodujúce skutočnosti dané charakterom diagnostikovaného objektu a to:

- a) charakter a veľkosť objektu,
- b) druh premostovanej prekážky,
- c) charakter a rozsah porúch,
- d) dopravné zaťaženie na objekte.

S ohľadom na uvedené skutočnosti je dôležité, aby sa objednávateľ podrobne oboznámil so všetkými dostupnými podkladmi, akými sú projektová dokumentácia výstavby objektu, projektová dokumentácia z opravy alebo rekonštrukcie objektu, správy zo zaťažovacích skúšok, protokoly z prehliadok, správy z vykonaných diagnostík, správy z monitorovania, statické výpočty a prepočty únosnosti.

Potrebný obsah a rozsah diagnostiky určí objednávateľ. Z praktického hľadiska to znamená, že určí:

- a) či sa vykoná čiastočná alebo komplexná diagnostika,
- b) diagnostické činnosti požadované na jednotlivých prvkoch,
- c) spôsob výkonu a rozsah diagnostiky na jednotlivých prvkoch.

Z hľadiska obsahu a rozsahu sú podstatné požiadavky na množstvo a presnosť informácií z hľadiska budúcich zámerov správcu objektu. S prihliadnutím na túto skutočnosť je žiaduce stanoviť aj úroveň výkonu diagnostiky. Z tohto aspektu sa môže diagnostika vykonávať ako:

- a) informatívna diagnostika,
- b) štandardná diagnostika,
- c) podrobná (hlbková) diagnostika.

Informatívna diagnostika neobsahuje všetky činnosti a rozsah sa obmedzuje na aplikácie metód vyžadujúcich minimálny zásah do konštrukcie.

Štandardná diagnostika sa vykonáva najčastejšie ako komplexná (t. j. týka sa celého objektu) a obsahuje činnosti, vykonateľné bežne dostupnými krátkodobými metódami. Rozsah jednotlivých činností je daný požiadavkou, aby získané údaje poskytli dostatočné informácie pre zhotovenie statických výpočtov, projektu opravy, alebo konštrukcie, výpočtu životnosti a pod. v primeranom množstve a kvalite.

Podrobná diagnostika môže obsahovať činnosti, vyžadujúce aplikáciu špeciálnych metód s použitím náročnejšieho prístrojového zariadenia. K takým patrí napr. meranie priepustnosti povrchu betónu, meranie pevnosti betónu na jadrových vývrtoch, kontrola prepínacích káblov röntgenom a pod.

Obsah a rozsah objednávky diagnostiky definuje v zadávacom liste (príloha 1) jej zadávateľ. Ak nie je uvedené inak, platia pre použité metódy a rozsah meraní a pozorovaní požiadavky uvedené v týchto podmienkach. Odchýlky od štandardných požiadaviek sa uvádzajú v zadávacom liste.

Na špecifikáciu jednotlivých diagnostických činností slúži **zadávací list**. Zadávací list diagnostiky je najdôležitejší podklad, slúžiaci pre prípravu ponuky spracovateľa diagnostiky. Zadávací list je členený podľa jednotlivých častí objektu a podľa použitých materiálov. Obsahuje nasledujúce časti:

- A. Celkové pôsobenie
- B. Spodná stavba
- C. Nosná konštrukcia
- D. Mostný zvršok
- E. Ložiská, kĺby a iné uloženia
- F. Mostné závery
- G. Odvodnenie mostu
- H. Ostatné vybavenie mosta
- I. Okolie mosta
- J. Požiadavky na ďalší obsah dokumentácie diagnostiky
- K. Upraveňujúce údaje

Samostatnými činnosťami, ktoré sa vyznačujú v zadávacom liste sú:

- a) statický prepočet (výpočet únosnosti mosta),
- b) prognóza životnosti mosta.

Zadávací list je z obsahovej stránky koncipovaný všeobecne a obsahuje tie činnosti, ktoré sa v našich podmienkach používajú ako bežné na väčšine mostných objektov. Samozrejme nemôže obsahovať všetky činnosti a preto obsahuje mnohé voľné rubriky, umožňujúce spresniť obsah a rozsah diagnostiky. Jeho účelom je predovšetkým jednoznačné vyjadrenie toho, čo má diagnostika podľa predstáv objednávateľa obsahovať. Toto riešenie umožňuje vykalkulovať potenciálnemu zhotoviteľovi cenu diagnostiky a vypracovať ponuku. Objednávateľ môže jednotlivé objednávky porovnávať bez rizika, aby sa v jednotlivých ponukách uvažoval rozdielny obsah a rozsah diagnostických prác.

Zadávací list obsahuje aj kontaktnú adresu osoby, ktorá objednávku spracovala a je kompetentná poskytnúť doplnujúce informácie v súlade so zákonom o verejnom obstarávaní.

Ponuka na diagnostické práce by mala obsahovať:

- a) ponukovú cenu a návrh na plnenie hodnotiaceho kritéria uchádzača vo verejnej súťaži,
- b) plán diagnostiky,
- c) spôsob spracovania výsledkov,
- d) preukázanie odbornej spôsobilosti,
- e) preukázanie splnenia ďalších podmienok zadaných objednávateľom ak boli zadané.

Plán diagnostiky obsahuje:

- a) zabezpečenie prístupu k objektu,
- b) zoznam použitých diagnostických metód a prístrojov,
- c) pomocné vybavenie,
- d) orientačné rozmiestnenie meracích miest a sond,
- e) personálne zabezpečenie akcie,
- f) harmonogram prác.

Posúdenie plánu diagnostiky objednávateľom umožňuje zhodnotiť nakoľko zhotoviteľ pochopil zámer objednávateľa, nakoľko budú splnené očakávania objednávateľa predpoklad účelnosti a efektívnosti vynaložených finančných prostriedkov.

Schválený plán diagnostiky umožňuje objednávateľovi kontrolovať vykonané diagnostické práce z hľadiska obsahu, rozsahu a kvality.

Medzi najdôležitejšie úlohy uchádzača o verejnú zákazku patrí osobná prehliadka objektu. Táto sa vykonáva s cieľom stanovenia koncepcie diagnostiky, najmä z hľadiska prístupu k objektu, potreby výluky dopravy a pod., nakoľko tieto skutočnosti môžu mať vplyv na celkovú cenu diagnostiky. Prehliadka je nevyhnutná aj pre získanie informácií o konštrukcii objektu a aktuálnom stavebno-technickom stave.

4.3 Obsah a rozsah diagnostických činností

Diagnostické prieskumy, merania a pozorovania sú dynamicky sa rozvíjajúcou disciplínou. Pre niektoré činnosti sa môže použiť viacero metód, líšiacich sa náročnosťou, presnosťou i výškou nákladov potrebných na ich realizáciu. V tejto kapitole sú uvedené v súčasnosti využívané a dostupné spôsoby vykonávania jednotlivých činností a požadovaný minimálny počet meraní a pozorovaní pre štandardný rozsah diagnostiky.

4.3.1 Diagnostika celkového pôsobenia objektu

4.3.1.1 Meranie trvalých deformácií nosnej konštrukcie a spodnej stavby

Vykonáva sa v prípadoch, keď je evidentné, že došlo k zmene geometrie konštrukcie objektu t. j. nastalo napr. trvalé pretvorenie prvku alebo časti konštrukcie, trvalý priehyb častí nosnej konštrukcie, trvalý vzájomný posun dvoch častí konštrukcie a pod. Jedná sa o náhle neprimerane veľké deformácie.

Pri meraní je možné použiť klasické geodetické metódy, alebo veľmi presné metódy založené na trojrozmernom skenovaní mostnej konštrukcie.

Geodetické metódy sú založené na princípe merania polohy a zmien polohy osadených geodetických bodov. Na konštrukcii sa najskôr označia meracie body. Tie sa vyberú tak, aby sa zistili maximálne hodnoty posunov a pootočení. Jedná sa o miesta podoprenia nosnej konštrukcie, miesta votknutia konštrukcie do základov, miesta maximálnych priehybov (napr. stredy rozpätí polí) a pod. Pri meraní trvalých priehybov nosnej konštrukcie by meracie body mali ležať v jednej zvislej rovine. Pre zachytenie priečnych deformácií by mali byť vyznačené meracie body aspoň v dvoch zvislých rovinách. Meracie body musia byť zhotovené tak, aby jednoznačne dokumentovali polohu hrán nosnej konštrukcie. Body osadené vo vozovke alebo rímse nemusia kopírovať zmeny v geometrii nosnej konštrukcie. Objednávateľ môže požadovať inštaláciu trvalých meracích bodov na vykonávanie periodických meraní. V tom prípade je potrebné zriadiť mimo konštrukcie mosta sieť pevných vzťažných bodov.

V prípade geodetického merania deformácií spodných stavieb sa kontroluje či nedošlo k sadaniu a posunutiu základov, nakloneniu pilierov alebo opôr. Na sadanie a vodorovné posunutie základov môžu upozorniť ďalšie príznaky a poruchy napr. v ložiskách, mostných záveroch a nosnej konštrukcii nakoľko tieto zmeny môžu vyvolať nepriaznivé prídavné namáhanie konštrukcie. Nakláňanie spodnej stavby môžeme skontrolovať meraním odklonu hrany alebo plochy od zvislého smeru. Vzájomné trvalé posuny prvkov a častí konštrukcie mosta sa zisťujú a merajú napr. v škárach (mostné závery), v ložiskách a v kĺboch.

Trojrozmerné (3D) skenovanie konštrukcie mosta je moderná pomerne nová a málo rozšírená metóda zisťovania presného tvaru konštrukcie. Využívajú sa na ňu prístroje založené na podobnom princípe ako ručné laserové merače vzdialenosti. Takýto prístroj umiestnený na pevnom statíve postupne vysielá laserové lúče, ktoré sa po odraze od konštrukcie mosta zachytáva snímač, ktorý podľa času od vyslania po opätovné zachytenie odrazeného lúča a podľa smeru vyslaného lúča presne určí polohu bodu od ktorého sa lúč odrazil. Výsledky meraní sa priebežne spracovávajú v počítači. Takýmto spôsobom je možné určiť presný tvar konštrukcie s presnosťou až na 0,2 mm. Presnosť závisí od vzdialenosti meraného objektu a od použitého prístroja a jeho nastavenia. Nevýhodou opísaného postupu je jeho pomerne vysoká finančná náročnosť.

Namerané hodnoty deformácií mosta majú výpovednú hodnotu iba vtedy, ak je ich možné porovnať z východiskovým stavom.

4.3.1.2 Identifikácia príčin porúch mostného objektu

V rámci prvotnej prehliadky mostného objektu sa vizuálne hodnotí jeho celkový stav, popíše sa z hľadiska znečistenia, uchytenej vegetácie, z hľadiska pravidelnosti údržby. Zhodnotia sa prípadné nepriaznivé účinky dopravy ako sú dynamické rázy, dopravné nehody. Identifikujú sa prípadné zle riešené detaily, chyby v projekte, chyby zhotoviteľa. Identifikujú sa vplyvy ako je napríklad požiar, živelná pohroma, vandalizmus. Najdôležitejšou časťou tejto časti diagnostiky je prvotná identifikácia príčin porúch mostného objektu a jeho častí.

Priamymi metódami sa následne meria rozsah porúch.

4.3.1.3 Zisťovanie zmien statickej schémy

V rámci zistenia zmien statickej schémy sa zisťujú javy, ktoré menia charakter podoprenia a ovplyvňujú možnosť posunov a pootočení konštrukcie. Tieto javy môžu byť vonkajšie (viditeľné), alebo aj vnútorné (neviditeľné). K vonkajším patrí napr. uzavretie dilatačnej škáry, zablokovanie ložísk, kĺbov a pod., k vnútorným napr. vznik plastického kĺbu v priereze z dôvodu korózie určitej časti výstuže. V rámci diagnostiky je potrebné zistiť, či sa jedná o jav trvalý alebo prechodný, vyskytujúci sa iba za určitých podmienok (napr. pri zmenách teploty).

4.3.1.4 Zisťovanie veľkosti stáleho zaťaženia

Veľkosť stáleho zaťaženia je dôležitá z hľadiska statického prepočtu a z hľadiska stanovenia únosnosti konštrukcie. Všeobecne sa zaťaženie určuje zo známych rozmerov vypočítaním objemu prvku alebo vrstvy a jeho pre násobením objemovou hmotnosťou. Objemová hmotnosť materiálov sa stanovuje

odmeraním objemu a odvážením vzorky, prípadne na základe tabuľkových hodnôt objemových hmotností. Objem sa experimentálne stanovuje napr. ponorením vzorky do kalibrovanej nádoby s vodou, pričom je potrebné brať do úvahy aj nasiakavosť a pórovitosť skúmaného prvku.

Premenným parametrom býva často hrúbka vozovky, ktorá sa mení pri opravách. Hrúbka a materiálové zloženie vozovky sa najjednoduchšie zisťuje jadrovými vývrtmi.

4.3.1.5 Zisťovanie vplyvu zaťaženia dopravou na objekt

V rámci štandardnej diagnostiky sa sleduje (vizuálne a akusticky) chovanie konštrukcie pri prejazde ťažkých vozidiel, registruje sa výskyt nežiaducich javov ako je napr. nadmerné chvenie nosnej konštrukcie, rázy, vibrovanie plechov a pod. Pri podrobnej diagnostike sa vykonávajú dynamické merania pri ktorých sa zisťujú krivky priehybu pri prejazde vozidla. Požiadavky na takéto meranie je potrebné uviesť v zadávacom liste a uviesť tiež požiadavku na analytický obsah výstupov. V prípade potreby takéhoto merania je žiaduce obsah objednávky konzultovať s projektantom opravy objektu. Meranie priehybov konštrukcie mosta je samo o sebe činnosťou, ktorej výsledky majú slabú výpovednú hodnotu (okrem dlhodobého merania) a mali by byť doplnené o statický prepočet mosta, pri ktorom budú porovnané namerané hodnoty a teoretické hodnoty priehybov zistené z výpočtového modelu.

4.3.2 Diagnostika prvkov nosnej konštrukcie z betónu, železobetónu a predpätého betónu

4.3.2.1 Kontrola rozmerov nosných prvkov

Skutočné rozmery prvkov tvoriacich nosnú konštrukciu sú dôležité pre posúdenie únosnosti mostného objektu a pre jeho kontrolný statický výpočet. Ak existuje pôvodná dokumentácia, v rámci diagnostiky sa vykoná kontrola skutočných a projektovaných rozmerov. Hrúbka rozmerov uzavretých prvkov s komôrkou sa overujú napr. cez kontrolné vrty.

Z hľadiska statického výpočtu je dôležité identifikovať aj polohu a rozmery priečnikov, nábehov a pod.

4.3.2.2 Zisťovanie materiálových charakteristík betónu

Medzi najčastejšie overované vlastnosti betónu patrí jeho pevnosť v tlaku a modul pružnosti. Diagnosticky je možné zisťovať aj iné vlastnosti betónu, tieto požiadavky je však potrebné samostatne špecifikovať v objednávke.

V rámci štandardnej diagnostiky sa zisťuje pevnosť betónu pomocou nedeštruktívnych alebo vytrhávacích metód. Pevnosť a zodpovedajúca trieda betónu sa určujú nepriamo (z veľkosti odrazu, rýchlosti šírenia vlnenia a pod.). Pre aplikáciu nedeštruktívnych metód platia príslušné predpisy, obsahujúce aj minimálne počty skúšaných miest a vykonaných meraní (pozri 1.9 týchto TP). Nedeštruktívne meranie pevnosti umožňuje nielen zistiť parametre potrebné pre stanovenie zaťažiteľnosti, ale súčasne identifikovať miesta so zníženou pevnosťou spôsobenou chybami a poruchami (technologické chyby pri ukladaní a ošetrovaní betónu, vylúhovanie spojiva, pôsobenie agresívnych chemických a biologických látok atď.). Z tohto dôvodu je potrebné vykonať merania na viacerých miestach, pričom je potrebné dodržať tieto zásady:

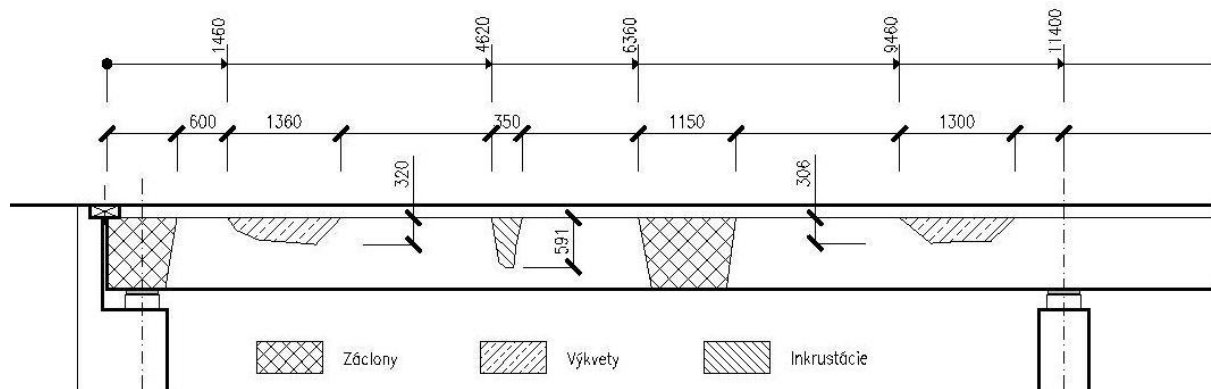
- a) samostatne sa vyhodnocujú súbory meraní pre časti nosnej konštrukcie (napr. hlavný nosník, trámy, doska, priečniky) a spodnej stavby (pilieri, stojky, úložné prahy, krajné opory, základy);
- b) v rámci každého súboru je potrebné vykonať predpísaný minimálny počet meraní podľa predpisov pre použitú metódu;
- c) v každom sledovanom reze nosnej konštrukcie sa merania vykonávajú min. na troch miestach po výške prierezu (napr. v komôrkach horná doska, stena, spodná doska na nosníkoch horná príruha, stojina, spodná príruha);
- d) pri viac polových konštrukciách je potrebné vykonať merania v každom poli v medzipodporovej aj nadpodporovej oblasti;
- e) pre každý samostatne betónovaný úsek (ak je definovateľný podľa dostupnej dokumentácie, prípadne vizuálne) a dialatačný celok je potrebné vykonať merania v min. v troch meracích miestach,

- f) pri trámových konštrukciách, pozdĺžnych a tyčových prefabrikátoch je potrebné vykonať merania v krajných i vnútorných prvkoch;
 g) navyše merania treba vykonať v miestach s poruchami ovplyvňujúcimi pevnosť (miesta s výkvetmi a inkrustáciami, chemickou alebo biologickou koróziou betónu).

Skúšky pevnosti na odobratých vzorkách sa vykonávajú na jadrových vývrtoch v rámci podrobnej diagnostiky. Na úpravu a skúšanie vzoriek platia príslušné predpisy (pozri 1.9 týchto TP). Na jadrových vývrtoch je možné vykonať merania statických modulov pružnosti a spresniť kalibračné vzťahy pre vyhodnotenie meraní nedeštruktívnymi metódami.

4.3.2.3 Zisťovanie porúch betónu od účinkov zatekania

Nakoľko sa jedná o najzávažnejšie poruchy, ich zisťovanie predstavuje samostatnú skupinu. Patrí sem skupina porúch spôsobená narušením vnútornej stavby betónu, vyplavovaním spojiva (vlhké škvrny, výkveti, inkrustácie, záclony, odlupovanie a rozpad betónu) a tiež porúch, vyvolaných koróziou a korozívnym rozpínaním výstuže (trhliny odlupovanie betónu). Hlavnou diagnostickou metódou je tu vizuálna prehliadka. Identifikuje sa druh porúch a priamymi metódami sa meria ich rozsah. Na obrázku 1 je zobrazený príklad zakreslenia porúch od zatekania.



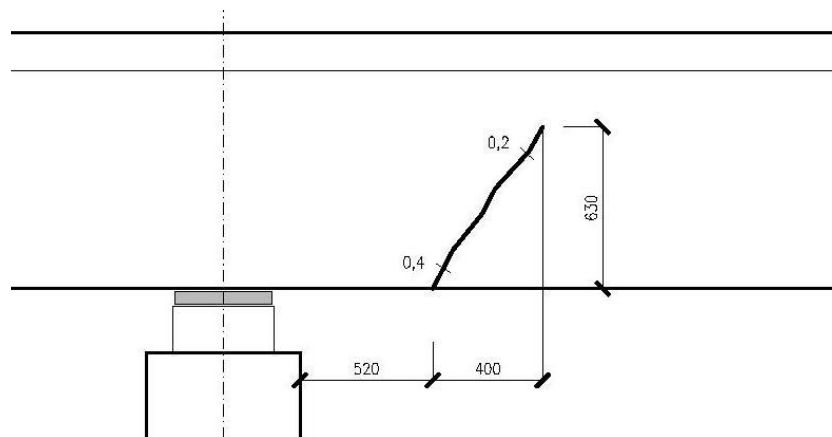
Obrázok 1 Príklad zakreslenia porúch od zatekania

4.3.2.4 Meranie a mapovanie trhlín v betóne

Trhliny v betóne sú prejavmi chýb a porúch, ktoré môžu mať rozhodujúci vplyv na únosnosť a životnosť objektu. V rámci diagnostiky sa vykonáva meranie a mapovanie trhlín. V rámci toho sa trhliny zvýrazňujú, meria sa ich šírka a zakresľujú sa do schémy objektu s určením ich polohy a šírky. V popise sa uvádza druh a charakter trhliny, hĺbka, posudzuje sa stav z hľadiska aktivity a analyzuje sa možná príčina. Vyznačia sa miesta, kde sa merala šírka trhliny. Príklad spôsobu zakreslenia trhliny je na obrázku 2.

V prípade, že sa uvažuje s dlhodobým sledovaním trhlín, vykoná sa zvýraznenie ťažko zmazateľnou farbou. Pre mapovanie trhlín sa môže použiť aj zhotovenie fotografických snímok a to najmä na zachytenie detailov. Zvýraznenie je v takomto prípade treba urobiť dostatočné kontrastné a vyznačuje sa tiež odmeraná šírka trhlín.

Aktivita trhlín sa posudzuje osadením registračných pomôcok (sadrové terče, mierky) na sledované miesta a ich opakovanou kontrolou.



Obrázok 2 Príklad zakreslenia trhliny

4.3.2.5 Zistenie porúch stykových škár prefabrikovaných dielcov

Citlivým miestom prefabrikovaných konštrukcií či už pozdĺžne delených z nosníkov alebo priečne delených zo segmentov sú oblasti stykov. V rámci diagnostiky sa kontroluje kvalita materiálu styku (v prípade betónu jeho pevnosť) zisťujú sa špecifické poruchy, ktoré znižujú funkčnosť a únosnosť stykov ako je rovnosť stykov, vypadávanie výplne stykovej škáry, netesnosť styku a pod.

4.3.2.6 Meranie hrúbky skarbonizovaného betónu v krycej vrstve

Meraním hrúbky skarbonizovaného betónu sa zisťuje stav prostredia v okolí výstuže. Pre meranie sa používajú laboratórne alebo terénne metódy v oboch prípadoch je potrebné odobrať vzorky a to buď vo forme prášku z presne definovanej hĺbky alebo jadrového vývrtu s malým priemerom. Pri deštruktívnych skúškach je možné kontrolu vykonať aj čerstvo odobratej vzorky.

Pri štandardnej diagnostike postačuje vykonanie skúšky nástrekom skúmanej plochy betónu fenoltaleínom a odmeraním hrúbky skarbonizovanej vrstvy. Pri podrobnej diagnostike sa používajú buď laboratórne metódy alebo sa na skúmanú plochu nanášajú viaceré indikátory s rôznou hodnotou pH farebného prechodu.

Z hľadiska početnosti sa požaduje vykonanie jednej skúšky pozostávajúcej z troch meraní na každom type konštrukčného prvku a každom druhu betónu. V prípade, že je konštrukcia zatečená, počet skúšok sa zdvojnásobuje nakoľko sa vykonáva skúška v zatečenej a nezatečenej oblasti každého typu konštrukčného prvku.

4.3.2.7 Meranie obsahu chloridov v krycej vrstve

Meranie obsahu chloridov slúži na posúdenie agresivity prostredia v krycej betónovej vrstve a z toho vyplývajúceho stavu ochrany výstuže v betóne. Úlohou nie je iba určiť obsah chloridov v niektorom mieste vrstvy, ale aj hrúbku vrstvy, v ktorej koncentrácia chloridov je väčšia ako limitná hodnota. V rámci štandardnej diagnostiky sa zisťuje obsah chloridov v krycej vrstve po úroveň výstuže. Ak má vrstva hrúbku viac ako 10 mm rozdelí sa na viacero zón a zisťuje sa koncentrácia v každej zóne. Na tento účel sa môžu použiť laboratórne ale i terénne metódy stanovenia koncentrácie (napr. Rapid chlorid test).

V zásade platí, že nie je postačujúce vykonať stanovenie obsahu chloridov na povrchu. Ak je skúmaná oblasť, kde je účinok vody intenzívny, dochádza k vyplavovaniu preniknutých chloridov. Maximálna koncentrácia chloridov je v takýchto prípadoch v podpovrchových vrstvách.

Zisťovanie obsahu chloridov sa vykonáva v miestach, kde sa predpokladá ich výskyt. Sú to spravidla všetky oblasti, kde sa vyskytuje zatekanie z vozovky. Môžu to byť miesta pod rímsou, ale aj kdekoľvek na konštrukcii, kde preniká voda z vozovky (okolie odvodňovača, miesta s poškodenou izoláciou, netesné mostné závery a pod.). Betón železobetónových ríms a krajných prvkov (stojiny nosníkov, trámy, konzoly a steny komôrok, okraje dosák) je potrebné vždy kontrolovať na obsah chloridov, aj keď stopy zatekania nie sú viditeľné.

4.3.2.8 Diagnostikovanie stavu ochranných náterov a povlakov

Pri štandardnej diagnostike sa vizuálne kontroluje kvalita ochranných náterov a povlakov a mapuje sa výskyt porúch v nich (pľuzgiere, opadané miesta). Pri podrobnej diagnostike sa overuje hrúbka, vodonepriepustnosť a plynopriepustnosť náteru.

4.3.2.9 Meranie vodonepriepustnosti krycej betónovej vrstvy

Vykonáva sa v rámci podrobnej diagnostiky pomocou terénnych metód. Používajú sa buď vyrábané skúšobné zariadenia alebo zostavy zodpovedajúcich požiadavkám príslušných skúšobných noriem (pozri 1.9 týchto TP).

4.3.2.10 Meranie plynopriepustnosti krycej betónovej vrstvy

Účelom merania je zistiť odolnosť krycej vrstvy prípadne i s povrchovou úpravou voči prenikaniu oxidu uhličitého, alebo sa overuje požadovaná paropriepustnosť. Meranie sa vykonáva v rámci podrobnej diagnostiky a v objednávke sa špecifikujú miesta, kde sa vykoná prieskum. Meranie sa vykonáva buď na konštrukcii alebo na vzorkách (spravidla širokých a plytkých jadrových vývrtoch).

4.3.2.11 Meranie pórovitosti betónu

Merania pórovitosti sa vykonávajú v rámci podrobnej diagnostiky a ich početnosť sa špecifikuje v objednávke. Obsah vzduchových pórov sa zisťuje na odobratých vzorkách pomocou laboratórnych metód. Tvar a veľkosť pórov je možné posúdiť na snímkach úlomkov betónu s 50 - 100 násobným zväčšením zhotovených pomocou mikroskopu.

4.3.2.12 Kontrola druhu, polohy, počtu a profilov betonárskej výstuže

Všetky diagnostické činnosti, súvisiace s výstužou železobetónových konštrukcií, majú zásadný význam pre hodnotenie stavu, statické výpočty, prognózu životnosti a návrh stavebných zásahov do konštrukcie.

V prípade, že je dostupná projektová dokumentácia, v rámci diagnostiky sa overuje, či druh, množstvo a poloha výstuže zodpovedá dokumentácii. Odchýlky v polohe výstuže sa vyskytujú často. Pozornosť sa sústreďuje na tzv. kritické prierezy, kde sa očakáva najväčší účinok vnútorných síl ako sú stredné prierezy mostných polí, nadpodporové prierezy, oblasti votknutia a pod. Kontroluje sa výstuž namáhaná na ohyb (prúty, siete, tuhé vložky) i na šmyk (ohyby, strmienky, siete).

V prípade, že vystuženie nie je známe, vykonáva sa diagnostika zameraná na identifikáciu výstuže. Druh výstuže je možné čiastočne identifikovať podľa úpravy povrchu a roku výstavby mosta. Ak to nie je postačujúce, je nutné v rámci podrobnej diagnostiky vykonať skúšky na odobratých vzorkách. Na skúšky sa odoberajú min. 3 vzorky neskorodovanej výstuže z miest, kde porušenie výstuže nezníži únosnosť prierezu. Prieskumom sa stanovuje poloha jednotlivých vložiek (prúty, strmienky, siete) v jednotlivých rezoch a ich tvarovanie v pozdĺžnom smere.

4.3.2.13 Zisťovanie materiálových charakteristík betonárskej výstuže na vzorkách

Na zistenie vlastností betonárskej výstuže ako sú pevnosť v ťahu, ťažnosť a pod. je potrebné odobrať min. 3 vzorky neskorodovanej výstuže z miest, kde porušenie výstuže nezníži únosnosť prierezu. Skúšky pevnosti v trhacom lise sa vykonávajú podľa príslušných predpisov. Na základe požiadavky objednávateľa sa môžu overovať i ďalšie vlastnosti ako napr. zvariteľnosť a pod.

4.3.2.14 Zistenie korozívneho úbytku výstuže

Na zisťovanie výskytu korózie betonárskej ocele existuje viacero metód. Pomocou nedeštruktívnych metód sa mapujú oblasti s pravdepodobným výskytom korózie. Skutočný rozsah korózie je možné stanoviť na obnaženej výstuži. Zo skúmanej vložky výstuže sa mechanicky odstráni skorodovaná vrstva a meraním sa stanoví profil, ktorý sa porovnáva s neporušenou vložkou. Počet sond pre kontrolu výstuže sa volí tak, aby boli preskúmané všetky dôležité oblasti, t. j. kritické prierezy jednotlivých prvkov a oblasti s viditeľným korozívnym poškodením výstuže.

4.3.2.15 Meranie hrúbky krycej betónovej vrstvy

Zistenie hrúbky krycej vrstvy výstuže nám poskytuje základnú informáciu o kvalite ochrany výstuže. Hrúbka krycej vrstvy výstuže sa kontroluje na viacerých miestach, v kritických rezoch i mimo nich. Zisťuje sa krytie nosnej i konštrukčnej výstuže všetkých typov a mapujú sa oblasti s odpadnutým betónom krycej vrstvy.

4.3.2.16 Kontrola stavu injektáže káblových kanálikov

Nakoľko poruchy injektáže môžu byť príčinou porúch so závažnými následkami aj v rámci štandardnej diagnostiky sa požaduje aby bolo skontrolovaných minimálne 10 % káblov, pričom sa kontrolujú predovšetkým oblasti, kde sa predpokladá nedoinjektovanie (najvyššie položené miesta káblových dráh). Vzhľadom na technickú i ekonomickú náročnosť metód využívajúcich prestup vlnenia sa v našich podmienkach pri štandardne vykonávanej diagnostike uprednostňuje kontrola endoskopom cez kontrolný vrt. Okrem posúdenia objemu vyplnenia kanálika (stanovujú sa % vyplnenia) sa posudzuje aj kvalitu injektážnej malty z hľadiska homogenity. Každé kontrolované miesto sa vyznačí na schéme a v popise sa uvedie úroveň vyplnenia maltou a kvalita malty. Odporúča sa kontrolovať najmä tie miesta, kde sa predpokladá vznik vzduchových bublín pri injektáži.

4.3.2.17 Kontrola korózie predpínacej výstuže

V rámci štandardnej diagnostiky sa vykonáva pri vizuálnej kontrole káblových kanálikov endoskopom. Kontroluje sa výskyt korózie a charakterizuje sa jej druh a rozsah (súvislá alebo nesúvislá povrchová, bodová a pod.). Platí tu rovnaká požiadavka ako pri kontrole injektáže, aby sa skontrolovalo min. 10 % káblov. Pri podrobnej diagnostike sa vykonáva odber vzoriek výstuže a skúša sa oslabenie prierezovej plochy, pevnosť v ťahu, prípadne pracovný diagram.

4.3.2.18 Kontrola stavu kotiev predpínacej výstuže

Kotva prepínacieho kábla fungujúca na zvernom princípe predstavuje miesto, kde je predpínacia výstuž oslabená vrubovým účinkom a jej spoľahlivá ochrana proti korózii má zásadný význam. Častým problémom je neprístupnosť kotiev a to najmä v čelách nosných prvkov. Kontrola kotiev zameraná na ich korózný stav sa vykonáva vizuálne, prípadne s použitím endoskopu cez štrbiny alebo otvory.

4.3.2.19 Kontrola predpätia predpínacej výstuže

Veľkosť predpínacej sily, vnášanej do konštrukcie je rozhodujúcim parametrom pre posúdenie únosnosti objektu. Jedná sa o pomerne zložité meranie založené na magnetoelastických javoch. Bežne sa účinnosť predpätia hodnotí na základe ostatných znakov ako je stav predpínacej výstuže a kotiev, výskyt trhlin, deformácia konštrukcie a pod. Metódy, ktoré sa u nás používajú na stanovenie účinku predpätia sú buď priame (meranie napätosti lán a drôtov v obnaženom kábli) alebo nepriame (metódy založené na princípe uvoľňovania napätí v betóne). Pri zisťovaní účinku predpätia v skúmanom priereze je potrebné vykonať meranie min. na 3 kábloch (pri priamom meraní na výstuži) alebo min. v dvoch bodoch (pri nepriamom meraní na betóne).

4.3.2.20 Kontrola stavu ochrany káblov nesúdržnej predpínacej výstuže

V prípade kontroly internej nesúdržnej predpínacej výstuže sa postupuje rovnako ako pri klasickej internej výstuži t. j. vykonáva sa vizuálna kontrola cez kontrolné vrty. Kontroluje sa stav obalu.

V prípade pochybností sa kontroluje aj stav maziva a predpínacích oceľových prvkov cez navŕtaný obal. Na kontrolu sa vyberajú miesta s najmenším polomerom zakrivenia.

Pri kontrole externej predpínacej výstuže sa kontroluje stav ochranného obalu (lana, kábla), pri poruche obalu sa zisťuje či došlo k porušeniu ochrany (injektážna malta, mazivo).

Zvláštnu pozornosť je potrebné venovať oblastiam kotvenia, t. j. prechodu obalu kábla do kotvy a ochrane predpínacích prvkov a kotevných čelustí v kotve ako aj kotevnej objímke. Kontroluje sa úplnosť vyplnenia ochranných obalov (krytov, klobúkov), sledujú sa stopy vytekania maziva a pod.

4.3.2.21 Kontrola kotevných blokov a deviátorov externe vedených káblov

Kotevné bloky a deviátory predstavujú značné namáhané prvky. Zhotovené sú z betónu alebo ocele a prenos predpínacej sily do betónu môže byť zabezpečený viacerými spôsobmi. Pri vizuálnej prehliadke sa sleduje výskyt trhlín. Vznik nežiaducich deformácií, stav kontaktnej škáry, poruchy materiálu (betón, výstuž, oceľ, korózia materiálu) funkcia a stav spojovacích prvkov (svorníky, predpäté tyče a pod.).

4.3.3 Diagnostika oceľových prvkov nosných a nenosných častí konštrukcie mosta

4.3.3.1 Kontrola rozmerov nosných prvkov

V prípade, že neexistuje pôvodná dokumentácia, vykonáva sa premeranie rozmerov nosných prvkov tak, aby bolo možné zostrojiť náhradnú dokumentáciu. Do schém sa vyznačí aj spôsob uloženia a ostatné údaje potrebné pre vykonanie statického výpočtu. V prípade, že existuje dokumentácia objektu, premeraním sa kontroluje jej správnosť a vyznačujú sa prípadné odchýlky skutočných rozmerov od projektovaných.

4.3.3.2 Kontrola rozmeru, druhu a kvality spojov prvkov

Obdobne ako v predošlej kapitole sa overuje a zaznamenáva spojenie prvkov (zvary, nity, skrutky) a kontroluje sa ich súlad s projektom. Odchýlky sa vyznačia do schém.

4.3.3.3 Zisťovanie vplyvu zatekania na konštrukciu

Vizuálnou prehliadkou sa zisťuje, či na objekte nedošlo k zatekaniu. Ak sa zistí výskyt zatekania, mapuje sa jeho charakter a rozsah vyvolaných porúch (vlhké škvrny, záclony, korózia), ktoré sa zakreslia do schém. Analyzuje sa príčina zatekania a spôsob prenikania vlhkosti do konštrukcie.

4.3.3.4 Zisťovanie, klasifikácia a meranie korózie prvkov

Korózia predstavuje závažnú poruchu a preto sa charakterizuje ako z hľadiska druhu (povrchová, jamková) a intenzity (od tenkej vrstvy až po prederavenie). Zisťuje sa korozívne oslabenie, ktoré sa vyjadruje ako úbytok hrúbky v (mm). Korozívne oslabenie sa zisťuje najmä v kritických prierezoch a tam, kde je značná intenzita korózie prejavujúca sa odlupovaním korozívnych produktov.

4.3.3.5 Mapovanie a meranie trhlín v základnom materiáli a zvaroch

Trhliny v oceli a zvaroch sa zvýraznia a odmeria sa ich šírka. Zakreslia sa do schém rovnakým spôsobom ako v článku 3.3.5.8 týchto TP. Šírka trhlín sa meria v nezaťaženom stave, t. j. v čase, keď na moste nie sú vozidlá. Zaznamenávajú sa všetky trhliny.

4.3.3.6 Zisťovanie porúch spojovacích prvkov

V rámci diagnostiky sa zaznamenáva výskyt poškodených alebo chýbajúcich skrutiek a nitov.

4.3.3.7 Zisťovanie a meranie vybúlenia prvkov

Strata stability prvku je poruchou, ktorá sa môže identifikovať vizuálne a veľkosť vybúlenia sa môže odmerať a zaznačiť. V rámci diagnostiky sa analyzuje príčina vybúlenia (chyba projektu, nadmerné zaťaženie, korozívne oslabenie a pod.).

4.3.3.8 Zisťovanie porúch ochranných náterov a povlakov

Výskyt týchto porúch spôsobuje koróziu materiálu a preto sa vizuálne kontrolujú poruchy ochrany ako sú pľuzgiere, odlupovanie a pod. V rámci podrobnej diagnostiky sa vykonáva meranie hrúbky náteru.

4.3.4 Diagnostika murovanej nosnej konštrukcie

4.3.4.1 Kontrola rozmerov konštrukcie, druhu a vlastností prvkov muriva

Druh a pevnostné parametre muriva sa overujú buď nedeštruktívne alebo na odobratých vzorkách. Počet meracích miest pre nedeštruktívne skúšanie vyplýva zo zvolenej metódy skúšania (napr. tvrdomerné, odrazové alebo víťacie). Každé mostné pole je považované za jeden merací súbor. Pre odber vzoriek platí, že sa skúšajú min 3 vzorky z každého mostného pola. V prípade degradácie muriva sa skúša porušené i neporušené murivo a počet meraní sa zdvojnásobuje.

4.3.4.2 Kontrola stavu, kvality a porúch spojovacieho materiálu

Pevnosť spojovacej malty je v mnohých prípadoch rozhodujúcim parametrom pre posúdenie únosnosti objektu. Na stanovenie sa môžu použiť ako deštruktívne, tak aj nedeštruktívne metódy. Použitie tvrdomerných metód pracujúcich na princípe merania odrazu môže byť problematické, vhodné je použitie metód využívajúcich definované víťanie do malty. Pri tehlovom murive sa môže skúšať vybraná vzorka muriva so spojivom. Požiadavku na skúšky na vzorkách je potrebné uviesť v zadávacom liste diagnostiky.

4.3.4.3 Zisťovanie vplyvu zatekania na nosnú konštrukciu (NK)

Pri zisťovaní vizuálnou prehliadkou sa hľadá príčina a následok zatekania a hodnotia sa vonkajšie prejavy, ktoré sa mapujú a zaznamenávajú do dokumentácie. Zisťuje sa rozsah degradácie v murive a spojuje a klasifikuje sa jeho intenzita. Sleduje sa napríklad aj vylúhovanie spojiva a reakcia výluhu s murivom.

4.3.4.4 Mapovanie a meranie trhlín

Trhliny na konštrukcii sa zvýraznia a ich priebeh sa mapuje (zameria sa začiatok a koniec). Pre analýzu je potrebné vyznačiť, kde trhlina prechádza cez murivo a kde sa vyskytuje v spojení muriva. Spravidla sa meria iba šírka trhlín v murive. Pri trhlínach v klenbe sa meria nielen šírka (roztvorenie), ale aj prípadný posun. Z charakteru trhlín sa stanovuje pravdepodobná príčina vzniku.

4.3.4.5 Zistenie porúch ochranných omietok

Zisťujú sa trhliny v omietkach a opadané miesta a stanovuje sa ich rozsah. Rozsah porúch sa vyznačí do schém objektu. Pri podrobnej diagnostike sa zisťuje prídržnosť omietky k podkladu (min. 3 merania) prípadne vodonepriepustnosť povrchovej úpravy. Zároveň sa zisťujú hrúbky týchto omietok.

4.3.5 Diagnostika spodnej stavby všeobecne

4.3.5.1 Kontrola rozmerov spodnej stavby

Skutočné rozmery prvkov tvoriacich spodnú stavbu sú dôležité pre posúdenie únosnosti mostného objektu. Ak existuje pôvodná dokumentácia v rámci diagnostiky sa vykoná kontrola skutočných a projektovaných rozmerov. Pre overenie rozmerov základov je potrebné tieto obnažiť odkopaním. Hrúbka opôr a krídiel sa zisťuje buď kontrolným vrtom, alebo nedeštruktívne radarom.

4.3.5.2 Zisťovanie pôsobenia účinkov prúdiacej vody na základy spodnej stavby a dno toku

Základové konštrukcie a podpery môžu byť vystavené účinkom prúdiacej vody a ladu. Prúd vody môže meniť tvar dna, podmieľať základové konštrukcie a znižovať tak únosnosť a ohrozovať stabilitu objektu. V rámci štandardnej diagnostiky sa vykonáva vizuálny prieskum (napr. z plavidla, a dno toku, okolie základu a vlastný základ sa skúma sondážnou tyčou). Pri podrobnej diagnostike stavu sa vykonáva prieskum pod vodou. Vykonávajú ho kvalifikovaní potápači, so znalosťou problematiky. Ak sú k dispozícii podklady o pôvodnom tvare dna toku pod mostným objektom vykoná sa

porovnanie starého a nového tvaru dna toku. Tvar dna sa zistí meraním hĺbky v daných bodoch. Obvykle sa zisťuje tvar dna v miestach kde sa s terénom pretínajú zvislé roviny v osi mosta a krajov mosta.

4.3.5.3 Zisťovanie porúch spodnej stavby od podzemnej vody

Podzemná voda môže obsahovať látky, pôsobiace agresívne na materiál základových konštrukcií. Pri podozrení na výskyt agresívnej vody sa vykonáva kontrola stavu betónu základov a posúdenie agresivity podzemnej vody. Pri štandardnej diagnostike sa vykonáva meranie pH min. na 3 vzorkách. Pri podrobnej diagnostike sa vykonáva chemický rozbor so stanovením druhu a koncentrácie agresívnych látok.

4.3.6 Diagnostika prvkov spodnej stavby z betónu a železobetónu

4.3.6.1 Kontrola rozmerov prvkov

Zamerajú sa rozmery prvkov spodnej stavby (opory, krídla, medziľahlé podpery, základy). V prípade potreby sa zistí hrúbka prisýpaných častí spodnej stavby a odkopú sa základy. Ak existuje pôvodná dokumentácia, v rámci diagnostiky sa vykoná kontrola skutočných a projektovaných rozmerov.

4.3.6.2 Zisťovanie porúch betónu od účinkov prúdiacej vody

Vizuálnou prehliadkou sa zisťujú poruchy povrchu betónu spôsobené účinkom prúdiacej vody (odlamovanie betónu, rozpad betónu, korózia výstuže a pod.) a meria sa ich rozsah a hĺbka. Rozsah porúch sa vyznačuje do schém.

4.3.6.3 Zisťovanie porúch betónu od účinkov zatekania

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.2.3 týchto TP.

4.3.6.4 Meranie a mapovanie trhlín v betóne

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.2.4 týchto TP.

4.3.6.5 Meranie hrúbky skarbonizovaného betónu v krycej vrstve

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.2.6 týchto TP.

4.3.6.6 Meranie obsahu chloridov v krycej vrstve

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.2.7 týchto TP.

4.3.6.7 Diagnostikovanie stavu ochranných náterov a povlakov na betóne

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.2.8 týchto TP.

4.3.6.8 Meranie vodonepriepustnosti krycej betónovej vrstvy

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.2.9 týchto TP.

4.3.6.9 Kontrola druhu, polohy, počtov a profilov betonárskej výstuže

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.2.12 týchto TP.

4.3.6.10 Zisťovanie materiálových charakteristík betónu a betonárskej výstuže

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.2.2 a 3.3.2.13 týchto TP.

4.3.6.11 Zistenie korozívneho úbytku výstuže

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.2.14 týchto TP.

4.3.6.12 Meranie hrúbky krycej betónovej vrstvy

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.2.15 týchto TP.

4.3.7 Diagnostika prvkov spodnej stavby z muriva

4.3.7.1 Kontrola rozmerov, druhu a vlastnosti prvkov muriva

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.4.1 týchto TP.

4.3.7.2 Kontrola stavu, kvality a porúch spojovacieho materiálu

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.4.2 týchto TP.

4.3.7.3 Zisťovanie vplyvu zatekania na konštrukciu

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.4.3 týchto TP.

4.3.7.4 Mapovanie a meranie trhlín

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.4.4 týchto TP.

4.3.7.5 Zisťovanie porúch ochranných omietok

Používa sa rovnaký postup ako v článku 3.3.4.5 týchto TP.

4.3.7.6 Zistenie porúch obkladu spodnej stavby

Obklad spodnej stavby z blokov prírodného kameňa zvyšuje jej ochranu proti prúdiacej vode. V rámci diagnostiky porúch sa zisťuje výskyt obrusovania, narušenia a vypadávania obkladu, prípadne jeho spojiva. Na prieskum sa používajú rovnaké metódy ako v prípade nosného muriva.

4.3.8 Mostný zvršok

4.3.8.1 Meranie priebehu nivelety a priečných sklonov

Pozdĺžne a priečne sklony vozovky sa merajú geodeticky alebo pri menších objektoch (do 9 m) latou. Tieto údaje sú dôležité na posúdenie odtekania zrážkovej vody. Sústava meracích bodov sa volí tak, aby vytvárala sústavu rezov vo vzdialenosti 3 m - 5 m. V priečnom reze sa merajú minimálne výška krajov a stred vozovky. Výsledky merania sa značia do schémy pôdorysu mosta. Z meraní sa vyhotovia pozdĺžne a priečne rezy povrchom vozovky.

4.3.8.2 Meranie hrúbok a druhu vrstiev mostného zvršku

Zisťuje sa hrúbka vrstiev vozovky a vyrovnávacieho betónu. Meranie sa vykonáva najčastejšie zhora pomocou kontrolných vrtov. Na zistenie skladby mostného zvršku, hrúbky jednotlivých vrstiev, stavu hydroizolácie a betónovej vyrovnávacej vrstvy sa používajú jadrové vývrty.

4.3.8.3 Identifikácia plošných porúch mostného zvršku

Poruchy vozovky:

Vizuálnou prehliadkou sa zisťujú poruchy štruktúry vozovky a trhliny. Trhliny sa zameriavajú len orientačne a vyznačujú sa do schémy pôdorysu. Jednotlivé poruchy sa klasifikujú a stanovuje sa ich rozsah.

Poruchy hydroizolácie:

Poruchy hydroizolácie sa v rámci štandardnej diagnostiky hodnotia na základe viditeľných prejavov dôsledkov týchto porúch. V rámci podrobnej diagnostiky sa posudzuje kvalita hydroizolácie v odobratých jadrových vývrtoch alebo sa otvárajú sondy. V takýchto prípadoch objednávateľ špecifikuje požiadavky na rozsah diagnostiky v objednávke.

Poruchy vyrovnávacej vrstvy:

Priame diagnostikovanie porúch krycej vrstvy (napr. popraskanie betónu, nedostatočná súdržnosť s podkladom a pod.) sa vykonáva v rámci podrobnej diagnostiky. Zo zvršku sa odoberajú jadrové vývrty alebo sa vykonáva diagnostika v prieskumných sondách.

Spomínané poruchy sa pri štandardnej diagnostike hodnotia vizuálne v kombinácii s jadrovými odvrtními na zistenie hrúbky a zloženia mostného zvršku. Presnejší obraz o týchto poruchách nám poskytne meranie georadarom v kombinácii s jadrovými odvrtními. Jedná sa však o finančne náročnejší diagnostický úkon.

4.3.8.4 Zisťovanie porúch ríms a chodníkov

Betónové rímsy a chodníky tvoria zvyčajne nenosný prvok, avšak sú vystavené intenzívnemu účinku posypových solí. Vizuálnou prehliadkou sa hodnotia vzniknuté poruchy betónu a výstuže a zisťuje sa obsah preniknutých chloridov. Pri obrubníkoch sa zisťujú poruchy spôsobené účinkom posypových solí a premávkou. Hodnotí sa úroveň ochrany betónu týchto prvkov.

4.3.9 Ložiska, kĺby a iné uloženia

4.3.9.1 Zistenie typov osadených ložísk a zistenie ich smerovania

Vizuálnou kontrolou sa určuje typ a druh (pevné, jednosmerné, všesmerné) použitých ložísk a posudzuje sa zhoda s projektom, prípadne so spôsobom dilatácie objektu.

4.3.9.2 Zistenie momentálneho stavu posunov

V rámci diagnostiky sa vo všetkých ložiskách overuje okamžitá poloha ložísk a pracovný rozsah prípustných deformácií. Overuje sa, či pri maximálnych deformáciách konštrukcie nedôjde k vyčerpaniu ložiska a k vzniku nežiaducich prídavných namáhaní konštrukcie. V prípade, že sú pochybnosti, v rámci podrobnej diagnostiky, vykonáva sa meranie deformácií ložísk min. v perióde 1 roka, pričom sa na meranie používajú osadené meracie zariadenia.

4.3.9.3 Zisťovanie porúch konštrukcie a funkcie ložísk, kĺbov a iných uložení

V rámci diagnostiky sa vizuálne kontroluje stav prostredia, v ktorom sa ložiská nachádzajú (vlhkosť, stojatá voda, stav uloženia a kotvenia) a výskyt porúch. Kontroluje sa dosadenie ložísk a prípadné zablokovanie. Výskyt takýchto porúch má vplyv na statickú schému konštrukcie. Poruchy ložísk môžu byť rozdielne z hľadiska typu ložiska. Pri oceľových ložiskách sa kontroluje hlavne výskyt korózie a trhlín, pri elastomerových degradácia materiálu, pri hrncových ložiskách korózia oceľových častí a stav teflónovej vložky ako aj ochrany celého ložiska. V prípade betónových kývných blokov a kĺbov sa vykonáva diagnostika rovnako ako pri železobetónových nosných prvkoch. Pre identifikáciu porúch ložísk sa zhotovujú schémy ich rozmiestnenia s označením jednotlivých ložísk.

4.3.10 Mostné závery (MZ)

4.3.10.1 Identifikácia druhov a typov MZ

Vizuálnou kontrolou sa určuje typ a druh mostného záveru. V prípade ak je predpoklad, že na moste sa nachádza mostný záver prekrytý vozovkou, táto skutočnosť sa uverí pomocou kontrolnej sondy v mieste jeho predpokladanej polohy.

4.3.10.2 Kontrola podmienok fungovania MZ

V rámci diagnostiky sa vizuálne zisťuje, aké sú podmienky fungovania MZ, v akých podmienkach sa MZ nachádza (znečistenie, stav ukotvenia a pod.), posudzuje sa poloha MZ voči vozovke a overuje sa pracovný rozsah MZ vzhľadom na okamžité podmienky a posudzuje sa kapacita MZ vzhľadom na veľkosť predpokladaných deformácií. MZ sa sleduje pri prejazde ťažkého vozidla a sleduje sa výskyt rázov. Dôležité je zistenie, či je MZ dostatočne vodotesný a ako je riešený odvod vody.

4.3.10.3 Kontrola geometrie MZ

Kontrola geometrie sa vykonáva zameraním MZ (sledovanie rovnobežnosti hrán a výskyt výškového posunu). V prípade pochybností o fungovaní a kapacite sa na MZ osadzujú značky a v rámci podrobnej diagnostiky sa vykonáva sa periodické meranie posunov v pozdĺžnom i priečnom smere.

4.3.10.4 Zistenie porúch na konštrukciách povrchových oceľových MZ

Výskyt porúch sa zisťuje vizuálne. Posudzuje sa znečistenie, stav materiálu MZ (korózia, trhliny v oceľových častiach, poškodená povrchová ochrana, poškodená gumová vložka) a stav mechanických častí MZ (skrutky, nožnice, klzné nosníky). Zároveň sa posudzuje ich funkčnosť z hľadiska kapacity pohybu MZ a uzavretia dilatačnej medzery. Osobitná pozornosť sa venuje poruchám spôsobeným dopravou a nedokonalým osadením MZ (nevhodnou konštrukciou MZ pre danú konštrukciu mosta), ako sú rázy pri premávke, priečne ušmyknutie, odtrhnutie kotiev, zatekanie, skok v nivelete a pod.

4.3.10.5 Zisťovanie porúch podpovrchových MZ

Ak na konštrukcii nie je zrejmé, či sa pod vozovkou nachádza alebo nenachádza podpovrchový MZ, musí sa vykonať jeho identifikácia. Na povrchu vozovky sa sleduje vznik priečných trhlín v oblasti MZ a overí sa konštrukčný detail MZ pod rímsou.

4.3.10.6 Zisťovanie porúch asfaltových MZ

Vizuálnou kontrolou sa zisťuje výskyt porúch MZ, rozsah porúch MZ a určí sa funkčnosť mostného záveru.

4.3.11 Odvodnenie mosta

V rámci diagnostiky sa vykonáva podrobná prehliadka. Kontrolujú sa sklony vozovky, výšková úroveň, stav a priechodnosť odvodňovačov, úplnosť konštrukcie odvodňovača, stav mreže na vtoku, stav zberača nečistôt, prenikanie vody mimo odvodňovačov. Ďalej sa kontroluje stav odvodňovacích potrubí, tesnosť spojov, stav kompenzátorov, kvalita ukotvenia potrubí a stav trubičiek odvádzajúcich vodu z izolácie. Neprístupné a zabudované odvodňovacie potrubia sa kontrolujú endoskopicky, prípadne špeciálnym vybavením určeným na kontrolu technického stavu kanalizácie.

V rámci podrobnej diagnostiky sa kontroluje napr. napojenie hydroizolácie na odvodňovač po jeho obnažení. Vykoná sa i prehliadka odvodnenia úložných prahov mosta a prehliadka vyústenia potrubí drenáží, pričom sa sleduje najmä čistota, voľnosť potrubia a prípadné priesaky po obvode zabetónovaného vyústenia drenáže.

4.3.12 Ostatné vybavenie mosta

Do tejto skupiny diagnostikovaných častí patria ostatné vybavenia mostného zvršku ako sú zvodidlá, zábradlia/zábradľové zvodidlá, vedenia a potrubia, revízne šachty a pod. Na betónových rímsach sa vykonáva diagnostika porúch rovnako ako pri železobetónových prvkoch, zisťuje sa stav krycej vrstvy vrátane prieskumu hĺbky karbonizácie a obsahu chloridov. Vizuálne sa sledujú poruchy obrubníkov. Oceľové časti ako zábradlia/zábradľové zvodidlá, zvodidlá, stožiare a pod., sa diagnostikujú z hľadiska korózie a protikorózneho ochrany. Vizuálne sa posudzuje aj stav kotvenia zábradlí, zvodidiel a tlmičov nárazu.

4.3.13 Cudzíe zariadenia na moste

Pri cudzích zariadeniach sa sleduje predovšetkým ich vplyv na funkciu mosta. V statickom prepočte sa posudzuje ich účinok z hľadiska preťaženia konštrukcie, ak sa inštalovali dodatočne. Vizuálne sa zisťujú poruchy majúce negatívny vplyv na konštrukciu mosta. Vizuálne sa hodnotí stav upevnenia cudzích zariadení a možnosť ich dilatácie. Rozsah porúch ríms, chodníkov obrubníkov sa vyznačuje do schém objektu.

4.3.14 Okolie mosta

V rámci diagnostiky sa vizuálne sledujú a hodnotia poklesy a zosuvy svahových kužeľov, ich erózia - rozrušovanie, poruchy obkladov a pod. Rozsah porúch sa vyznačí do schém.

Vizuálne sa sleduje dráha odtekajúcej vody, stav rigolov, upchatie drenáží, hodnotí sa rozsah porúch.

Súčasťou diagnostiky je aj posúdenie stavu koryta premostovaného toku, sleduje sa vytváranie nánosov v okolí pilierov, hromadenie nečistôt, erozívne účinky vody a pod. V rámci podrobnej

diagnostiky sa sondovaním mapuje tvar prierezu koryta a v prípade potreby sa vykonáva prieskum pod vodou.

V rámci diagnostiky je ďalej možné poukázať na možný blízky zdroj bludných prúdov, ktorý by nepriaznivo ovplyvňoval mostnú konštrukciu.

Okolie mosta sa hodnotí najmä z hľadiska jeho znečistenia (odpad, vegetácia), hodnotí sa prístup k objektu pre výkon prehliadok a údržby.

4.4 Doplnujúce údaje ku zadaniu diagnostiky

V mnohých prípadoch sa spracovatelia diagnostiky stretávajú s rôznymi doplnujúcimi požiadavkami nad rámec hore uvedených diagnostických úkonov. Tieto požiadavky nesúvisia priamo s diagnostickými prácami, ale často majú doplnujúci charakter. Požiadavky na tieto práce musia byť vždy presne definované. Často kráť sa jedná o práce ktoré zhotoviteľ diagnostiky zabezpečuje ako subdodávku prác. Musí byť preto zrejmy ich celý rozsah. V zadávacom liste sú spomenuté niektoré najčastejšie požadované práce tohto charakteru.

5 Výkon diagnostiky

5.1 Príprava diagnostiky

Činnosť akou je diagnostika vyžaduje náležitú prípravu. V prípravnej fáze sa predpokladá, že zhotoviteľ je oboznámený s objednávkou a je mu zrejmy obsah a rozsah prác a má predstavu o tom, aké metódy a postupy použije.

Prípravná fáza zahŕňa:

- a) štúdium podkladov,
- b) prehliadku objektu.

Podklady pre prípravu diagnostiky tvorí mostný list, mostný zošit, projektová dokumentácia zhotovenia, opráv a rekonštrukcií, výsledky zaťažovacej skúšky, protokoly z prehliadok, správy z vykonaných diagnostík, staršie prepočty zaťažiteľnosti, atď.

5.2 Pracovníci

Diagnostickú činnosť môžu vykonávať iba odborne vzdelaní pracovníci s príslušnými skúsenosťami pre jednotlivé druhy diagnostických činností. Podľa [Z7] je túto odbornú činnosť oprávnený vykonávať autorizovaný stavebný inžinier v kategórii „Statika stavieb“. V prípade, že súčasťou diagnostiky sú geodetické práce, môže objednávateľ podľa charakteru týchto prác požadovať i doklad o odbornej spôsobilosti geodeta.

5.3 Prístroje a zariadenia

Na výkon diagnostiky sa môžu používať iba bezchybné a udržiavané prístroje a zariadenia. Prístroje a zariadenia, pri ktorých to vyžaduje príslušná norma alebo predpis výrobcu sa kalibrujú (periodicky alebo operatívne) [Z5]. Kalibračný protokol sa prikladá k dokumentácii z diagnostiky.

Zhotoviteľ je povinný používať prístroje a zariadenia v súlade s pokynmi výrobcu a príslušnými normami a predpismi.

5.4 Úprava mosta po výkone diagnostiky

Po diagnostických činnostiach, pri ktorých sa naruší ochranná funkcia alebo plynulosť prejazdu sa musia vykonať úkony umožňujúce obnovu pôvodného stavu. Rozhodne sa na základe toho, či na výkon diagnostiky nadväzuje oprava, prípadne rekonštrukcia objektu a stanovia sa požiadavky na kvalitu obnovy pôvodného stavu, s ohľadom na jej trvalý alebo dočasný charakter. Niektoré práce na obnove je spravidla schopný vykonať zhotoviteľ diagnostiky. Týka sa to hlavne obnovy krycej vrstvy pri sondách obnažujúcich výstuž. Na takéto práce sa nikdy nesmie použiť sadra ale výlučne sanačné materiály. Obnova izolácie a vrstiev vozovky je náročnejšia činnosť a zväčša vyžaduje služby

špecializovaného pracoviska. V takomto prípade sa v pláne diagnostiky uvedie postup ako sa táto činnosť bude realizovať.

6 Dokumentácia z diagnostiky, statický prepočet mosta a prognóza životnosti mosta

6.1 Všeobecné

V dokumentácii z diagnostiky sa uvádzajú výsledky diagnostiky a použité postupy a metódy. Dokumentácia musí byť zhotovená tak, aby splnila základný predpoklad – umožniť návrh optimálneho spôsobu opravy alebo rekonštrukcie mostného objektu a poskytnúť ucelený a komplexný pohľad na poruchy a chyby mosta. Nadväzujúcimi činnosťami na vlastnú diagnostiku sú:

- a) analýza výsledkov diagnostiky vzhľadom na únosnosť, prevádzkyschopnosť a životnosť objektu,
- b) návrh opatrení,
- c) koncepčný návrh opravy alebo rekonštrukcie,
- d) orientačné náklady na navrhované stavebné úpravy.

Dokumentácia z diagnostiky sa člení na záverečnú správu z diagnostiky a samostatné prílohy.

Záverečná správa z diagnostiky obsahuje a delí sa na:

- a) textovú časť s obrázkami, grafmi a fotografiami,
- b) výkresovú časť.

V textovej časti sa uvádzajú:

- a) základné údaje o diagnostike (objednávateľ, zhotoviteľ, účel diagnostiky, podklady a pod.),
- b) základné údaje o objekte (lokalita, premostovaná prekážka, typ konštrukcie, atď.),
- c) zistenia z podrobnej prehliadky mostného objektu, stav mosta a jeho častí,
- d) použité metódy a postupy,
- e) výsledky diagnostiky.

Výsledky diagnostiky sa členia na skupiny:

- a) diagnostika spodnej stavby,
- b) diagnostika nosnej konštrukcie,
- c) diagnostika mostného zvršku,
- d) diagnostika ostatného vybavenia a okolia mosta.

Výkresová časť obsahuje (podľa rozsahu objednávky):

- a) schémy tvaru mosta,
- b) schémy vystuženia,
- c) schémy rozmiestnenia skúšobných miest a sond,
- d) výkresy výskytu porúch (napr. trhliny, poškodenia krycej vrstvy betónu, výskyt korózie oceleovej konštrukcie a pod.).

Samostatné prílohy záverečnej správy podľa objednávky obsahujú:

- a) statický prepočet mosta,
- b) stanovenie zostatkovej životnosti mostného objektu,
- c) analýza výsledkov diagnostiky a návrh ďalších opatrení,
- d) zmena stupňa stavebnotechnického stavu objektu,
- e) koncepčný návrh opravy alebo rekonštrukcie, a orientačné náklady.

6.2 Záverečná správa z diagnostiky

V rámci záverečnej správy z diagnostiky mostného objektu sa diagnostikou získané výsledky usporiadajú podľa skupín uvedených vyššie, pričom v ďalšom členení sa dokumentácia zameriava na nasledovné skupiny výsledkov, ktoré sa spracujú do samostatných celkov záverečnej správy:

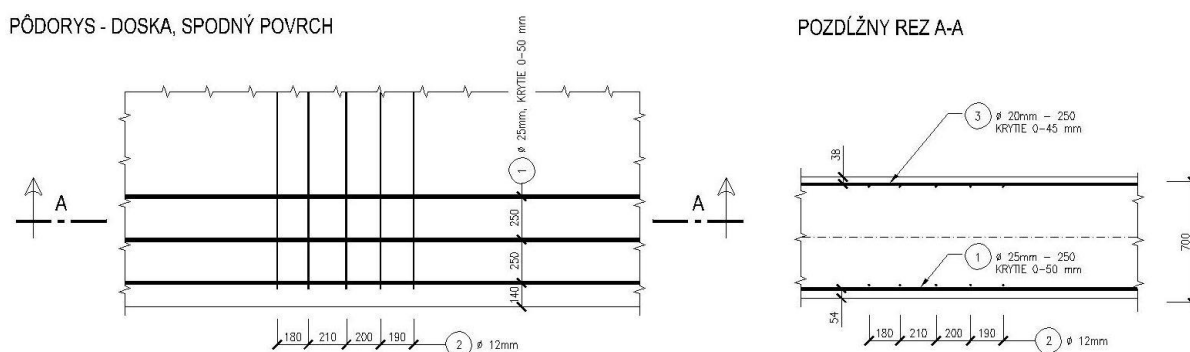
- a) Dokumentácia o konštrukčných a materiálových parametroch objektu,
- b) Dokumentácia o diagnostikovaní porúch objektov,

c) Dokumentácia o výskyte trhlín.

6.2.1 Dokumentácia o konštrukčných a materiálových parametroch objektu

6.2.1.1 Dokumentácia o konštrukčno-geometrických parametroch objektu

Ťažiskom dokumentácie sú schémy tvaru a vystuženia nosných konštrukcií a spodných stavieb. V schémach tvaru sa uvedú kóty rozmerov všetkých nosných i nenosných prvkov. V schémach vystuženia sa uvedie počet a rozmiestnenie vložiek mäkkej a tvrdej výstuže, hrúbka krycej vrstvy. Príklad zakreslenia zistenej výstuže je na obrázku 3. V schémach doplnených o tabuľky sa uvedú výsledky geometrického zamerania konštrukcie a zloženie a hrúbka vrstiev vozovky. V texte správy je potrebné uviesť, ktoré údaje sa zistili priamo a ktoré sú predpokladané. V texte správy sa uvedie ako sa získal údaj o kvalite výstuže a zistené rozmerové odchýlky.



Obrázok 3 Príklad zakreslenia zistenej výstuže

6.2.1.2 Dokumentácia o zisťovaní fyzikálno-mechanických vlastností konštrukčných materiálov

V tejto časti dokumentácie sú spracované výsledky deštruktívnych a nedeštruktívnych skúšok. V textovej časti sa uvedie poloha skúšobných miest, alebo miest odberu vzoriek. Pre väčšiu názornosť a jednoznačnosť sa znázorní i na schéme objektu.

V textovej časti sa v tabuľkovej forme uvedú získané prvotné výsledky skúšok (napr. veľkosť odrazov pri tvrdomerných skúškach s uvedením smeru, nameraný čas prechodu ultrazvukových vln, veľkosť sily pri porušení vzorky a pod.). V ďalšej časti sa uvedie postup vyhodnotenia a štatistické spracovanie výsledkov spolu s vyhodnotením podľa príslušnej normy alebo predpisu (zatriedenie materiálu). Uvedú sa odkazy na normy a predpisy, podľa ktorých sa vykonalo zisťovanie a vyhodnotenie.

6.2.1.3 Dokumentácia o meraní polohy bodov a premiestnení bodov konštrukcií

Poloha meracích bodov sa znázorňuje na schémach objektu. Výsledky meraní (napr. nadmorské výšky alebo posuny, či pootočenia sa uvedú v tabuľkovej forme). V textovej časti sa uvedie či boli meracie body odsadené ako trvalé alebo dočasné. Dôležité je uviesť údaje o vzťažných bodoch, ktoré musia byť zriadené minimálne dva a to tak, aby bolo meranie možné zopakovať.

6.2.1.4 Dokumentácia o meraní stavu napätosti v konštrukciách

Nakoľko sa jedná o technicky i finančne náročné merania v rámci dokumentácie sa zhotovujú schémy polohy meracích miest s kótami voči jednoznačne definovaným bodom, usporiadanie a poloha snímačov a pod. V textovej časti sa v tabuľkovej forme uvedú primárne hodnoty meraní, postup spracovania meraní a výsledky vo forma tabuliek, prípadne grafov.

6.2.2 Dokumentácia o diagnostikovaní porúch objektov

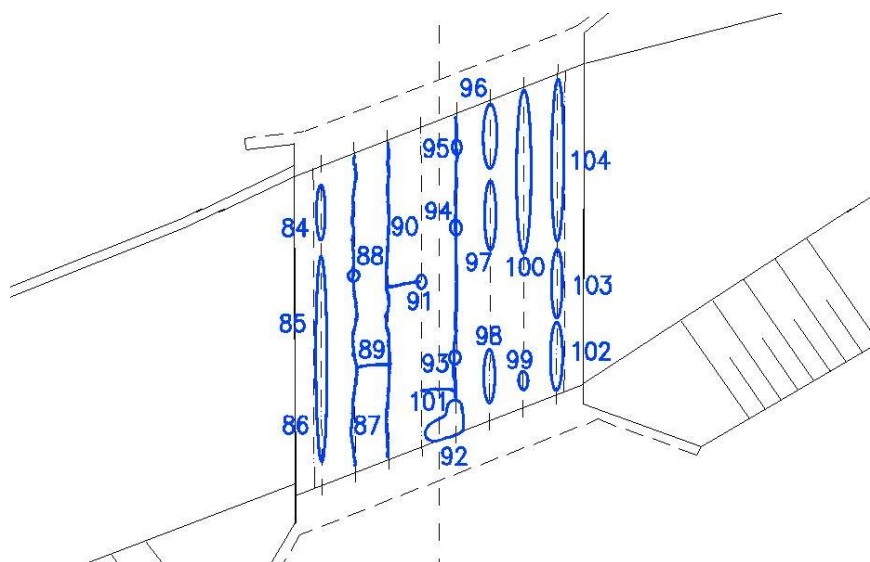
V textovej časti dokumentácie sa podľa členenia objektu uvedie popis zistených porúch, ich prejav, rozsah, intenzita a pravdepodobná príčina vzniku. Hodnotí sa vplyv na zaťažiteľnosť, prevádzkyschopnosť a životnosť mostného objektu. Pre lepšiu názornosť sa porucha dokumentuje charakteristickou fotografiou.

Ak sa intenzita poruchy zisťuje meraním (napr. meranie pH, hrúbka karbonizácie, obsah chloridov, vodonepriepustnosť a pod.), uvedú sa v textovej časti primárne hodnoty meraní, spôsob vyhodnotenia a vlastné vyhodnotenie meraní v tabuľkovej forme a prípadne i zobrazenie na grafoch. Uvedú sa tiež normy a predpisy, podľa ktorých sa vykonalo meranie a vyhodnotenie.

Pre každú časť objektu sa vykoná rekapitulácia porúch v tabuľkovej forme. V tabuľke sa uvedie číselný kód poruchy podľa TP 09/2012, názov poruchy, rozsah poruchy a hodnotenie jej dôsledku na stavebno-technický stav (STS).

Rekapitulácia porúch musí byť zostavená tak, aby bola podkladom pre výkaz výmer stavebných činností pri oprave a lebo rekonštrukcii objektu. Podľa zadania diagnostiky z nej musí byť zrejмый rozsah diagnostikovaných porúch (napr. plošný rozsah a hrúbka sanovaných krycích betónových vrstiev, dĺžka trhlín, celkový korozívny úbytok plochy výstuže v priečnom reze a pod.).

Rozsah plošných porúch sa vyznačuje do schém objektu. Príklad je zobrazený na obrázku 4.



Obrázok 4 Príklad zakreslenia porúch – grafická časť

Tabuľka 1 Vzor zapísania zistených porúch – textová časť

Č. poruchy (č. foto)	Označenie skupiny poruchy podľa TP 09/2012	Stupeň hodnotenia	Poznámka
288	D a 612 Priečna trhlina	III	zaliata a znova prasknutá, dĺžka 2,2 m, šírka 1,5 mm
289	D a 610 Zvlnenie povrchu vozovky	V	rozpad vozovky a chodníka, spôsobený pravdepodobne prejazdom ťažkého vozidla
290	D d 611 Prelomenie vozovky	III	uvoľnený panel nad krytom vedenia V.O.
291	H a 322 Pozdĺžna trhlina	II	ZT na stĺpiku zábradlia, dl. 1,4m, š 2 mm
292	D d 611 Prelomenie vozovky	III	uvoľnený panel nad krytom vedenia V.O.
293	D a 607 Výtčky na vozovke	IV	výtčk 0,5 x 0,9 m

6.2.3 Dokumentácia o výskyte trhlín

Trhliny predstavujú nielen závažné poruchy objektu, ale sú aj indikátorom zmien, výrazne ovplyvňujúcich funkciu, únosnosti a životnosti objektu. Výsledky merania a mapovania trhlín sa zaznamenávajú do schém prípadne sa spracúvajú ich fotografické snímky.

V priestorových konštrukciách sa trhliny zakresľujú do rozvinutých pozdĺžnych pohľadov na jednotlivé vonkajšie a vnútorné povrchy prípadne do rozvinutých 3D pohľadov (komôrkové prierezy) aby boli zachytené trhliny prechádzajúce cez viac prvkov (napr. stena - doska). Dokumentácia musí byť spracovaná tak, aby bolo možné pri opakovanej diagnostike meraním zistiť rozvoj trhlín.

Pre každú trhlinu musí byť zreteľne zakótovaná poloha začiatku a konca voči jednoznačne definovanému bodu a minimálne jedno meranie jej šírky. Na schéme sa vyznačí tiež miesto s osadeným terčom pre meranie stability trhlín a v texte sa uvedú výsledky takýchto meraní s uvedením časového intervalu pozorovania.

V prípade, že dochádza k prenikaniu vlhkosti cez trhlinu, v textovej časti sa popisuje charakter takto vzniknutej poruchy (škvry s výkvetmi spojiva, škvry so stopami korózie a pod.).

6.3 Samostatné prílohy záverečnej správy

6.3.1 Statický prepočet mosta

Stanovenie únosnosti, zohľadňujúce reálny stavebno-technický stav objektu sa vykonáva presným statickým výpočtom. Za východiskový stav sa považuje projektovaná únosnosť mostného objektu. Porovnanie projektovanej a aktuálnej únosnosti vyjadruje vplyv odchýlok od projektovaného stavu, či už boli vyvolané zmenami a odchýlkami počas výstavby, poruchami, zmenami zaťaženia, stavebnými zásahmi a pod. Kvalita získaných informácií o uvedených odchýlkach t. j. vstupných parametroch statického výpočtu a stupeň výstižnosti použitého výpočtového modelu podmieňujú reálnosť prepočtu únosnosti. V prípade, že objednávateľ požaduje zhotovenie statického prepočtu, je zhotoviteľ povinný vykonať všetky potrebné činnosti pre získanie potrebných vstupných údajov a uviesť potrebu týchto činností pri jednaniach o rozsahu objednávky s objednávateľom.

Zaťažiteľnosť mostov na diaľniciach, cestách a miestnych komunikáciách je určená najväčšou okamžitou hmotnosťou jedného vozidla, ktorého jazdu môžeme dovoliť na moste za presne stanovených podmienok.

6.3.1.1 Vstupné údaje pre statický výpočet

Vstupné údaje sa získavajú z existujúcej dokumentácie a výsledkov diagnostiky. Jedná sa o údaje charakterizujúce:

- a) statickú schému objektu,
- b) zaťaženie objektu (stále, od predpätia, od dopravy, iné zaťaženie),
- c) parametre nosných prvkov.

6.3.1.2 Statická schéma objektu

Statickú schému objektu určuje spôsob uloženia nosnej konštrukcie, väzby medzi jednotlivým konštrukčnými prvkami a interakcia spodnej stavby s podložím. Pôvodná statická schéma objektu môže byť v priebehu prevádzky ovplyvnená rôznymi javmi a poruchami. V rozhodujúcej miere ju ovplyvňujú poruchy v uložení ako sú zablokovanie alebo vyčerpanie kapacity ložísk a kĺbov a bránenie voľných deformácií v dilatačných škárach. O správnej funkcii ložísk, kĺbov a mostných záverov sa nie vždy dá presvedčiť iba podrobnou vizuálnou prehliadkou. V mnohých prípadoch sa dajú poruchy odhaliť iba monitorovaním deformácii pri výrazných teplotných rozdieloch.

Znemožnenie voľnej deformácie konštrukcie vyvoláva vznik prídavných namáhání, ktorých výskyt môže vyvolať pri určitej intenzite vznik charakteristických trhlin, ktoré existenciu porúch uloženia a tým zmenu pôvodnej statickej schémy evidentne potvrdzujú. Vyskytujú sa prípady, keď konštrukcia mení svoju statickú schému v závislosti na intenzite zaťaženia (dopravou, teplotou a pod.). Takýmto je napr. prípad konštrukcií s kĺbmi uprostred rozpätia pri ktorých dochádza pri určitom priehybe k zablokovaniu. Túto skutočnosť je potrebné pri statickom prepočte zohľadniť.

Samostatný problém predstavuje posúdenie funkčnosti vzájomných väzieb jednotlivých nosných prvkov. Napríklad, ak majú priečne väzby poruchy, významne to ovplyvňuje priečny roznos a tým aj namáhanie jednotlivých prvkov.

6.3.1.3 Zaťaženie

Rozdiely v zaťažení nosnej konštrukcie môžu mať príčinu v geometrických odchýlkach tvaru konštrukčných prvkov a objemovej hmotnosti použitých materiálov. Častým prípadom je pritaženie mosta novými vrstvami vozovky. Vplyv na zaťaženie má aj dodatočné zriadenie rôznych potrubných vedení na objekte.

Sadanie a pootáčanie podpôr vyvoláva prídavné zaťaženie, ktoré je potrebné identifikovať a stanoviť jeho účinok. V prípade výskytu uvedeného javu je potrebné zahájiť periodické sledovanie za účelom potvrdenia buď stabilizácie, alebo progresívneho vývoja.

6.3.1.4 Parametre nosných prvkov

K parametrom nosných prvkov patria najmä:

- a) rozmery,
- b) fyzikálne - mechanické charakteristiky materiálov,
- c) stav, dimenzie, usporiadanie prvkov výstuže,
- d) spolupôsobenie časti priečného rezu.

6.3.1.5 Postup pri statickom prepočte

Statický prepočet starých mostov sa vykonáva podľa osobitného predpisu.

Pri statickom výpočte únosnosti mostného objektu sa vychádza z STN EN 1991-2 a z noriem pre navrhovanie konštrukcií a mostných konštrukcií platných pre jednotlivé konštrukčné materiály (najmä súbor noriem STN EN 1990 – STN EN 1995).

Postup výpočtu je individuálnou záležitosťou projektanta. Uvádzame odporúčaný postup, používaných pri bežných typoch mostov:

- a) definovanie výpočtového modelu objektu,
- b) stanovenie zaťaženia pôsobiaceho na most,

- c) výpočet vnútorných síl od jednotlivých kombinácií zaťaženia,
- d) výpočet maximálnych napätí a vnútorných síl v kritických prierezoch nosnej konštrukcie od zaťaženia pôsobiacich na most,
- e) výpočet limitných napätí a vnútorných síl v kritických prierezoch konštrukcie mosta,
- f) porovnanie vypočítaných limitných hodnôt napätí a vnútorných síl a napätí od pôsobiacich a predpokladaných zaťažení v jednotlivých posudzovaných prierezoch.

6.3.2 Stanovenie zostatkovej životnosti mostného objektu

Stanovuje sa podľa TP SSC 05/2002.

6.3.3 Analýza výsledkov diagnostiky a návrh ďalších opatrení

Hodnotiaca a analytická časť textovej správy obsahuje komplexné hodnotenie stavu objektu. Rozoberajú sa v nej zistené poruchy a ich vzájomné súvislosti a príčiny výskytu. Analyzuje sa vplyv zistených porúch na funkčnosť a únosnosť objektu a prognózuje sa ďalší vývoj objektu v prípade, že nedôjde k zásahom do jeho konštrukcie.

Na základe analýzy výsledkov diagnostiky sa navrhujú opatrenia, ktoré môžu mať rôzny charakter. V rámci návrhu ďalších opatrení sa stručne uvedú:

- a) návrhy na monitorovanie objektu,
- b) návrhy na vykonanie doplnkovej diagnostiky,
- b) prípadné odporúčania na vykonanie zaťažovacej skúšky.

6.3.4 Zmena stupňa stavebno-technického stavu objektu

Výsledok diagnostiky môže mať vplyv na zmenu stavebno-technického stavu mostného objektu určeného hlavnou prehliadkou. Stavebnotechnický stav mosta má vplyv na zaradenie mostného objektu do niektorej zo skupín naliehavosti opráv, a na jeho umiestnenie v poradí v skupine. Určuje sa podľa TP 01/2010.

6.3.5 Koncepcný návrh opravy alebo rekonštrukcie, a predpokladané náklady

Uvedú sa stručné návrhy na odstránenie nevyhovujúceho stavu s hrubým odhadom finančných nákladov a porovnaním jednotlivých variant.

Príloha č. 1

Zadávací list diagnostiky

Mostný objekt:

Ev.č. mosta:

A. Celkové pôsobenie mosta		Poznámky:	
<input type="checkbox"/>	Zmeranie trvalých deformácií - geodeticky		
<input type="checkbox"/>	Zmeranie trvalých deformácií - presný 3D scan konštrukcie		
<input type="checkbox"/>	Identifikácia príčin porúch spodnej stavby (zlá údržba, prúdiaca voda, zatekanie...)		
<input type="checkbox"/>	Identifikácia príčin porúch nosnej konštrukcie (zlá údržba, zatekanie, doprava...)		
<input type="checkbox"/>	Identifikácia príčin porúch častí mostného zvršku (zlá údržba, doprava, nehody...)		
<input type="checkbox"/>	Kontrola zmien statickej schémy		
<input type="checkbox"/>	Zisťovanie veľkosti stáleho zaťaženia		
<input type="checkbox"/>	Zisťovanie a popis vplyvu účinku dopravy		
<input type="checkbox"/>	Iné:		
B. Spodná stavba		Poznámky:	
Kontrola rozmerov spodnej stavby	<input type="checkbox"/>	Opory a krídla	
	<input type="checkbox"/>	Medziľahlé podpery	
	<input type="checkbox"/>	Základy ak sú prístupné	
	<input type="checkbox"/>	Základy, vyžaduje odkopanie kontrolných sond	
	<input type="checkbox"/>	Kontrola hrúbky opôr	
	<input type="checkbox"/>	Kontrola hrúbky krídiel mosta	
Kontrola pôsobenia účinkov vody na základy a dno toku	<input type="checkbox"/>	Informatívny vizuálny prieskum vplyvu tečúcej vody na spodnú stavbu	
	<input type="checkbox"/>	Doplňujúci podrobný prieskum stavu založenia a spodnej stavby pod vodou	Počet kontrol, podpier:
	<input type="checkbox"/>	Zisťovanie tvaru dna pod mostom a výšky vodnej hladiny	
	<input type="checkbox"/>	Zisťovanie porúch spodnej stavby od podzemnej vody	
Konštrukčný materiál betón, železobetón	<input type="checkbox"/>	Betón - materialové charakteristiky - pevnosť nedeštruktívne	
	<input type="checkbox"/>	Betón - materialové charakteristiky - pevnosť deštruktívne na povrchu	
	<input type="checkbox"/>	Betón - materialové charakteristiky - pevnosť deštruktívne na vzorkách	
	<input type="checkbox"/>	Betón - zisťovanie porúch betónov od zatekania	
	<input type="checkbox"/>	Betón - meranie a mapovanie trhlín, celoplošne	
	<input type="checkbox"/>	Betón - meranie hrúbky skarbonizovaného betónu	
	<input type="checkbox"/>	Betón - meranie obsahu chloridov v krycej vrstve	
	<input type="checkbox"/>	Betón - Diagnostikovanie stavu a porúch ochranných náterov a omietok	
	<input type="checkbox"/>	Betón - Diagnostikovanie stavu a porúch obkladov	
	<input type="checkbox"/>	Betón - Zistenie hrúbky obkladu	
	<input type="checkbox"/>	Betón - Kontrola stavu ochranných náterov	
	<input type="checkbox"/>	Betón - Meranie vodonepriepustnosti krycej vrstvy	
	<input type="checkbox"/>	Betón - Celoplošná identifikácia porúch povrchov betónu (potreba sanácie betónu)	
	<input type="checkbox"/>	Výstuž - druh, poloha, počty a profily prútov - opora (driek a úložný prah)	
	<input type="checkbox"/>	Výstuž - druh, poloha, počty a profily prútov - podpery (driek a úložný prah)	
	<input type="checkbox"/>	Výstuž - druh, poloha, počty a profily prútov - základy	
	<input type="checkbox"/>	Výstuž - zistenie materiálových charakteristík na odobratých vzorkách	
	<input type="checkbox"/>	Výstuž - korozívny úbytok	
	<input type="checkbox"/>	Výstuž - meranie hrúbky krycej vrstvy betónu	
Konštrukčný materiál murivo	<input type="checkbox"/>	Kontrola rozmerov konštrukcie, druhu a vlastností prvkov muriva	
	<input type="checkbox"/>	Kontrola stavu, kvality a porúch spojovacieho materiálu	
	<input type="checkbox"/>	Zisťovanie vplyvu zatekania na konštrukciu	
	<input type="checkbox"/>	Mapovanie a meranie trhlín	
	<input type="checkbox"/>	Vizuálne zistenie porúch ochranných omietok a náterov vrátane zistenia ich druhu a hrúbky	
<input type="checkbox"/>	Zistenie porúch obkladu spodnej stavby		
<input type="checkbox"/>	Iné:		

C. Nosná konštrukcia		Poznámky:	
Kontrola rozmerov nosnej konštrukcie	<input type="checkbox"/>	Celá nosná konštrukcia - vonkajšie rozmery	
	<input type="checkbox"/>	Vnútorne rozmery komôrok, hrúbky stien a dosiek komôrkového prierezu	
	<input type="checkbox"/>	Vnútorne komory neprístupné, požiadavka na zhotovenie vstupov zhotoviteľom diag. Popis požiadavky na vytvorenie vstupov:	
Konštrukčný materiál betón, železobetón	<input type="checkbox"/>	Betón - materialové charakteristiky - pevnosť nedeštruktívne	
	<input type="checkbox"/>	Betón - materialové charakteristiky - pevnosť deštruktívne na povrchu	
	<input type="checkbox"/>	Betón - materialové charakteristiky - pevnosť deštruktívne na vzorkách	
	<input type="checkbox"/>	Betón - zistenie rovnomernosti betónu v nosnej konštrukcii (pevnosť a modul pružnosti)	
	<input type="checkbox"/>	Betón - zisťovanie porúch betónov od zatekania	
	<input type="checkbox"/>	Betón - meranie a mapovanie trhlin, celoplošne	
	<input type="checkbox"/>	Betón - zisťovanie porúch stykových škár prefabrikovaných dielcov	
	<input type="checkbox"/>	Betón - meranie hrúbky skarbonizovaného betónu	
	<input type="checkbox"/>	Betón - meranie obsahu chloridov v krycej vrstve	
	<input type="checkbox"/>	Betón - Diagnostikovanie stavu a porúch ochranných náterov a omietok	
	<input type="checkbox"/>	Betón - Meranie vodonepriepustnosti krycej vrstvy	
	<input type="checkbox"/>	Betón - Meranie plynopriepustnosti	
	<input type="checkbox"/>	Betón - Meranie pórovitosti	
	<input type="checkbox"/>	Betón - Celoplošná identifikácia porúch povrchov betónu (potreba sanácie betónu)	
	<input type="checkbox"/>	Výstuž - hruh, poloha, počty a profily prútov - viditeľné povrchy	
	<input type="checkbox"/>	Výstuž - druh, poloha, počty a profily - horný povrch (pod vozovkou)	
	<input type="checkbox"/>	Výstuž - zistenie materiálových charakteristik na odobratých vzorkách	
	<input type="checkbox"/>	Výstuž - korozívny úbytok	
	<input type="checkbox"/>	Výstuž - meranie hrúbky krycej vrstvy betónu	
	<input type="checkbox"/>	Predp. výstuž - kontrola stavu injektáže káblových kanálikov - deštruktívne	Počet:
	<input type="checkbox"/>	Predp. výstuž - kontrola stavu inj. kábl. kan. - komb. deštr. a nedeštr. (radar, röntgen)	Počet:
	<input type="checkbox"/>	Predp. výstuž - kontrola korózie	
	<input type="checkbox"/>	Predp. výstuž - kontrola stavu kotiev	
<input type="checkbox"/>	Predp. výstuž - zistenie stavu predpätia		
<input type="checkbox"/>	Predp. výstuž - zistenie veľkosti napätia v kábloch a lanách		
<input type="checkbox"/>	Predp. výstuž - kontrola ochrany voľných káblov		
<input type="checkbox"/>	Predp. výstuž - kontrola kotevných blokov a deviátorov		
Konštrukčný materiál oceľ	<input type="checkbox"/>	Identifikovanie porúch spojovacích prvkov	
	<input type="checkbox"/>	Zistenie a klasifikácia korózie konštrukcie	
	<input type="checkbox"/>	Meranie korozívnych úbytkov konštrukcie	
	<input type="checkbox"/>	Meranie a mapovanie trhlin v konštrukcii a spojoch	
	<input type="checkbox"/>	Meranie deformácií častí prvkov konštrukcie (vydutie steny, dýchanie steny, klopenie...)	
	<input type="checkbox"/>	Kontrola a celoplošné zmapovanie rozmerov, druhu a kvality spojovacích prvkov	
	<input type="checkbox"/>	Kontrola stavu ochranných náterov a povlakov	
	<input type="checkbox"/>	Zistenie hrúbky ochranných náterov a povlakov	
Konštrukčný materiál murivo	<input type="checkbox"/>	Kontrola rozmerov konštrukcie, druhu a vlastností prvkov muriva	
	<input type="checkbox"/>	Kontrola stavu, kvality a porúch spojovacieho materiálu	
	<input type="checkbox"/>	Zisťovanie vplyvu zatekania na konštrukciu	
	<input type="checkbox"/>	Mapovanie a meranie trhlin	
	<input type="checkbox"/>	Vizuálne zistenie porúch ochranných omietok a náterov vrátane zistenia ich druhu a hrúbky	
<input type="checkbox"/> Iné:			

D. Mostný zvršok		Poznámky:
<input type="checkbox"/>	Zistenie rozmerov prvkov mostného zvršku	
<input type="checkbox"/>	Meranie nivelety a sklonov na moste (geodetické meranie)	
<input type="checkbox"/>	Meranie nivelety a sklonov na moste (latou)	
<input type="checkbox"/>	Meranie hrúbok a druhu vrstiev mostného zvršku a vozovky - jadrové odvrty	Počet:
<input type="checkbox"/>	Plošná identifikácia povrchových porúch most. zvršku (hydroiz., vyrovn. bet., vozovka) - vizuálne, celý most	
<input type="checkbox"/>	Plošná identifikácia podpovrchových porúch most. zvršku (hydroizol., vyr. bet., vozovka) - radar, celý most	
<input type="checkbox"/>	Zisťovanie porúch ríms, chodníkov a šácht	
<input type="checkbox"/> Iné:		

E. Ložiská, kĺby a iné uloženia		Poznámky:
<input type="checkbox"/>	Zistenie typov osadených ložísk, zistenie smerovania ložísk, identifikácia kĺbov a iných uložení mosta	Celý most
<input type="checkbox"/>	Zistenie momentálneho stavu posunov a deformácií ložísk pri aktuálnej teplote	
<input type="checkbox"/>	Zisťovanie porúch konštrukcie a funkcie ložísk	Celý most
<input type="checkbox"/>	Iné:	

F. Mostné závery		Poznámky:
<input type="checkbox"/>	Identifikácia druhov a typov MZ a kontrola podmienok ich fungovania	
<input type="checkbox"/>	Kontrola geometrie a rozmerov MZ	
<input type="checkbox"/>	Zisťovanie porúch MZ	
<input type="checkbox"/>	Iné:	

G. Odvodnenie mosta		Poznámky:
<input type="checkbox"/>	Zistenie a overenie počtu odvodňovačov na moste	
<input type="checkbox"/>	Zisťovanie rozmerov prvkov odvodnenia	
<input type="checkbox"/>	Zisťovanie porúch viditeľných prvkov odvodnia	
<input type="checkbox"/>	Zisťovanie porúch neprístupných prvkov odvodnia	
<input type="checkbox"/>	Kontrola prietočnosti potrubí a množstva usadenín v potrubiach (endoskop)	
<input type="checkbox"/>	Iné:	

H. Ostatné vybavenie mosta		Poznámky:
<input type="checkbox"/>	Vizuálne zisťovanie porúch mostného vybavenia a príslušenstva	
<input type="checkbox"/>	Zistenie cudzích zariadení na moste	
<input type="checkbox"/>	Vizuálne zisťovanie porúch cudzích zariadení na moste	
<input type="checkbox"/>	Zistenie stáleho zariadenia na moste	
<input type="checkbox"/>	Iné:	

I. Okolie mosta		Poznámky:
<input type="checkbox"/>	Podrobná prehliadka okolia mostného objektu, identifikácia zdrojov znečistenia, skládok odpadu, vegetácie a porastov	
<input type="checkbox"/>	Identifikácia príčin porúch svahov	
<input type="checkbox"/>	Zisťovanie porúch odtoku vody z okolia mosta	
<input type="checkbox"/>	Zisťovanie porúch koryta toku pod mostom	
<input type="checkbox"/>	Zistenie možného zdroja bludných prúdov	
<input type="checkbox"/>	Meranie veľkosti bludných prúdov pôsobiacich na konštrukciu	
<input type="checkbox"/>	Znečistenie pod mostom a v okolí mosta, identifikácia a popis znečistenia	
<input type="checkbox"/>	Iné:	

J. Požiadavky na ďalší obsah dokumentácie - samostatné prílohy		Poznámky:
<input type="checkbox"/>	Úprava klasifikácie stavebno-technického stavu mosta na základe výsledkov diagnostiky	
<input type="checkbox"/>	Statický prepočet mosta	
<input type="checkbox"/>	Stanovenie zostatkovej životnosti mosta podľa metodického pokynu SSC	
<input type="checkbox"/>	Návrh a odporúčania na zvýšenie životnosti a únosnosti, vrátane uvedenia výhod, nevýhod, orientačných výmer a okrajových podmienok jednotlivých navrhovaných variant	
<input type="checkbox"/>	Orientačný odhad nákladov na opravu, alebo rekonštrukcie	
<input type="checkbox"/>	Iné:	

K. Doplnujúce údaje ku zadaniu diagnostiky		Poznámky:
<input checked="" type="checkbox"/>	Uzatvorenie sond po odberoch vzoriek z vozovky a obnova pôvodnej funkcie vozovky	
<input checked="" type="checkbox"/>	Uzatvorenie sond po odbere vzoriek betónov a výstuží a obnova pôvodnej funkcie krycej betónovej vrstvy	
<input type="checkbox"/>	Vybudovanie vzťažných a pozorovacích bodov pre dlhodobé sledovanie mosta (v zmysle STN 73 0415)	Počet: (min. 2)
<input type="checkbox"/>	Vytvorenie zjednodušenej PD mostného objektu	
<input type="checkbox"/>	Iné:	

Vysvetlivky: - nepožadovaný úkon - požadovaný úkon

Dátum:

Vypracoval:

Kontakt:

Príloha 2

DIAGNOSTICKÉ METÓDY NA ZISŤOVANIE VLASTNOSTÍ MOSTOV, MONITOROVANIE MOSTOV

OBSAH

1	Všeobecné	3
2	Zisťovanie konštrukčno-geometrických parametrov.....	4
2.1	Rozmery prvkov, vzdialenosti úložných a podporných prvkov, niveleta mosta, statická schéma konštrukcie	4
2.2	Zisťovanie druhu, profilu, počtu a usporiadania prvkov betonárskej a predpínacej výstuže a hrúbky krycej vrstvy výstuže	4
2.3	Veľkosť stáleho zaťaženia – hrúbka vozovky	4
3	Zisťovanie mechanicko-fyzikálnych vlastností konštrukčných materiálov	5
3.1	Pevnosť betónu v tlaku, ťahu a modul pružnosti betónu.....	5
3.1.1	Skúšky na jadrových vývrtoch	5
3.1.2	Vytrhávacie metódy	5
3.1.3	Nedeštruktívne skúšky	5
3.2	Rovnorodosť betónu.....	7
3.3	Vodonepriepustnosť betónu	7
3.4	Plynonepriepustnosť betónu	7
3.5	Obsah a veľkosť pórov v betóne	8
3.6	Odpor betónu proti preniknutiu agresívnych látok.....	8
3.7	Charakteristiky betonárskej výstuže.....	9
3.8	Charakteristiky predpínacej výstuže	9
3.9	Pevnostné charakteristiky muriva	10
3.10	Vlastnosti spojiva	10
3.11	Pevnostné charakteristiky konštrukčnej ocele.....	10
3.12	Vlastnosti ochranných náterov a povlakov.....	11
4	Premiestnenia bodov konštrukcií	11
4.1	Priehyby mostných konštrukcií.....	11
4.2	Posuny a pootočenia prvkov.....	12
5	Stav napätostí v konštrukcií a jej prvkoch.....	13
5.1	Spôsobu zisťovania napätosti v betóne	13
5.2	Metódy uvoľňovania napätí	13
5.2.1	Metóda plochého lisu (zárez)	14
5.2.2	Metóda hranolového výrezu.....	14
5.2.3	Metóda jadrového vývrtnu	14
5.3	Zisťovanie stavu napätosti pomocou merania pomerných pretvorení.....	14
5.4	Napätosť v betonárskej a predpínacej výstuži.....	15
5.5	Napätosť v nesúdržných vonkajších kábloch a v závesoch.....	16
5.6	Napätosť v konštrukčnej oceli.....	16
5.7	Teplotný gradient v prierezocho.....	17
6	Monitorovanie mostov	17
6.1	Dlhodobé monitorovanie mostov	17
6.2	Krátkodobé monitorovanie mostov	17
6.2.1	Prehľad základných metód monitorovania mostov z hľadiska konštrukcie mosta	18
6.2.2	Prehľad základných metód monitorovania mostov z hľadiska sledovanej poruchy	18
6.2.3	Projekt monitoringu mostného objektu	20
7	Zaťažovacie skúšky mostov	21
8	Využitie modálnej analýzy pri monitorovaní konštrukcií	21

1 Všeobecné

Obsahom tejto prílohy je prehľad metód, ktorými sa overujú vlastnosti konštrukcie, a sleduje sa chovanie mostov pod vplyvom vonkajších účinkov v priebehu ich životnosti.

Vlastnosti, ktoré sa sledujú, možno rozdeliť do niekoľkých skupín:

A konštrukčno-geometrické parametre:

1. rozmery prvkov,
2. vzdialenosti podporných a úložných prvkov,
3. niveleta konštrukcie,
4. statická schéma konštrukcie,
5. druh, profil, počet, usporiadanie prvkov betonárskej a predpínacej výstuže,
6. veľkosť stáleho zaťaženia.

B mechanicko-fyzikálne vlastnosti konštrukčných materiálov:

1. kvalitatívne charakteristiky betónu:
 - a) pevnosť betónu v tlaku, v ťahu a modul pružnosti betónu,
 - b) rovnorodosť betónu,
 - c) vodonepriepustnosť,
 - d) odolnosť voči prenikaniu plynov,
 - e) štruktúra betónu,
 - f) odolnosť betónu voči agresívnym látkam.
2. charakteristiky betonárskej výstuže,
3. charakteristiky predpínacej výstuže,
4. pevnostné charakteristiky kamenného a tehlového muriva,
5. vlastnosti spojiva pri murovaných mostoch,
6. pevnostné charakteristiky konštrukčnej ocele,
7. vlastnosti ochranných povlakov a náterov.

Pri sledovaní chovania sa mostov sa zisťujú:

A premiestnenia bodov konštrukcií:

1. priehyb mostných konštrukcií a konštrukčných prvkov,
2. posun a nakláňanie prvkov a konštrukcií,
3. kmitanie prvkov a konštrukcií.

B stav napätosti v konštrukcii a jej prvkoch:

1. napätosť v betóne,
2. napätosť v betonárskej a predpínacej výstuži,
3. napätosť v nesúdržných vonkajších kábloch a v závesoch,
4. napätosť v konštrukčnej oceli,
5. teplotný gradient v prierezoch.

V rámci sledovania chovania sa konštrukcie sa zisťujú uvedené parametre pri súčasnom zaznamenávaní účinkov meniaceho sa zaťaženia. Z hľadiska trvania sledovania rozlišujeme sledovanie:

- a) dlhodobé,
- b) krátkodobé.

Z hľadiska pôsobiaceho zaťaženia a účinkov pôsobiacich na konštrukciu rozlišujeme:

- a) sledovanie konštrukcie pri bežnom prevádzkovom zaťažení a vonkajších účinkoch,
- b) sledovanie konštrukcie pri umele vyvolanom zaťažení.

Medzi sledovania, pri umelo vyvolanom zaťažení patria:

- a) statické zaťažovacie skúšky,

- b) dynamické skúšky,
- c) modálna analýza.

2 Zisťovanie konštrukčno-geometrických parametrov

2.1 Rozmery prvkov, vzdialenosti úložných a podporných prvkov, niveleta mosta, statická schéma konštrukcie

Rozmery prvkov sa stanovujú buď priamo alebo nepriamo. Priame spôsoby predstavuje kontaktné premeranie vhodnými meracími prístrojmi pre meranie dĺžok resp. uhlov (posuvné meradlo, meter, pásma, uhlomer, libela atď.).

Nepriame spôsoby merania sú metódy geodetické. Inžinierska geodézia disponuje dnes radom klasických, ale aj moderných metód, využívajúcich laserové lúče a počítačové spracovanie nameraných údajov.

Vzdialenosti úložných a podporných prvkov (ložiská, kĺby, rámové stojky a pod.) sa môžu merať priamo na menších mostoch a v prípade, že sú prístupné. Inak sa používajú geodetické metódy.

Niveleta mosta sa určí výškovým zameraním pomocou nivelácie. Výškové zameranie konštrukcie je dôležité z hľadiska projektovania opravy pre návrh odvodnenia, dráhy voľne vedených káblov a pod.

Statická schéma konštrukcie je okrem rozmerov daná aj spôsobom uloženia a podoprenia nosnej konštrukcie. Okrem charakteru uloženia a podoprenia je dôležité, v akom stave sú úložné a podporné prvky, prípadne v akom rozsahu sú schopné fungovať. Môže sa totiž stať, že pri prekročení funkčného rozsahu sa zmení statická schéma konštrukcie (napr. vyradenie funkcie kĺbu pri väčšom zaťažení a pod.).

2.2 Zisťovanie druhu, profilu, počtu a usporiadania prvkov betonárskej a predpínacej výstuže a hrúbky krycej vrstvy výstuže

Pri týchto prácach sa kombinuje použitie deštruktívnych a nedeštruktívnych metód.

Na hľadanie zabudovanej výstuže sa používajú prístroje pracujúce na princípe elektromagnetizmu alebo ultrazvuku. Výrobcovia ich označujú rôznymi názvami ako profometre, pachometre, covermetre a pod.

Štandardný profometer pozostáva z meracieho prístroja a sondy, ktorá sa pohybuje po betónovom povrchu. Podľa druhu zisťovania sa použijú rozdielne typy sond, ktoré umožňujú stanoviť:

- a) polohu výstuže,
- b) profil výstuže,
- c) hrúbku krycej vrstvy.

2.3 Veľkosť stáleho zaťaženia – hrúbka vozovky

Veľkosť stáleho zaťaženia je dôležitá z hľadiska stanovenia zaťažiteľnosti objektu. Premenným parametrom býva často hrúbka vozovky, ktorá sa mení pri opravách.

Hrúbku a materiálové zloženie vozovky je najjednoduchšie zistiť jadrovým vývrtom. Objemová hmotnosť materiálov sa stanovuje odmeraním objemu a odvážením vzorky. Objem sa stanoví napr. ponorením vzorky do kalibrovannej nádoby s vodou.

3 Zisťovanie mechanicko-fyzikálnych vlastností konštrukčných materiálov

3.1 Pevnosť betónu v tlaku, ťahu a modul pružnosti betónu

Na zistenie uvedených vlastností sú známe a používané viaceré metódy, ktoré sa môžu zhruba rozdeliť do dvoch skupín, na metódy: deštruktívne, nedeštruktívne.

Deštruktívne metódy predpokladajú odber vzorky betónu z konštrukcie, alebo taký spôsob zisťovania vlastností pri ktorom dôjde k porušeniu betónu.

3.1.1 Skúšky na jadrových vývrtoch

Vzorky sa z konštrukcie odoberajú pomocou jadrovej vrtačky. Jadrový vývrt sa musí najskôr upraviť t. j. zrezať na vhodnú dĺžku a taktiež sa musia upraviť konce valca, aby sa dosiahla rovnobežnosť rovín prechádzajúcich koncovými plochami. Valce sa potom skúšajú pod laboratórnym lisom. V prípade, že sa zisťuje statický modul pružnosti, valce sa testujú v skúšobnom zariadení, ktoré okrem merania vnášanej sily umožňuje merať i zmenu dĺžky vzorky.

Názory na minimálne rozmery odobratých vývrtov prešli zložitým vývojom. Niektoré predpisy požadovali min. priemer 100 mm a dĺžku valca rovnajúcu sa 2D. Odber takejto vzorky je nielen náročný ale znamená aj oslabenie konštrukcie najmä ak je tenkostenná. Existuje tu tiež riziko, že dôjde k navrtaniu výstuže. Na základe experimentálnych skúšok a porovnávaní sa neskôr pripustili i jadrové vývrty min. priemeru 50 mm. Tzv. Microcore technique pracuje s vývrtmi priemeru 28 mm dĺžky 100 mm a 200 mm. Súčasťou aparatury je aj prenosný lis, umožňujúci skúšky v teréne. Treba konštatovať, že akákoľvek skúška na jadrovom vývrte má väčšiu výpovednú hodnotu ako skúšky nedeštruktívne. Betónová vzorka totiž reprezentuje materiál na povrchu i v hĺbke. Presnosť je závislá na použití overených prevodových vzťahov z valcovej pevnosti na kockovú, pre daný prípad tvaru skúšanej vzorky.

Dôležitou veličinou je i modul pružnosti. Statický modul pružnosti možno zistiť na zariadení, ktoré meria okrem sily i vzdialenosť tlačných plôch. Ak sa skúša na zariadení, ktoré neumožňuje merať vzdialenosť tlačných plôch, môžu sa merať pomerné deformácie betónu pomocou nalepených odporových tenzometrov.

3.1.2 Vytrhávacie metódy

K deštruktívnym skúšobným metódam, ktoré ako základnú charakteristiku zisťujú pevnosť betónu v ťahu v povrchových vrstvách patria odtrhové metódy. Ich podstatou je, že z povrchu betónu sa pomocou lisu ťahá skúšobná oceľová platnička, ktorá je buď vopred zabetónovaná alebo dodatočne uchytená do povrchovej vrstvy. V odbornej literatúre sa metóda používajúca vopred zabetónované telieska označuje ako PULL-OUT-TEST metóda používajúca dodatočne inštalované telieska ako CAPO-TEST. Telieska sa vytrhávajú pomocou ručných mechanických alebo hydraulických lisov. Vytrhávacie zariadenie je vybavené meradlom ťahovej sily.

3.1.3 Nedeštruktívne skúšky

Existuje rad metód a príslušných zariadení, ktoré boli vyvinuté na nedeštruktívne skúšanie pevnosti betónu. Najpoužívanejšie sú metódy tvrdomerné a ultrazvukové.

Tvrdomerné metódy sú založené na silovom vtlačaní oceľového telesa do cementového kmeňa a meraní vzniknutého odtlačku alebo odrazu. Typickým reprezentantom sú Schmidtové kladivká. Kladivko udiera na povrch betónu silou predpísanej veľkosti a meranou veličinou je veľkosť odrazu.

Presnosť merania je závislá na viacerých okolnostiach. Sú to najmä:

- a) presnosť kladivka,
- b) príprava skúšobných miest,
- c) postup merania,
- d) počet meraní,

- e) použitý kalibračný vzťah,
- f) vyhodnotenie meraní.

Presnosť kladivka v rozhodujúcej miere ovplyvňuje stav úderníkovej pružiny. Tá sa má po 2000 úderoch kladivka rektifikovať, resp. vymeniť. Odborné pracovisko vydáva na overené kladivko certifikát. V priebehu uvedeného intervalu sa presnosť kladivka overuje na skúšobnej kovadline. Ak presnosť nie je dostatočná, kladivko sa nemôže použiť.

Príprava skúšobných miest sa musí vykonať v súlade s príslušnými predpismi (s STN 73 1373). Miesto musí byť obrúsené na kamenné zrná. Odstránená musí byť skarbonizovaná alebo skorodovaná vrstva.

Postup merania je daný minimálnym počtom meraných miest, manipuláciou s kladivkom a záznamom veľkosti odrazu. Vhodné sú kladivka s registráciou na papierový pás, alebo s digitálnym ukazovateľom, napojeným na pamäťovú jednotku.

Kalibračný vzťah predstavuje závislosť na prepočet nameranej hodnoty na pevnosť v tlaku. Do vzťahu vstupujú parametre ako vek a vlhkosť betónu. Spresnenie základného vzťahu možno dosiahnuť porovnaním s výsledkom získaným deštruktívnou skúškou.

Vyhodnotenie meraní predstavuje štandardný, normou stanovený postup. Je dôležité, aby sa pri vyhodnotení správne zaznamenávali parametre (veľkosť odrazu a sklon kladivka), aby sa dodržal postup pri štatistickom spracovaní nameraných hodnôt.

Napriek skutočnosti, že sa jedná o nedeštruktívnu metódu a overuje sa kvalita betónu v povrchovej vrstve, metóda je pomerne nenáročná. Týmto spôsobom sa dá získať rozsiahly súbor dát. Pre zatriedenie betónu do príslušnej kvalitatívnej triedy je vo väčšine prípadov metóda plne dostačujúca.

Z ultrazvukových nedeštruktívnych metód je najrozšírenejšia metóda, založená na meraní rýchlosti prieniku ultrazvukových impulzov. Meranou veličinou je čas, za ktorý vysielaný impulz prenikne medzi vysielacou a prijímacou sondou prístroja.

Rýchlosť prenikania vln je daná vzťahom:

$$v = (S/t) \times 10^6, \quad (\text{m/s}) \quad (1)$$

kde:

- v je rýchlosť v (m/s),
- S vzdialenosť medzi vysielacou a prijímacou sondou,
- t čas v (μs).

Pre bežné betóny sa rýchlosť pohybuje v intervale (4000 – 4800) m/s. Rýchlosť šírenia impulzov ovplyvňujú trhliny, výstuž, nehomogenita betónu a pod. Metóda preto slúži aj na diagnostikovanie porúch.

Z meraní na neporušenom betóne sa stanoví dynamický modul pružnosti betónu podľa vzťahu:

$$E = \frac{v^2 \rho (1 + \nu)(1 - 2\nu)}{1 - \nu}, \quad (\text{MPa}) \quad (2)$$

kde:

- E je dynamický modul pružnosti v (MPa),
- ρ objemová hmotnosť v (kg/m^3),
- ν Poissonovo číslo.

Presnosť merania je závislá od výberu meraného miesta a správneho postupu merania. Rýchlosť šírenia sa impulzov ovplyvňujú poruchy v betóne a prechod impulzov výstužou. Preto je potrebné merať v oblastiach, kde sa poruchy nevyskytujú a tak, aby dráha vln neprechádzala výstužou.

Pri vlastnom meraní je dôležité, aby bol zabezpečený kontakt medzi betónom a meracími sondami. Betón musí byť hladký (ak je potrebné, tak sa plocha vybrúsi) a kontakt sa zabezpečuje vrstvou kontaktnej pasty.

Ultrazvukové prístroje sa kalibrujú pomocou kalibračných valcov.

Prednosťou metódy je jej nedeštruktívny charakter a možnosť vykonania veľkého súboru meraní. Vlastnosti betónu, ako sú pevnosť v tlaku, statický modul pružnosti sa však nemerajú priamo, ale ich hodnoty sa získavajú odvodením zo zistenej hodnoty dynamického modulu pružnosti. Vzťahy pre odvodenie nemajú 100 % obecnú platnosť pre všetky druhy betónov. Zistenia sú preto informatívne.

Spresnenie možno dosiahnuť použitím kombinácie metód tvrdomerných a ultrazvukových. Tento spôsob upravuje STN 73 1374. Z praktických skúseností ho možno odporučiť v tých prípadoch, keď nie je možné spresniť kalibračný vzťah pri vyhodnotení tvrdomerných skúšok pomocou výsledkov skúšok pevností v tlaku na jadrových vývrtoch.

3.2 Rovnorodosť betónu

Kvalita betónu nie je ovplyvnená len skladbou čerstvého betónu, ale tiež kvalitou jeho spracovania pri ukladaní a ošetrovaní. Nerovnomerná kvalita betónu, či už je dôsledkom použitia betónu rozdielneho zloženia, alebo nezvládnutá technológia vlastnej betonáže, môže výrazne ovplyvniť celkovú tuhosť konštrukcie a jej chovanie sa pri zaťažení. Pri kontrole rovnorodosti betónu je možné využiť metódy pre nedeštruktívne stanovenie pevnosti resp. modulu pružnosti. Rovnorodý betón by mal mať také vlastnosti, aby ho bolo možné pri vyhodnotení skúšok zaradiť do jednej triedy. Na kontrolu rovnorodosti betónu a súčasne na zistenie prípadných skrytých porúch sa používajú metódy založené na princípe merania rýchlosti prenikajúcich vln. Používajú sa vlny:

- a) ultrazvukové,
- b) akustické,
- c) radarové.

V súčasnej dobe zaznamenávajú tieto metódy výrazný rozvoj. Výhodou týchto metód je ich rýchlosť a nedeštruktívnosť, pričom postačuje prístup ku konštrukciám len z jednej strany. Nevýhodou je mnohokrát náročná interpretácia výsledkov, z čoho vyplýva potreba veľmi skúsenej obsluhy týchto prístrojov. Výsledky môže taktiež skresľovať rozdielna vlhkosť betónu, chloridy, veľká hustota výstuže, priveľká hrúbka konštrukcie, alebo slabý výkon zariadenia. Odporúča sa pred začatím merania vykonať do konštrukcie sondu, ktorá bude slúžiť ako pomôcka pre kalibráciu a prípravu prístroja.

3.3 Vodonepriepustnosť betónu

Korozívne pochody v betonárskej a predpínacej výstuži prebiehajú za prítomnosti vlhkosti. Tá sa dostáva k výstuži cez trhliny, alebo cez kryciu vrstvu. Bezpečná konštrukcia vyžaduje aby absorpčná schopnosť betónu krycej vrstvy bola čo najnižšia. Princíp skúšobnej metódy pre terénne použitie spočíva v tom, že na povrch krycej vrstvy sa upevní zvon. Ten sa spojí so zásobníkom vody a meria sa pokles hladiny. Aby bolo meranie čo najpresnejšie je zásobníkom vody pipeta so stupnicou, alebo sa na zvon pripevní kapilárna trubica. Detaily prevedenia skúšky upravujú príslušné predpisy alebo návody výrobcov skúšobných prístrojov.

3.4 Plynonepriepustnosť betónu

Vo svete je známych a používaných niekoľko metód zisťovania absorpčnej schopnosti betónu voči plynom avšak väčšina aplikácií je vhodná skôr pre laboratórne použitie. Princíp jednej skupiny metód,

vhodných pre prevádzkované konštrukcie, spočíva v tom, že do povrchovej vrstvy sa vyvrtá otvor v ktorom sa osadí špeciálny utesnený difuzér. Ten je napojený na nádržku s manometrom, do ktorej prichádza skúšobný plyn z bomby. Nádržka sa naplní plynom na požadovaný tlak. Potom sa uvoľní ventil k zvonu a meria sa pokles tlaku za predpísanú časovú jednotku, resp. meria sa čas, za ktorý tlak plynu poklesne o určitú hodnotu. Ako skúšobný plyn sa používa najčastejšie kyslík, alebo dusík. Iný spôsob predstavuje vytvorenie vákua pod zvonom a sledovanie jeho poklesu za zvolený časový interval. Tento postup je vhodnejší, nakoľko zvon je spojený s povrchom automaticky vytvoreným podtlaku.

3.5 Obsah a veľkosť pórov v betóne

Pri zisťovaní príčin niektorých porúch sa ukázalo, že jeden z dôležitých faktorov, ovplyvňujúci napr. priľnavosť izolačnej vrstvy k podkladu je obsah a veľkosť pórov v betóne. Obsah vzduchových pórov sa zisťuje na odobratých vzorkách pomocou laboratórnych metód (porozimetria). Tvar a veľkosť pórov je možné posúdiť na úlomkoch betónu na snímkach úlomkov betónu s 50 - 100 násobným zväčšením zhotovených pomocou elektrónového mikroskopu.

3.6 Odpor betónu proti preniknutiu agresívnych látok

Betón mostných konštrukcií sa nachádza v prostredí, ktoré naň pôsobí agresívne. Zdrojom agresivity sú plynné a kvapalné látky rozličného pôvodu.

Zdrojom kvapalných agresívnych látok, ak neuvažujeme havárie cisterien a pod., sú predovšetkým vo vode rozpustené rozmrazovacie soli, z ktorých prenikajú do betónu chloridové ióny. Ďalšie zdroje kvapalných agresívnych látok sú dané špecifickou situáciou a polohou objektu. Zistilo sa pôsobenie kyseliny siričitej, vzniknutej reakciou vzdušného oxidu siričitého so zrážkovou vodou, pôsobenie kyseliny dusičnej z rozpustených priemyselných hnojív, ale aj úniky kvapalín z potrubí, nachádzajúcich sa v mostoch (termálna voda z vysokým obsahom síry a pod.).

Z plynných látok betón atakuje predovšetkým oxid uhličitý, ktorý sa nachádza v ovzduší, ďalej výfukové plyny a produkty chemických závodov.

Z hľadiska pôsobenia agresívnych plynov je pre mosty rozhodujúce pôsobenie oxidu uhličitého, ktorý spôsobuje karbonizáciu betónu. Karbonizácia je premena oxidu resp. hydroxidu vápenatého na uhličitan vápenatý pôsobením vzdušného oxidu uhličitého. Čerstvý zatvrdnutý betón má alkalitu vyššiu ako 12,5 pH. V priebehu prevádzky oxid uhličitý zo vzduchu preniká kapilárnymi pórmí do povrchových vrstiev betónu a reaguje s hydroxidom vápenatým na uhličitan vápenatý. V bežných podmienkach, ak je koncentrácia CO₂ vo vzduchu 0,03 % klesá alkalita povrchových vrstiev na hodnotu pH pod 9,0. Karbonizácia nie je pre nevystužený betón nebezpečná. Vo vystuženom betóne dochádza vplyvom karbonizácie k strate pasivácie prostredia a vznikajú podmienky pre vznik korózie výstuže. Na hraničnú hodnotu pri ktorej sa vytvára priaznivé prostredie pre vznik korózie nie je jednotný názor a tieto hodnoty sa pohybujú medzi 9,5 pH - 10,5 pH. Rýchlosť postupu karbonizácie je ovplyvnená jednak koncentráciou CO₂, ale predovšetkým priestupnosťou kapilárneho systému a vlhkosťou betónu.

Pre nevystužený betón nepredstavuje karbonizácia nebezpečenstvo. Iné je to v prípade vystuženého betónu. Strata pasivačnej schopnosti v krycej betónovej vrstve vytvára prostredie, v ktorom v prípade súčinnosti ďalších faktorov (prítomnosť kyslíka a vlhkosti) vzniká korózia ocelevej výstuže. Pri korózii ocelových vložiek dochádza k zväčšovaniu ich objemu a vzniku prídavných napätí. Tie môžu viesť až k vzniku trhlín a v krajnom prípade i k odlupovaniu betónu.

Odolnosť betónu proti karbonizácii sa zisťuje meraním hĺbky skarbonizovaného betónu. Sú známe závislosti postupu karbonatácie na čase, z ktorých sa dá odvodiť, či postup karbonatácie zodpovedá bežnému štandardu, alebo je neprimeraný.

Hĺbka skarbonizovaného betónu sa stanovuje laboratórne pomocou mikroskopických pozorovaní na elektronickom scaneri alebo sa používa jednoduchšia metóda, založená na sledovaní pH na odobratej vzorke betónu. Hodnota pH sa zisťuje na jadrovom vývrte jeho nástrekom kvapalným indikátorom so známou hodnotou farebného prechodu. Treba zdôrazniť, že sledovanie sa musí vykonať na čerstvo odobratom vývrte. Povrch staršej vzorky môže byť už po 4 h celý skarbonizovaný.

Podrobnejšie údaje o sledovaní karbonizácie betónu, ktorá sa považuje za poruchu sú uvedené v Prílohe 3 týchto TP.

Odolnosť betónu voči prenikaniu agresívnych kvapalných látok možno hodnotiť najjednoduchšie porovnávaním. Z konštrukcie je možné odobrať vzorky betónu a tieto vystaviť pôsobeniu agresívnej kvapaliny spolu so vzorkami betónu, pripravenými z čerstvého betónu štandardného zloženia. Po skončení pôsobenia sa na vzorkách zistí, do akej hĺbky a s akou intenzitou agresívne látky prenikli. Pri laboratórnom hodnotení je možné vykonať analýzu metódami analytickej chémie a je možné zistiť i obsah cementu, stratu žiháním a pod. Tento postup sa však volí iba v ojedinelých prípadoch. Najčastejšie sa betón konštrukcie posudzuje na prienik chloridových iónov metódami in situ. Tie sú v podstate totožné s metódami zisťovania porúch týkajúcich sa tzv. chloridovej korózie betónu a sú podrobnejšie popísané v metódach diagnostikovania porúch.

V posledných rokoch boli vyvinuté zabudované snímače na dlhodobé sledovanie korózie betónu. Snímače pracujú na princípe, že ich kovové časti začnú korodovať, ak v okolitom betóne vznikne korozívne prostredie. Korodujúci ocelový prvok súčasne zmení svoje elektrické vlastnosti. Aby bolo možné sledovať postup korozívneho prostredia smerom od povrchu betónu až k výstuži, zhotovujú sa snímače s viacerými snímacími prvkami usporiadanými tak, že majú rôznu vzdialenosť od povrchu. Takýto snímač sa umiestňuje na výstuž a umožňuje dlhodobo monitorovať kryciu vrstvu a jej pasivačnú schopnosť.

3.7 Charakteristiky betonárskej výstuže

Z hľadiska posudzovania napr. únosnosti konštrukcie je dôležité poznať jej vystuženie. Okrem informácií o počte, priemere a tvare vložiek výstuže je potrebné poznať i jej pevnostné charakteristiky a to predovšetkým pevnosť v ťahu. Na mostoch, postavených v povojnovom období, je možné zistiť druh výstuže jej obnažením a zistením povrchovej úpravy, ktorá je pre daný druh výstužnej ocele charakteristická. Na hladkých výstužniach najmä v mostoch budovaných v predvojnovom období je situácia zložitejšia. Pre stanovenie pevností je potrebné odobrať vzorky výstuže z miest, kde to nebude znamenať oslabenie prierezu. Ak je výstuž napadnutá koróziou, tak sa súčasne stanoví oslabenie prierezu po tom, ako sa vzorka zbaví korózie. Pevnosť sa stanoví v trhacom laboratórnom lise. Konce výstuže sa uchytia v kotevných prípravkoch, ktoré nesmú na vložke spôsobiť neprípustné vruby.

Vplyv korózie betonárskej výstuže je významný z hľadiska oslabenia účinného profilu a zvyčajne nemá vplyv na pevnosť v ťahu. Veľkosť neskorodovanej časti profilu v prípade intenzívnej korózie nie je možné stanoviť nedeštruktívne. Obnaženie výstuže v krajných vrstvách však nebýva problematické, nakoľko betón býva účinkom rozpínania korozívnych produktov porušený a v rámci opravy sa aj tak neskôr odstráni.

3.8 Charakteristiky predpínacej výstuže

Ako predpínacie vložky sa v starších mostoch vyskytujú káble z patentového drôtu a v mladších tiež sedemdrôtové laná a predpínacie tyče. Vzhľadom na skutočnosť, že patentový drôt sa v minulosti používal s jednou triedou pevnosti, zdanlivo by sa zdalo, že pre posúdenie konštrukcie stačí poznať profil a počet drôtov. Toto platí v prípade, že povrch vložiek je dokonale chránený pred koróziou. Ak sa na výstuži vyskytuje korózia, ktorá predstavuje oslabenie profilu, dochádza vplyvom interkryštalickej korózie aj k zníženiu pevnosti. Na základe našich poznatkov je toto zníženie pevnosti nepodstatné v prípade, ak je to jemná nesúvislá, povrchová a ľahko odstrániteľná korózia. Jamková korózia, alebo súvislá povrchová korózia spôsobujú zníženie pevnosti.

Pri stanovení skutočnej pevnosti predpínacích drôtov napadnutých koróziou je možné vychádzať buď z výsledkov starších skúšok a predpokladané zníženie pevnosti odvodiť zo stupňa korózie, alebo odobrať vzorky drôtov a vykonať laboratórne skúšky v trhacom stroji. Ak sa podarí odobrať vzorky dostatočnej dĺžky je možné zistiť i pracovný diagram výstuže.

3.9 Pevnostné charakteristiky muriva

Klenbové murované mosty, či už kamenné alebo tehlové, patria k najstarším. Ak je potrebné poznať materiálové charakteristiky prvkov muriva, nutné je odobrať vzorku muriva. Pevnosť tehlového muriva je možné stanoviť Schmidtovým tvrdomerom typu LB alebo prístrojom pre stanovenie pevnosti tehlového muriva, čo je vlastne upravená vŕtačka, ktorou sa zisťuje počet otáčok potrebných pre dosiahnutie určitej hĺbky vrtu a odvodené sa stanovuje pevnosť.

V prípade deštruktívnych skúšok kamenného muriva je najjednoduchšie odvrtať valce priemeru 50 mm - 55 mm a vykonať skúšku na pevnosť v tlaku pod lisom.

V prípade deštruktívnych skúšok tehlového muriva sa vyberú z konštrukcie podľa možnosti celé tehly. Ak sa použijú časti, musia sa ich plochy opracovať. Pevnosť v tlaku sa zisťuje bežným spôsobom stláčaním pod lisom. Ak to situácia dovolí a je možné vybrať blok muriva (tehly spojené maltou) skúša sa pevnosť celého bloku.

3.10 Vlastnosti spojiva

Pevnosť spojovacej malty je možné zistiť v niektorých prípadoch pomocou Schmidtovho kladivka typu P alebo PT. Pevnosť malty je možné stanoviť tiež prístrojom na skúšanie spojiva, ktorým je vŕtačka so špeciálnou úpravou. Sledovanými veličinami je počet otáčok a hĺbka vrtu. Z týchto údajov sa odvodí pevnosť materiálu.

Pri chemickej analýze spojiva sa malta rozdrví a zistia sa vlastnosti ako obsah kameniva, obsah vápenných častí, obsah cementu a prípadne iné špeciálne látky anorganického, či organického pôvodu.

3.11 Pevnostné charakteristiky konštrukčnej ocele

Pevnostné charakteristiky ocele, potrebné pre prepočet mostu, sa stanovujú na základe zistenia druhu ocele. Druh ocele je možné stanoviť napr. tvrdomernou skúškou, meraním modulu pružnosti na konštrukčnom prvku alebo skúškou na pevnosť v ťahu na odobratej vzorke.

Na meranie tvrdosti sa používajú metódy:

Brinelova - do materiálu sa vtlačá oceľová guľička,
Vickersova - do materiálu sa vtlačá diamantový kužeľ,
Rockwelova - do materiálu sa vtlačá diamantový kužeľ, alebo oceľová guľička.

Pri týchto metódach sa vtlačacia sila vyvodzuje postupne a meria sa veľkosť odtlačku. V našich pomeroch rozšírené Poldi-kladivko sa vyznačuje tým, že sila pôsobí rázom. Uvedené metódy umožňujú stanoviť tvrdosť a na základe nej pevnosť ocele v ťahu.

Statický modul pružnosti sa zisťuje zaťažovaním prvku, ktorý je jednoznačne definovateľný, napr. konzola a meraním pomerných deformácií alebo priehybov. Z výpočtových vzťahov sa zo známej veľkosti zaťažovacej sily a hodnôt pretvorenia stanoví statický modul pružnosti a odvodia sa ostatné vlastnosti. Dynamický modul pružnosti sa zistí obdobne ako v betóne, ultrazvukovou metódou.

Pre laboratórnu skúšku pevnosti v ťahu je potrebné z konštrukcie odobrať vzorky a tieto upraviť tak, aby mali po celej dĺžke konštantný prierez. Skúška sa robí v trhacom lise a dá sa zistiť nielen pevnosť v ťahu, ale aj pracovný diagram materiálu. Za týmto účelom sa na oceľ nalepia min. dva odporové tenzometre a nimi sa zmeria veľkosť pomernej deformácie.

3.12 Vlastnosti ochranných náterov a povlakov

Ochranné nátery a povlaky významnou mierou prispievajú k trvanlivosti mostného objektu. Z hľadiska ich hodnotenia a rozhodovaní o tom, či je možné na starý náter naniesť nový náter alebo povlak, je dôležitá jeho neporušenosť a priľnavosť k podkladu. Priľnavosť sa zisťuje odtrhovým prístrojom. Na ohraničenú plochu sa nalepí skúšobný terčik kruhového prierezu a ťahá sa pomocou skúšobného odtrhového prístroja pričom sa meria veľkosť prídržnej sily. Hrúbku povlaku, alebo náteru je možné zistiť pomocou ultrazvuku, prípadne pri oceľových konštrukciách pomocou magnetickej indukcie.

Funkčnosť vodonepriepustnosti náteru sa overuje podobne ako vodonepriepustnosť betónu.

4 Premiestnenia bodov konštrukcií

Mostná konštrukcia, ak je chápaná z geometrického hľadiska ako sústava elementárnych geometrických prvkov, sa počas výstavby i v prevádzke neustále mení. Premiestnenia jednotlivých bodov sú informáciou nielen o očakávaných zmenách (napr. zmeny účinkom vnesenia predpínacej sily, sadaním základových konštrukcií, reologickými vlastnosťami betónu a pod.), ale aj o zmenách, ktoré sú vyvolané poruchami konštrukcie, alebo zmenami vlastností okolia stavby.

Merané premiestnenia môžeme rozdeliť do troch skupín:

- a) priehyby mostných konštrukcií a konštrukčných prvkov,
- b) posuny a pootočená prvkov a konštrukcií,
- c) kmitanie prvkov a konštrukcií.

4.1 Priehyby mostných konštrukcií

Meranie priehybov predstavuje meranie zmien deformačnej čiary konštrukcie alebo prvku vo zvislej rovine. Sledujú sa vlastne zvislé posuny bodov deformačnej čiary. Vlastné meranie je možné vykonať kontaktné alebo bezkontaktné. V oboch prípadoch je priehyb vzťahovaný k tzv. pevnému bodu, t. j. bodu, ktorého poloha sa v čase nemení.

V prípade kontaktného spôsobu je meraný bod s pevným bodom spojený. Zmena ich vzájomnej polohy sa meria buď mechanickým snímačom, alebo elektronickým snímačom posunu. V prípade nosnej konštrukcie mostov tvoria sústavu meracích bodov miesta na povrchu konštrukcie a to spravidla tie, kde sa predpokladajú maximálne účinky. Pevné body sa nachádzajú v kolmých priemetoch na povrchu terénu. Vlastné meracie zariadenia sa nachádzajú buď na konštrukcii, alebo na teréne. Spojenie sa najčastejšie realizuje pomocou oceľového drôtu. Osadenie snímača musí byť také, aby stále zabezpečovalo jeho kolmý smer. Vedenie drôtu musí byť vyriešené tak, aby nedochádzalo k zmene jeho dĺžky.

Mechanické snímače posunu sa dnes používajú menej často. Jedná sa o rôzne typy meradiel pri ktorých sa zvislý posun prenáša zväčšené na kruhovú stupnicu, kde sa odčítava.

Elektronické snímače posunu sú založené na princípe premeny zmeny polohy na zmenu niektorej elektrickej veličiny. Rozoznávame snímače:

- a) indukčné,
- b) potenciometrické.

Pri výbere vhodného typu snímačov je potrebné zohľadniť:

- a) miesto a čas trvania meraní,
- b) predpokladaný rozsah meraných posunov.

Bezkontaktný spôsob merania predstavujú geodetické metódy. Na sledovanú konštrukciu sa osadia geodetické značky, ktorých tvar zodpovedá použitej geodetickej metóde. Spravidla sa volia značky

zhotovené z trvanlivého materiálu, aby ich bolo možné použiť opakovane. Posun značiek sa meria geodetickými prístrojmi. Presnosť merania je závislá na použitej metóde a druhu zariadenia.

Prednosťou geodetických metód je, že nevyžadujú osadenie pevného bodu pod meraným bodom, čo je výhodné, ak sa nachádza mostný objekt nad prekážkou, kde nie je pevný bod možné osadiť (vodný tok, hlboké údolie, cesta, alebo železnica s premávkou počas meraní). Časovo sú však náročnejšie a spravidla neposkytujú okamžité výsledky merania.

Z hľadiska rýchlosti merania a pohotovosti ako aj schopnosti rýchleho poskytnutia výsledkov sú najvýhodnejšie postupy, keď sa priehyby merajú pomocou elektronických snímačov posunu. Tie je možné napojiť na zbernicu a meráciu centrálu s okamžitým záznamom meraných veličín. Prepojením na počítač je možné získať ako číselné tak i grafické spracovanie výsledkov.

Pri vyhodnocovaní meraní je dôležité, aby sa z nameraného údaju zistila tá hodnota, ktorá zodpovedá sledovanému javu. napr. pri krátkodobom meraní je priehyb určitého bodu daný zaťažením pôsobiacim na konštrukciu. Účinkom zaťaženia nedôjde len k priehybu nosnej konštrukcie, ale napr. aj k stlačeniu ložísk, sadnutiu spodnej stavby a pod. Navyše vlastný priehyb je funkciou všetkých pôsobiacich druhov zaťaženia (ťaž vozidiel, teplota). Z tohto dôvodu je potrebné ostatné vplyvy samostatne sledovať napr. pri zaťažení konštrukcie sústavou vozidiel sa po určitej časovej perióde výsledný priehyb rovná:

$$w_c = w + w_{\Delta t} + w_{\Delta s}, \quad (\text{mm}) \quad (3)$$

kde:

w_c je celkový nameraný priehyb (mm),

w_p priehyb od účinkov zaťaženia vozidlami (mm),

$w_{\Delta t}$ priehyb od účinkov zmeny teploty (mm),

$w_{\Delta s}$ priehyb pod účinkov sadania ložísk a podpier (mm).

Ak nás zaujíma odozva konštrukcie na známe zaťaženie vozidlami w_p , tú musíme vypočítať zo vzťahu:

$$w_p = w_c - w_{\Delta t} - w_{\Delta s} \quad (\text{mm}) \quad (4)$$

Hodnoty $w_{\Delta t}$ a $w_{\Delta s}$ sa vypočítajú z nameraných hodnôt sadania a zmien teploty v prierezoch konštrukcie.

4.2 Posuny a pootočenia prvkov

Meraním posunov a pootočení sa spravidla overuje funkčnosť konštrukčných prvkov alebo sa zisťuje účinok vonkajších zaťažení a vplyvov a následná reakcia konštrukcie.

Posun možno definovať ako zmenu vzdialenosti dvoch sledovaných bodov. Body sú vybrané tak, aby umožnili sledovaný jav preukázateľne definovať. Typickými príkladmi merania posunov je pohyb ložísk, zmena šírky dilatačnej škáry a pod. Používaná prístrojová technika je z časti identická s tou, ktorá sa používa pri meraní priehybov. Vo väčšine prípadov sa používajú kontaktné metódy. Geodetické metódy sa používajú hlavne pri meraní posunov spodných stavieb mostov.

Kontaktné meracie zariadenia delíme na:

- a) mechanické,
- b) elektronické.

K štandardným meracím zariadeniam na meranie posunov patria deflektometry, ktoré majú u nás zaužívaný názov indikátorové hodinky. Ich presnosť je 0,001 mm alebo 0,01 mm. Pre spojenie s meranými bodmi je potrebné inštalovať prídavné zariadenia (stojany, vodiace tyčky a pod.). Pre každé

meracie miesto je potrebné samostatné a pevne inštalované zariadenie, čo znevýhodňuje ich použitie v prípade väčšieho súboru meracích miest.

V takomto prípade sú výhodnejšie príložné snímače - príložné deformometre. Majú rôznu dĺžku meracej základne od 50 mm do 300 mm. Meracia základňa na konštrukcii sa vytvorí nalepením terčikov, ktoré musia byť tvarovo prispôbené meracím hrotom príložného deformometra. V mechanickom príložnom deformometri sa odmeraná zmena vzdialenosti hrotov prenáša na indikátorové hodinky buď priamo alebo v určitom definovanom zväčšení.

Pre meranie posunov v dlhších časových intervaloch je dôležité, ako je zabezpečená teplotná stabilita meracieho zariadenia. V prípadoch ak prístroje nie sú zhotovené z tepelne stabilného materiálu, musí byť meranie doplnené o kompenzačné meranie na tepelne stabilnej základni (napr. sklenej tyči).

Na meranie posunov sa používajú konštrukčne rovnaké elektronické snímače, ako pre meranie priehybov. Snímače môžu byť rovnako ako pri mechanických prístrojoch pevne uchytené na konštrukciu, alebo môžu byť na príložnej meracej základni.

Na meranie pootočenia t. j. zmeny uhla definovanej priamky sa používajú mechanické alebo elektronické libely. V druhom prípade môžu byť libely aj v ťažko prístupných miestach a namerané údaje sa môžu okamžite spracovať.

Na meranie pootočenia od zvislej roviny sa používajú snímače tzv. kyvadlá. Zvislý smer je určovaný gravitačným pohybom kyvadla. Odklon sledovaného bodu spôsobuje zmenu polohy kyvadla voči základni kyvadla.

5 Stav napätostí v konštrukciách a jej prvkoch

5.1 Spôsoby zisťovania napätostí v betóne

Napätosť v betóne je možné sledovať viacerými metódami. Všeobecne treba konštatovať, že sú to náročné meračské techniky, a to ako z hľadiska vybavenia tak i obsluhy. Metódy a zariadenia je možné deliť z viacerých hľadísk. Podľa toho, či sa jedná o metódy priameho merania napätosti, alebo sprostredkovaného zisťovania cez meranie pomerných deformácií poznáme metódy priame a nepriame.

Podľa polohy snímačov rozoznávame merania napätosti:

- a) na povrchu konštrukcie,
- b) vo vnútri konštrukcie.

Z hľadiska časového použitia poznáme:

- a) metódy jednorazové,
- b) metódy pre opakované meranie,
- c) metódy pre dlhodobé sledovanie.

5.2 Metódy uvoľňovania napätí

Táto skupina metód umožňuje jednorazové zistenie napätosti v betóne. Ich princíp je založený na umelom zásahu do konštrukcie, ktorý spôsobí, že v určitom mieste nastane nulová napätosť. Táto zmena sa prejaví deformáciou na povrchu betónu a práve meraním tejto deformácie sa stanovuje veľkosť pôvodnej napätosti. Prednosťou týchto metód je, že určujú absolútnu hodnotu napätosti.

Podľa spôsobu zásahu do konštrukcie rozoznávame metódy pri ktorých použijeme:

- a) zárez,
- b) hranolový výrez,
- c) jadrový vývrt.

5.2.1 Metóda plochého lisu (zárez)

Zásah do konštrukcie predstavuje vytvorenie zárezu kotúčovou pílou. Predtým ako sa vytvorí vlastný zárez sa kolmo na os zárezu osadia terčíky pre meranie pomerných pretvorení a odčíta sa pomocou príložného deformometra stav I. vytvorením zárezu v tvare kruhového vrchlíka dôjde k uvoľneniu napätia a k zmene polohy terčikov na stav II. v tomto stave sa do zárezu vloží plochy lis. Zväčšovanie tlaku v lise sa prenáša do okolia zárezu a spôsobuje zmenu dĺžky meracích základní vymedzených terčikmi. Táto sa počas zväčšovania tlaku v lise priebežne sleduje a vyhodnocuje. Ak veľkosť deformácií nameraná na základniach základní dosiahne opätovne stav I, predpokladá sa, že napätie, ktoré vyvodzuje lis, sa rovná pôvodnému napätiu v betóne.

Presnosť metódy ovplyvňuje hĺbka zárezu. S vyššou hrúbkou sa dosahuje aj vyššia presnosť. Metóda je obzvlášť vhodná pre murované konštrukcie, prípadne pre prvky z prostého betónu. V prípade železobetónových konštrukcií je problém vyhnúť sa porušeniu prútov betonárskej výstuže.

5.2.2 Metóda hranolového výrezu

Možno ju aplikovať pri meraní napätosti v doskových prvkoch. Na konštrukcii sa vyznačí štvorcová plocha min. 200 mm x 200 mm. Do vnútra plochy sa nalepí ružica z odporových tenzometrov, ktorá sa dôkladne zaizoluje proti vlhkosti a odčíta sa stav I. Pomocou kotúčovej píly sa vyznačený hranol vypílí z konštrukcie. Dôjde k úplnému uvoľneniu napätí, čo sa prejaví zmenou deformačného stavu na povrchu (stav II). Zmena sa odmeria pomocou odporových tenzometrov, tvoriacich trojsmernú ružicu a určia sa hlavné napätia zo známych hodnôt pomerných deformácií a modulu pružnosti. Tieto napätia majú rovnaký smer avšak opačné znamienko, ako pôvodné napätia v konštrukcii.

Použitie metódy je obmedzené, nakoľko predstavuje výrazný zásah do konštrukcie a prichádza do úvahy pri rezaní technologických otvorov a pod.

5.2.3 Metóda jadrového vývrtu

Z uvedených metód uvoľňovania napätí je najprepracovanejšia a pre stanovenie napätosti v betónových mostoch najpoužívanejšia. Zásah do konštrukcie, predstavujúci uvoľnenie napätí, je jadrový vývrt optimálne 100 mm, min. 50 mm. Pred vyvrtaním jadra sa okolo predpokladaného vrtu osadí zvonku tenzometrická ružica. Táto sa dôkladne zaizoluje proti vplyvu vlhkosti a odmeria sa stav I. Meranie pokračuje počas vrtania až do uvoľnenia jadra. Hĺbka vrtu musí spĺňať podmienku, že sa rovná minimálne dvojnásobku priemeru vrtu. Vyhodnotenie meraní je o niečo zložitejšie, nakoľko úplné uvoľnenie napätosti sa vyskytuje iba na okraji vrtu, kým tenzometre zasahujú do okolitej oblasti, kde sa napätie znižuje postupne. Stanovenie napätí sa stanovuje na základe teoreticky odvodených a experimentálne overených vzťahov.

Pre zabezpečenie požadovanej presnosti merania (0,25 MPa) je dôležité presne stanoviť veľkosť modulu pružnosti a v sledovanom reze vykonať viac meraní. Na stanovenie veľkosti statického modulu pružnosti je možné využiť odobratý jadrový vývrt.

Najčastejší spôsob využitia tejto metódy je zisťovanie tlakovej rezervy v priereze t. j. stanovenie účinnosti predpätia. Zistené napätie v sebe zahŕňa účinky, ktoré sú viac menej stabilizované (vlastná tiaž, predpätie, objemové zmeny betónu a pod.) a účinky, ktoré sa výrazne menia počas krátkej doby (dopravné zaťaženie, teplota).

V prípade kratších mostov (do cca 30 m) preto nie je možné meranie konať za premávky, v prípade dlhších mostov je nutné zabrániť vytvoreniu zhluku vozidiel na moste počas meraní. Taktiež je potrebné zistiť priebeh teplôt v jednotlivých prierezoch, výpočtom určiť napätie od teploty a jeho veľkosť od zistenej hodnoty napätia odpočítať.

5.3 Zisťovanie stavu napätosti pomocou merania pomerných pretvorení

V závislosti na spôsobe merania pomerných deformácií poznáme metódy merania pomocou odporových tenzometrov, strunových a optických vláknových tenzometrov. Tenzometre môžu byť umiestnené vo vnútri konštrukcie alebo na povrchu. Metóda nám umožňuje získať relatívne hodnoty a

je preto nutné, aby sa zo zahájením meraní začalo už počas výstavby. Je preto potrebné vypracovať merací program. Vo vybraných miestach konštrukcie sa na jeho základe osadia tenzometre, ktoré sa periodicky sledujú a vyhodnocujú.

Z výsledkov meraní je možné:

- a) verifikovať výpočtový model konštrukcie,
- b) definovať účinky zaťaženia a porovnať s predpokladmi,
- c) zaregistrovať výskyt porúch, prejavujúcich sa zmenami deformačného a napätostného stavu.

Odporové tenzometre pracujú na princípe zmeny prierezu a tým aj elektrického odporu vo vodiči, ktorý je vystavený pozdĺžnemu ťahu alebo tlaku. Tenzometre, ktoré sa zabudovávajú do betónu sú uložené v ochrannom puzdre, ktorého vonkajší povrch je členitý, aby bolo zabezpečené dokonalé spolupôsobenie s betónom. Tieto tenzometre sa osadzujú do konštrukcie pred jej betonážou a musia byť spoľahlivo fixované v stanovenej polohe.

Tenzometre, ktoré sa upevňujú na povrch, majú odporové drôtičky alebo pásiky zatavené v plastickej fólii a na povrch konštrukcie sa upevňujú lepením. Proti vonkajším vplyvom sa chránia rôznymi druhmi izolácie.

Kvalitné odporové tenzometre si udržiavajú trvalo rovnaké elektrické vlastnosti a je preto možné ich použiť i na dlhodobé sledovanie bez nutnosti stáleho napojenia na meraciu aparatúru.

Strunové tenzometre pracujú na princípe, že deformácia koncov tenzometra sa prenáša na napnutú strunu a tá mení frekvenciu kmitania. Aby bolo možné túto frekvenciu zmerať, musí mať tenzometer budiace cievky, ktoré vyvolajú rozkmitanie struny a meracie cievky, ktoré zmerajú frekvenciu jej kmitania.

Väčšina strunových tenzometrov je konštruovaná na zabetónovanie v konštrukcii. Pre zabezpečenie stálosti polohy musia byť riadne fixované o betonársku výstuž.

Povrchovo osadené strunové tenzometre sa upevňujú najčastejšie pomocou skrutiek a hmoždiniek. Ojedinele sa používajú i strunové príložné tenzometre. Tieto sa nasadzujú na meraciu základňu vymedzenú dvojicou na povrch konštrukcie nalepených terčiek. Nakoľko odmeranie vyžaduje určitý čas tenzometer nestačí na základňu priložiť, ale musí byť v danej polohe krátkodobo fixovaný.

Tenzometre z optických vlákien fungujú na princípe merania zmeny dĺžky optického vlákna spojeného s konštrukciou, ktoré sa prejaví na zmene času odrazu svetelného impulzu.

Ak chceme získať údaje pre stanovenie účinkov konkrétneho zaťaženia, vplyvu, alebo poruchy, je potrebné určiť zložky napätia od ostatných účinkov. Sú to najmä objemové zmeny betónu a teplota.

Za týmto účelom sa pri ukladaní betónu do debnenia vyrobia skúšobné trámiky so snímačmi rovnakého typu, ktoré sú uložené v prostredí identickom so sledovanou konštrukciou. Trámiky sú buď nezaťažené (na nich sa sleduje zmrašťovanie betónu) alebo sú v klietkach s konštantne pôsobiacou centrickou tlakovou silou (na nich sa sleduje dotvarovanie betónu).

Pre vyhodnotenie stavu napätosti je ešte potrebné poznať modul pružnosti, ktorý sa zisťuje skúšaním trámikov pod lisom a zisťovaním pracovného diagramu.

5.4 Napätosť v betonárskej a predpínacjej výstuži

Podobne ako v prípade napätosti v betóne je i napätosť vo výstuži možné merať jednorázovo počas prevádzky krátkodobo nasadenou meracou technikou, alebo trvalo osadenými zariadeniami, ktoré sa inštalujú pred betonážou.

Do druhej skupiny patria tenzometre, ktoré je možné nalepiť na betonársku i predpínaciu výstuž. Používajú sa malé odporové tenzometre. Na predpínacie drôty a laná sa inštalujú tenzometre so základňou 1 mm - 2 mm. Tieto sa musia inštalovať pod lupou.

Do tejto skupiny patria i magneto-elastické snímače, ktoré sa navlečú na prepínací kábel. Zmena napätosti sa prejavuje okrem iného aj zmenou magneticko-hysterézných vlastností ocele. Snímač má budiace a snímacie vinutie a meria relatívnu napätosť. Ak máme vzorku nenapnutej výstuže rovnakej kvality, je potom možné určiť nulové čítanie s určitou presnosťou dodatočne.

Tzv. inteligentné káble obsahujú v konštrukcii lana alebo zväzku drôtov tenzometrický drôt, alebo optický káblik. Zmena napätosti sa prejaví v prvom prípade zmenou elektrického odporu, v druhom prípade zmenou rýchlosti šírenia svetelného impulzu. Obidva systémy merajú relatívne hodnoty a je preto potrebné vykonať východiskové meranie nezaťaženého kábla.

Dodatočné stanovenie stavu napätosti v predpínacej výstuži vyžaduje jej obnaženie na určitom úseku. Predpínaciu silu je možné stanoviť zo sily potrebnej na vychýlenie drôtu alebo lana na určitú výchylku (metóda priečnej deformácie). Na vyvodenie sily a odmeranie výchylky sa používajú profesionálne meracie prístroje. Metódu možno použiť iba na relatívne prístupných kábloch. Pri vytvorení sondy dôjde k porušeniu ich ochrany. Sondu je preto potrebné počas merania chrániť a ihneď po skončení merania uzavrieť a obnoviť ochranné funkcie.

V prípade samostatne vedených predpínacích drôtov bola použitá metóda merania difrakcie (lomu) röntgenových lúčov. Bolo zistené, že lom lúčov, prechádzajúcich oceľovou predpätou výstužou je v závislosti na veľkosti ťahového napätia. Použitie metódy je náročné na vybavenosť a obsluhu a jej aplikácia je obmedzená.

5.5 Napätosť v nesúdržných vonkajších kábloch a v závesoch

Nesúdržné vonkajšie káble majú významnú prednosť, že sú kontrolovateľné a dopínateľné. To isté platí aj pre závesy zavesených mostov. Kontrolovať možno i veľkosť predpínacej sily. Použiteľné sú už uvedené metódy ako metóda priečnej deformácie a magnetoelastické snímače. Pri voľne vedených kábloch a závesoch sa využíva aj skutočnosť, že medzi dvoma bodmi uchytenia majú tieto káble možnosť voľne kmitať. Frekvencia kmitania je vo funkčnej závislosti na veľkosti predpínacej sily. Tento efekt sa využíva pri meraní sily meraním frekvencie kábla alebo závesu pomocou snímača frekvencie, osadeného na kábel.

Kmitanie sa vyvolá vonkajším impulzom. Presnosť metódy sa zvýši, ak sa vzťah pre zistenie sily z nameranej frekvencie modifikuje na základe kalibračného merania na vzorke kábla v skúšobnom prostredí so súčasným meraním veľkosti sily priamou metódou.

5.6 Napätosť v konštrukčnej oceli

Pre rozdelenie a možnosti použitia jednotlivých metód platí členenie uvedené v časti o metódach merania napätosti v betóne. Najrozšírenejšie sú metódy zisťovania napätosti pomocou merania pomerných deformácií, kde sa používajú lepené strunové tenzometre. Výhodou ocele je jej homogénny charakter, a preto môžu byť základne tenzometrov veľmi malé, čo umožňuje ľahšie dosiahnuť ich spoľahlivú ochranu a taktiež cena snímačov je nižšia.

Pri meraniach sa zisťujú relatívne hodnoty napätosti t. j. hodnoty vzťahnuté k určitému východiskovému stavu (nulovému čítaniu).

Pre zistenie absolútnych hodnôt možno použiť metódu uvoľňovania napätí. Jej postup je identický s metódou uvoľňovania napätí jadrovým vývrtom. V prípade ocele je jej použitie jednoduchšie, nakoľko je možné použiť vrt malého priemeru a veľmi malé tenzometre. Najväčšiu pozornosť treba venovať vlastnému vrtaniu, ktoré musí byť prevedené tak, aby došlo k uvoľneniu napätia a nevznikli prídavné napätia od tepla a pod. Metódu môže aplikovať iba skúsené pracovisko.

5.7 Teplotný gradient v prierezoch

Účinkom zmien teploty vznikajú v mostných konštrukciách napätia a deformácie, ktoré svojou veľkosťou nie sú zanedbateľné a tvoria súčasť meraných výsledných hodnôt.

Ak sledujeme istý vybraný účinok, musíme od výsledných hodnôt hodnoty od teplotných účinkov odčítať. Aby sme tak mohli urobiť je potrebné definovať teplotné zaťaženie na konštrukciu. Teplotné zaťaženie je definované teplotnými gradientmi (priebehmi teplôt po výške, resp. šírke) v jednotlivých prierezoch konštrukcie.

Teplota sa sleduje pomocou zabudovaných teplomerov. Tieto môžu byť rôznej konštrukcie (termočlánky, odporové teplomery). Teplomery sa osadia do vyvítaných otvorov a vhodne upevnia. Merania sa uskutočňujú ako merania kontinuálne. Dôležité je aby boli merania vykonané v dostatočnom počte prierezov a meracích bodov. Problémy vznikajú niekedy pri masívnejších konštrukciách, kde je potrebné zisťovať teplotu nielen na povrchu, ale aj vo vnútri betónu. Teplota v betóne sa mení pomalšie ako teplota okolitého ovzdušia a navyše dôležitú úlohu zohráva účinok priameho slnečného žiarenia.

6 Monitorovanie mostov

Monitorovanie mostov je činnosť, ktorou sa sleduje ich chovanie. Vykonáva sa ako merania a zaznamenávanie vybraných vlastností a parametrov konštrukcií za určitú časovú periódu. Monitorovanie je programovaná činnosť t. j. riadi sa programom, v ktorom je definovaný účel meraní, technická realizácia vlastných meraní a predovšetkým spôsob ich zhodnotenia.

6.1 Dlhodobé monitorovanie mostov

Poskytuje najkomplexnejší obraz o vývoji konštrukcie. Jeho príprava a program sú súčasťou spracovania výrobných dokumentácie. Predstavuje súbor periodických sledovaní vybraných vlastností a prejavov konštrukcie od začiatku výstavby. Snímače sa môžu osadiť do budovanej konštrukcie, čo umožňuje nielen získať hodnoty z miest neskôr neprístupných, ale tiež zabezpečiť vyšší stupeň ochrany snímačov.

Opakovanými meraniami sa zaznamenávajú údaje na základe ktorých sa môžu:

- overiť výpočtový a návrhový model konštrukcie,
- overiť predpoklady výpočtu t. j. vybrané vlastnosti materiálov (napr. betón, oceľ) a konštrukčných prvkov (napr. predpínacie káble) a ich vzájomné väzby (napr. roznos predpínacej sily), zaťaženie konštrukcie,
- identifikovať prejavy porúch konštrukcie spôsobených projektom, alebo stavebným postupom,
- identifikovať prejavy porúch konštrukcie.

Získať z výsledkov meraní, ktoré sú súčasťou sledovania, také spracované informácie, ktoré môžu dať zodpovedné odpovede na uvedené okruhy problémov možno len ak sú splnené isté predpoklady:

- komplexnosť meraných údajov,
- presnosť meraných údajov,
- identifikovateľnosť a porovnateľnosť výsledkov.

6.2 Krátkodobé monitorovanie mostov

Používa sa najčastejšie na potvrdenie niektorých predpokladov chovania sa konštrukcie a pri analýze výskytu porúch. Predstavuje súbor meraní a pozorovaní konštrukcie nezaťaženej alebo konštrukcie s bežnou premávkou. Aplikuje sa meracia technika, ktorá sa spravidla natrvalo nezabudováva do konštrukcie.

Najčastejšie sa sledujú geometrické zmeny konštrukcie (priehyb, sadanie a nakláňanie opôr, posun konštrukcie v dilatáčnej škáre), prípadne šírky trhlín. Jedná sa o javy vyvolané zmenou alebo poruchou konštrukcie alebo zmenou vonkajšieho zaťaženia.

6.2.1 Prehľad základných metód monitorovania mostov z hľadiska konštrukcie mosta

Sledovanie konkrétnych geometrických a priestorových zmien mostných objektov nie je priamo závislé na druhu konštrukcie mostného objektu. Pri rôznych druhoch konštrukcií mostov sa však vyskytuje rôzny pomer medzi možnými deformáciami a posunmi v jednotlivých častiach mosta. Preto je potrebné pre prípadné porovnávanie nameraných hodnôt rôznych mostov, navzájom porovnávať mosty s rovnakou statickou schémou, s približne rovnakými rozmermi a približne rovnakým zaťažením.

Medzi hlavne sledované veličiny pri jednotlivých častiach mostov patrí:

Spodná stavba mosta:

- a) sledovanie sadania podpier a krídiel,
- b) sledovanie nakláňania podpier a krídiel,
- c) sledovanie rozvoja trhlín v spodnej stavbe (najmä zvislých, trhlín úložných prahov, trhlín pod ložiskami, trhlín v miestach zmeny hrúbky prvkov, ...).

Železobetónová a predpätá nosná konštrukcia:

- a) sledovanie priehybu konštrukcie a jej častí,
- b) sledovanie posunov konštrukcie,
- c) sledovanie rozvoja trhlín (ťahové a šmykové od zaťaženia v betóne, trhliny od nadmerných reologických zmien, trhliny od sústredeného tlaku a šmyku v blízkosti prvkov predpätia, ...),
- d) sledovanie napätosti v predpínacej výstuži,
- e) sledovanie kmitania a vibrácií nosnej konštrukcie mosta,
- f) sledovanie dilatačných posunov mosta.

Oceľová nosná konštrukcia:

- a) sledovanie priehybu konštrukcie a jej častí,
- b) sledovanie deformácií oceľových častí (deformácie od vzperu, deformácie od klopenia, deformácie od vydúvania a dýchania stien a dosiek, krútenie prvkov, ...),
- c) sledovanie rozvoja trhlín v základnom materiáli, a v spojoch,
- d) sledovanie napätosti v oceľových prvkoch a prípadnej predpínacej výstuži,
- e) sledovanie kmitania a vibrácií nosnej konštrukcie mosta,
- f) sledovanie dilatačných posunov mosta.

Kamenná nosná konštrukcia

- a) sledovanie tvarovej deformácií oblúkov a klenieb,
- b) sledovanie rozvoja prasklín (najmä praskliny od vznikajúceho ťahu pri spodnom okraji, ...).

6.2.2 Prehľad základných metód monitorovania mostov z hľadiska sledovanej poruchy

Medzi najzákladnejšie sledované charakteristiky objektu patrí:

- a) sledovanie sadania a náklonu mosta,
- b) sledovanie priehybu mosta,
- c) sledovanie rozvoja trhlín,
- d) sledovanie napätosti,
- e) sledovanie kmitania a vibrácií mosta,
- f) sledovanie dilatačných posunov mosta.

6.2.2.1 Sledovanie sadania, náklonu a priehybu mosta

Jedná sa o geodetickú metódu sledovania konštrukcie. Pri geodetických metódach je potrebné, aby spracovateľ monitoringu mal k dispozícii dva druhy pomocných bodov s ktorých pomocou vykonáva pozorovania. Prvou skupinou sú vzťažné body. Tieto musia byť osadené minimálne dva. Vzťažné body sa osadzujú tak, aby počas pozorovania pozorovateľ nespôsobil ako prekážka dopravy a mal dostatočný výhľad na všetky sledované body. Vzťažné body musia byť zhotovené v súlade s STN 73 0415. Musia byť osadené pevne v nemennej polohe mimo dosahu deformácií objektu. Druhú

skupinou sú body pozorovacie. Tieto body sa osadzujú priamo na sledovaný objekt, pričom na každý z týchto bodov musí byť výhľad aspoň z dvoch vzťažných bodov. Dôvodom je možnosť kontroly takto osadených bodov z viacerých pozorovacích stanovíšť. Je vhodné aby aj vzťažné body boli osadené tak, aby bola možná ich vzájomná kontrola. Toto kontrolné meranie polohy vzťažných bodov predchádza každému meraniu sledovanej konštrukcie.

Popis merania deformácií mostného objektu je popísaný aj v článku 3.3.1.1 týchto TP.

Osadenie vzťažných a pozorovacích bodov, ako aj frekvenciu merania sú definované v projekte monitoringu mostného objektu.

6.2.2.2 Sledovanie rozvoja trhlín

Najbežnejšia metóda sledovania rozvoja trhlín je osadzovanie sadrových terčikov. Krehký sadrový terčik dokonale ukotvený na konštrukciu reaguje prasknutím aj na najmenšie zväčšenie sledovanej trhliny. V sadre pritom vznikne vlásočnicová trhlina, sledovaním ktorej dostávame presný obraz o zväčšovaní sa sledovanej trhliny na moste. Pokiaľ ku roztrhnutiu terčika nedôjde jedná sa o takzvanú pasívnu trhlinu ktorá nie je pre daný objekt bezprostredne nebezpečná. Opačným prípadom sú aktívne trhliny ktoré sa roztvárajú. V prípade identifikovania takejto trhliny je potrebné zvýšiť pozornosť na dané miesto, merania pravidelne opakovať a prijať príslušné opatrenia.

Sadrové terčiky sú vrstvy sadry hrubé 3 mm - 8 mm, rozmerov (100 x 50 - 150 x 80) mm, prekryvajúce trhlinu. Vďaka svojej krehkosti sa sadra poruší už pri zväčšení šírky podkladnej trhliny o 0,05 mm - 0,1 mm. Terčik sa zhotovuje na čistý prebrúsený podklad, zväčša špachtľou zo sadry suchšej konzistencie. Meraniu a sledovaniu trhlín sa podrobnejšie venuje Príloha 3, článok 3.3 týchto TP.

Na meranie rozvoja trhlín je možné použiť aj iné metódy. Medzi tieto patrí najmä meranie zmeny šírky pomocou odporových tenzometrov (najmä na oceľových konštrukciách) a pomocou mechanických a digitálnych inklinometrov.

Rovnako ako pri deformáciách a geodetických meraniach rieši presné polohy pre osadenie meračských bodov, ako aj spôsob merania projekt monitoringu mostného objektu.

6.2.2.3 Sledovanie napätosti v konštrukciách

Sledovanie napätosti v oceľových prvkoch mosta a predpínacej výstuži patrí medzi náročnejšie merania. Na tento účel sa používajú najmä mechanické a elektronické silomery, odporové tenzometry a elastomagnetické snímače (EM). Výber vhodného zariadenia na monitorovanie napätosti podlieha viacerým faktorom. Patrí tu najmä možnosť prístupu k monitorovanému prvku, jeho veľkosť druh a tvar.

V súčasnej dobe sa na kritické prvky, ktoré je záujem dlhodobo sledovať umiestňujú meracie zariadenia ešte pred vnesením samotnej napätosti. Toto nám umožňuje sledovať priebeh napätosti v celej dĺžke trvania konštrukcie, vrátane doby počas prvotného zaťažovania. V prípade osadenia meracieho prvku dodatočne na už zaťaženú konštrukciu je možné sledovať iba zmeny napätia od bodu osadenia meracieho zariadenia.

6.2.2.4 Sledovanie kmitaní a vibrácií

Snímače na meranie kmitov a vibrácií najčastejšie využívajú princípy založené na elektrických metódach (odporové, indukčné, kapacitné meranie) merania, na magnetických metódach merania, optických metódach merania, prípadne iných špeciálnych princípoch. Najčastejšie sa meria zabudovanými prístrojmi, napr. tenzometrami (elektrické metódy merania), pričom sa sleduje zmena napätia v konštrukciách od ktorej sa prepočtom vypočíta vyvedená deformácia. Výsledkom meraní býva výchylka konštrukcie dosiahnutá pri kmitaní a frekvencia kmitania konštrukcie.

Samostatne je možné merať zrýchlenie kmitavého pohybu. Na toto meranie sa využívajú akcelerometre založené na rôznych princípoch (indukčné, optické, tepelné, ...).

6.2.2.5 Sledovanie dilatačných posunov mosta

Sledovanie dilatačných posunov mosta nám dáva dôležitú informáciu najmä o funkčnosti ložísk. Ak sú na moste nefunkčné ložiská, dochádza pri zmene teplôt a pri reologických procesoch betónu ku zmene uvažovanej statickej schémy mosta. Následne dochádza ku vzniku dodatočných vnútorných síl pôsobiacich na most.

Na meranie dilatačných posunov je možné použiť ukazovateľ pohybu umiestnený priamo na ložisku, je ich možné merať na posunoch mostných záveroch, alebo je možné použiť geodetické metódy. Odčítanie hodnoty posunu na ložisku z ukazovateľa pohybu je jednoduchá a presná metóda sledovania dilatačných posunov mosta. Pri meraní sa odčíta momentálna hodnota na ukazovateli posunu. Podobne sa postupuje pri odmeraní dilatačného posunu mostného záveru. V oboch prípadoch sa zároveň odmeria momentálna teplota vzduchu. V rámci vyhodnotenia merania sa porovná hodnota posunu pri nameranej teplote s tabuľkovou hodnotou vypočítanou pre dané ložisko, prípadne mostný záver sledovaného mosta. Geodetické sledovanie posunov sa vykonáva z vybudovaných vzťažných bodov, pričom sa sleduje premiestnenie polohy meračských bodov umiestnených v rovine ložísk. Taktiež sa odmeria momentálna teplota vzduchu. Táto metóda môže byť náročnejšia na dopočítanie výsledkov, nakoľko je potrebné zobrať do úvahy fakt, že priamka medzi meracím prístrojom a meračským bodom nemusí byť rovnobežná s osou dilatačných posunov mosta. Meranie sa najčastejšie opakuje v obdobiach, kedy sú najvyššie a najnižšie teploty vzduchu.

6.2.3 Projekt monitoringu mostného objektu

Každý úlohu monitoringu mostného objektu predchádza spracovanie projektovej dokumentácie monitoringu. Projekt monitoringu na základe ktorého sa monitorovanie vykonáva sa líši v závislosti od mostného objektu. Projekt monitoringu vypracuje projektant mostného objektu už počas jeho projektovania. Samotný projekt je neskôr súčasťou „Prevádzkového manuálu stavby“, ktorý je podľa TP 03/2006 súčasťou „Dokumentácie skutočnej realizácie stavby“.

Dokumentácia monitoringu je súbor písomnej a výkresovej dokumentácie, ktorá na úrovni dokumentácie na stavebné povolenie jednoznačne definuje ciele monitoringu, jeho prostriedky, spôsob vykonávania a hodnotenia výsledkov. V prípade požiadavky obstarávateľa aj prijímania opatrení.

V prípade ak sa jedná o novostavbu je súčasťou zadávacej dokumentácie pre výber zhotoviteľa stavby. Zadávacia dokumentácia monitoringu je dokumentácia monitoringu upravená a doplnená na účely výberového konania na zhotoviteľa monitoringu. Zadávacia dokumentácia monitoringu – dokumentácia na ponuku presne definuje rozsah monitoringu, zvláštne technicko-kvalitatívne podmienky (ZTKP) jeho vykonávania ako aj kvalifikačné kritériá a kritéria na výber zhotoviteľa monitoringu. Realizačná dokumentácia monitoringu je dokumentácia monitoringu, ktorú vypracoval zhotoviteľ monitoringu pred začatím prác. Spresňuje organizáciu prác monitoringu.

Zadávanie dokumentácia na výber zhotoviteľa monitoringu musí byť spracovaná v podrobnostiach, ktoré definujú všetky konkrétne ciele meraní, rozsah meraní (meracích metód, sledovaných veličín, meracích miest i početnosti meraní), s výkazom výmer všetkých navrhovaných meraní.

Zadávanie dokumentácia monitoringu musí okrem presného zedefinovania opisu zákazky obsahovať:

- a) opis predpokladu chovania sa mosta počas doby monitoringu,
- b) požiadavky na presnosť merania a jeho spoľahlivosť (zásadne sa však neuvádzajú požiadavky na výrobné značky meracej techniky),
- c) požiadavky na spôsob archivácie, spracovávanie a hodnotenia dát, a spôsob a rýchlosť ich prenosu k objednávateľovi,
- d) kvalifikačné kritériá na personálne obsadenie hlavných pozícií zhotoviteľa monitoringu.

Odporúča sa aby realizačnú dokumentáciu monitoringu spracoval zhotoviteľ monitoringu, pričom východiskovým podkladom je dokumentácia na stavebné povolenie, realizačná dokumentácia stavby a dokumentácia na ponuku.

Realizačná dokumentácia monitoringu spresňuje umiestnenie jednotlivých meracích miest (bodov a profilov), rieši organizáciu a plán riadenia merania.

Všetky správy (napr. mesačné, štvrťročné, záverečnú správu) o výsledkoch monitoringu, vrátane ostatných analýz a spätných výpočtov sú archivované u spracovateľa monitoringu po dobu požadovanú obstarávateľom.

7 Zaťažovacie skúšky mostov

Predstavujú veľmi efektívny spôsob vyšetrovania chovania sa konštrukcie, nakoľko pri nich pôsobí na konštrukciu presne definované vonkajšie zaťaženie. Podľa druhu zaťaženia rozoznávame zaťažovacie skúšky statické a dynamické. Pri statických skúškach je zaťaženie (spravidla štrkopieskom naložené nákladné automobily), umiestnené v určitej polohe počas stanoveného intervalu. Počas pôsobenia zaťaženia sa realizuje súbor meraní. Na most sa inštalujú meracie zariadenia a využijú sa tiež (ak sú inštalované) snímače a prístroje pre dlhodobé sledovanie mosta. Zvyčajné sa štandardne vykonávajú merania:

- a) priehybov NK,
- b) sadania a nakláňania opôr,
- c) posunov a pootočení NK,
- d) širok trhlín.

K neštandardným meraniam patria:

- a) meranie napätosti v betóne a konštrukčnej oceli,
- b) meranie napätosti v predpínacích kábloch a závesoch.

Pri dynamických skúškach sa na NK vyvodzuje dynamický impulz (prejazd vozidla cez prekážku, krátky ťah reaktívneho motora). Jeho odozva (kontinuálne zaznamenávané amplitúdy a frekvencie kmitania vybraných bodov konštrukcie) sa sleduje snímačmi.

Z meraní sa buď vyhodnocuje splnenie kritérií normy, alebo sa overujú i vlastnosti konštrukcie. V druhom prípade musí byť vypracovaná dynamická analýza konštrukcie a výsledky sa musia spoľahlivo interpretovať z hľadiska skutočných vlastností konštrukcie alebo vzniknutých porúch.

8 Využitie modálnej analýzy pri monitorovaní konštrukcií

Predstavuje postup pre dlhodobé sledovanie mosta, ktorý bol pôvodne vyvinutý v strojárstve. Jeho úlohou je sledovanie stavu konštrukcie a jeho zmien. Vychádza sa z veľmi presného matematického modelu kmitania konštrukcie pri účinkoch definovaného dynamického zaťaženia. Toto zaťaženie sa pri skúške konštrukcie vyvodzuje budiacim zariadením a súčasne sa vykonáva meranie kmitania konštrukcie a vyhodnocuje sa stav. Matematický model sa upravuje a spresňuje až do okamihu, pokiaľ nie sú vypočítané a namerané rovnaké dynamické výchylky. Od toho okamihu sa realizujú periodické merania a analyzujú sa prípadné zmeny a hľadajú sa príčiny, ktoré ich vyvolali.

Ak sa majú získať údaje s vysokou výpovednou schopnosťou, musí meranie spĺňať náročné požiadavky ako v oblasti analytickej (vypracovanie modelu, hodnotenie meraní a zistených rozdielov), tak aj v realizačnej. Snímanie a záznam meraných veličín sú náročné na vybavenie i kvalifikovanú obsluhu.

Príloha 3

DIAGNOSTICKÉ METÓDY NA ZISŤOVANIE PORÚCH MOSTOV

OBSAH

1	Všeobecné	3
2	Poruchy celkového pôsobenia objektu	3
3	Poruchy betónu a muriva.....	3
3.1	Poruchy spôsobené zatekaním.....	4
3.2	Narušenie vonkajšej vrstvy betónu.....	4
3.3	Trhliny	4
4	Strata pasivačných schopností krycej betónovej vrstvy	4
4.1	Karbonizácia betónu.....	5
4.2	Zvýšený obsah chloridov – chloridová korózia betónu.....	5
5	Poruchy betonárskej a predpínacej výstuže.....	6
5.1	Korózia výstuže.....	6
5.2	Nedostatočná injektáž káblových kanálikov	6
6	Poruchy oceľových konštrukcií.....	7
7	Poruchy drevených konštrukcií	7
8	Poruchy mostného zvršku	7
9	Poruchy príslušenstva mostov	7

1 Všeobecné

Výskyt poruchy ktorejkoľvek časti mostného objektu môže znamenať ohrozenie, alebo zníženie jeho funkčnej spôsobilosti.

Poruchy môžu byť spôsobené rôznymi príčinami. Z hľadiska dopadu na mostný objekt sa môžu rozdeliť na poruchy:

- a) estetického vzhľadu,
- b) zhoršujúce jazdné vlastnosti,
- c) ohrozujúce nosnosť objektu,
- d) znižujúce nosnosť objektu,
- e) spôsobujúce vyradenie objektu z prevádzky.

Diagnostikovanie vlastností a porúch je náročná činnosť, ktorá vyžaduje primerané vybavenie a skúsenosť. Väčšina porúch sa diagnostikuje na základe **podrobnej vizuálnej prehliadky**. Podrobná vizuálna prehliadka všetkých častí mostného objektu je najdôležitejší a prvotný diagnostický úkon, od ktorého sa zväčša odvíja celkový postup prác. Pre indikovanie a stanovenie rozsahu niektorých porúch je potrebné vykonať merania a pozorovania pomocou prístrojovej techniky a špeciálnych metód.

Dôležité nie je iba indikovať poruchu, ale aj stanoviť jej príčinu. Príčinou môžu byť skryté poruchy v materiáloch alebo ich vzájomnom spolupôsobení, vonkajšie vplyvy a účinky, nedostatky pri navrhovaní a zhotovení konštrukcie.

2 Poruchy celkového pôsobenia objektu

Do tejto skupiny porúch patria trvalý priehyb, pretvorenie a relatívny posun nosnej konštrukcie a sadania, pootočenie prípadne vodorovné posunutie základov. V prípade betónových konštrukcií je nárast pretvorenia a priehybov konštrukcie normálny jav, spôsobený objemovými zmenami betónu. O poruche hovoríme vtedy ak hodnoty deformácií dosiahnu neprimerané veľkosti. Neprimeranosť môžeme usúdiť buď na základe viditeľných prejavov alebo na základe výsledkov periodického zameriavania konštrukcie, resp. na základe vyhodnotenia meraní pomocou iných vopred inštalovaných metód dlhodobého sledovania.

Ak je výskyt poruchy indikovaný, je potrebné stanoviť jej závažnosť a prognózu vývoja. Je potrebné začať sledovať deformačný stav konštrukcie. Môže sa použiť niektorá z priamych či nepriamych metód zisťovania priehybov, resp. posunov a pootočení. Dôležité je, aby sa vybrali vhodné sledované miesta a aby bol zvolený primeraný časový interval sledovania.

V mnohých prípadoch pre stanovenie príčin poruchy je potrebné vykonať doplnkový diagnostický prieskum a to:

- a) sledovanie vzniku a rozvoja trhlín,
- b) diagnostikovanie stavu betónu, muriva a konštrukčnej ocele,
- c) diagnostikovanie stavu betonárskej a predpínacej výstuže,
- d) kontrola funkčnosti ložísk, kĺbov a mostných záverov.

3 Poruchy betónu a muriva

V našich podmienkach predstavujú najčastejšie sa vyskytujúce poruchy na mostoch. Poruchy sa môžu rozdeliť do niekoľkých skupín:

- a) poruchy spôsobené zatekaním (vlhké škvrny, záclony, výkvety, inkrustácie),
- b) poruchy prejavujúce sa narušením vonkajšej vrstvy betónu (obrus, odlamovanie, rozpad),
- c) trhliny a praskliny,
- d) zníženie pasivačných schopností krycej betónovej vrstvy.

3.1 Poruchy spôsobené zatekaním

Základnou metódou identifikácie týchto porúch je vizuálna prehliadka. Klasifikácia poruchy je založená na posúdení intenzity účinku vody a množstva vyplaveného a usadeného spojiva. Rozsah porúch sa stanoví odmeraním zasiahnutej plochy.

3.2 Narušenie vonkajšej vrstvy betónu

Základnou metódou identifikácie je opäť vizuálna prehliadka. Klasifikačným znakom je charakter narušenia, ktorý signalizuje aj možnú príčinu. Z vizuálnej kontroly je zrejmé, či sa jedná o mechanické porušenie zvonka (obrus), rozpad spojiva (rozpad betónu stratou väznosti), vplyv klimatických a chemických účinkov (odlupovanie cementovej malty na povrchu), vplyv korózie výstuže (napúchanie, odlamovania, odpadávanie betónu). Rozsah poruchy sa stanoví odmeraním zasiahnutej plochy.

3.3 Trhliny

Vznik a rozvoj trhlín predstavuje poruchy, ktoré svojim charakterom a vývojom v čase významne vypovedajú o stave konštrukcie, a to ako z hľadiska vlastností zabudovaných materiálov a ich spolupôsobenia, tak i z hľadiska vonkajších účinkov (zaťaženie, klimatické účinky) a ochrany konštrukcie.

Základné rozdelenie trhlín predstavuje rozdelenie na trhliny:

- a) statické,
- b) technologické.

Príčinou statických trhlín sú silové účinky zaťaženia, príčinami technologických trhlín sú účinky objemových zmien betónu, zmrznutej vniknutej zmrznutej vody a pod. Sledovanými vlastnosťami trhlín sú:

- a) šírka,
- b) dĺžka,
- c) smer,
- d) rozvoj v čase.

Šírka trhliny sa meria trhlinomerom (meracou lupou alebo mikroskopom) s presnosťou 0,1 mm alebo 0,05 mm. Miesto merania je potrebné označiť, aby sa mohlo meranie zopakovať. Dĺžka a smer trhliny sa určia odmeraním a staničením kolmých priemetov začiatku a konca trhliny. Tieto údaje je potrebné zaznačiť, najlepšie do výkresu konštrukčného prvku v ktorom sa trhlinka vyskytuje.

Rozvoj v čase alebo tiež tzv. stabilita trhliny je dôležitým údajom z hľadiska prognózovania ďalšieho vývoja. Zisťuje sa:

- a) opakovaným meraním šírky a to buď priamo trhlinomerom, alebo meraním vzdialenosti terčikov osadených v okolí trhliny deformometrom,
- b) inštaláciou a sledovaním sadrových terčikov,
- c) inštaláciou pásikov na meranie pohybu trhlín.

Sadrové terčiky sú vrstvy sadry hrubé 3 mm - 8 mm, rozmerov (100 x 50 - 150 x 80) mm, pokrývajúce trhlinku. Vďaka svojej krehkosti sa sadra poruší už pri zväčšení šírky podkladnej trhliny o 0,05 mm - 0,1 mm.

Presnejšie sa môže pohyb trhliny odmerať inštaláciou meracích pásikov. Pásik pozostáva z dvoch častí, ktoré sú do seba zasunuté. Každá časť sa nalepí z jednej strany trhliny. Pomocou stupnice sa môže zmerať pohyb trhliny s presnosťou 0,1 mm.

4 Strata pasivačných schopností krycej betónovej vrstvy

Krycia betónová vrstva obaľuje betonársku i predpínaciu výstuž. Princíp ochrany spočíva v tom, že v okolí ocelevej výstuže vytvára alkalické prostredie, ktoré bráni vzniku korózie. Bežne sa alkalita prostredia pohybuje okolo 12,5 pH.

Zníženie ochranej funkcie alebo jej úplná strata nastáva vtedy, ak sa krycia vrstva poruší v dôsledku zlej kvality betónu, nedostatočnej hrúbky alebo vonkajšieho porušenia. Taktiež vznik trhlín spôsobuje zníženie ochranej funkcie. Stratú alkality spôsobujú chemické vplyvy, ktoré sú bližšie popísané v Prílohe 2 týchto TP.

4.1 Karbonizácia betónu

Karbonizácia betónu, spôsobená oxidom uhličitým, sa prejavuje znížením hodnoty pH. Presné zistenie hodnoty pH sa vykonáva laboratórnym spôsobom pomocou pH metra, ktorým sa zisťuje hodnota pH vylúhovanej betónovej vzorky. Pre praktické použitie sú vhodnejšie metódy, ktoré umožňujú sledovať postup karbonizácie od povrchu smerom do hĺbky krycej vrstvy. Najvhodnejší postup predstavuje odber tenkého jadrového vývrtu z betónu krycej vrstvy, na ktorý sa nastrieka vhodný indikátor - kvapalina, ktorá pri určitej hodnote pH mení svoju farbu.

Najbežnejšie sa používa indikátor fenolftaleín, ktorý má hodnotu farebného prechodu 9,5. Betón s touto hodnotou sa považuje za skarbonizovaný a jeho pasivačná schopnosť je vyčerpaná. Všetky kvapalné indikátory je potrebné nanášať na čerstvú lomovú plochu, ktorá musí byť navlhčená.

Indikátor vyznačí hranicu od ktorej je hodnota pH väčšia, ako hodnota pri ktorej dochádza k zmene zafarbenia. Ak chceme poznať presnejšie postup karbonizácie a vývoj pH po výške vzorky, môže sa použiť súprava acidobázických indikátorov, ktoré majú rôzne hodnoty farebného prechodu. Ich popis je uvedený v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Hodnoty acidobázických indikátorov.

Indikátor	Hodnota farebného prechodu	Sfarbenie
M-Nitrofenol	8,0	žlto-oranžové
Fenolftaleín	9,5	červeno-fialové
Thymolftaleín	10,0	modré
Nitramín	11,5	oranžovo-hnedé

Univerzálne indikátory (napr. tzv. Rainbow test) sú vlastne zmesi viacerých indikátorov. Nastriekaním na povrch sa môže určiť hodnota pH s presnosťou ± 1 .

Ak nemáme možnosť odobrať jadrový vývrt, skúška sa môže vykonať i na malom množstve odvíhaného betónového prášku z presne definovanej vrstvy. Prášok sa nasype na skličko, najprv sa postrieka destilovanou vodou a následne indikátorom. Pri väčšej hĺbke skarbonizovaného betónu môže byť tento postup pomalý.

4.2 Zvýšený obsah chloridov – chloridová korózia betónu

Experimentálne sa zistilo, že pri určitom obsahu difundovaných chloridových iónov v betóne v okolí oceľovej výstuže dochádza k vytvoreniu prostredia priaznivého pre vznik korózie. Podľa škandinávskych a nemeckých predpisov sa podľa zisteného obsahu chloridových iónov v (%) hmotnostných jednotiek betónu charakterizuje prostredie nasledovne:

- < 0,02 % nízka koncentrácia - nepravdepodobný vznik korózie,
- (0,02 - 0,05) % nízka až stredná koncentrácia - možný vznik korózie,
- (0,05 - 0,15) % stredná až vysoká koncentrácia - pravdepodobný vznik korózie,

> 0,15 % vysoká koncentrácia - korozívne prostredie.

Na stanovenie obsahu chloridov sa používajú metódy terénne alebo laboratórne.

Pri použití laboratórných metód (titračná, elektropotenciálová) je potrebné odobrať vzorky betónu a vlastnú analýzu vykonať v laboratórných podmienkach.

Ako informatívna terénna metóda sa využíva argentometrická metóda. Jej aplikácia je podobná nástrekom indikátorov avšak podstatný rozdiel je v tom, že sa nanášajú postupne dve látky. Prvou je roztok dusičnanu strieborného, ktorý sa naniesie na čerstvú lomovú plochu. Po krátkom čase sa na to isté miesto naniesie roztok dichrómanu draselného. V závislosti od obsahu chloridov sa povrch sfarbí na svetločerveno alebo hnedočerveno. Svetlejší odtieň značí, že koncentrácia iónov je väčšia ako 0,05 % hm. j. betónu.

Najvhodnejšou metódou je metóda označovaná ako Rapid chlorid test - rýchla skúška stanovenia obsahu chloridov. Zo sledovanej vrstvy betónu sa odvrta betónový prášok, ktorý sa analyzuje tak, že sa najskôr jeho presné objemové množstvo zmieša v ampulke s látkou, extrahujúcou chloridy. Po 5 min sa obsah chloridov stanoví pomocou elektródy vlozenej do zmesi v ampulke a napojenej na merací prístroj RCT. Celý systém sa pred meraním kalibruje pomocou kalibračných roztokov.

Prednosťou metódy je jej rýchlosť a jednoduchosť. Výsledky sú k dispozícii okamžite, čo umožňuje korigovať ďalší postup odberu vzoriek a celej kontroly krycej vrstvy betónu.

5 Poruchy betonárskej a predpínacej výstuže

Hlavnou príčinou porúch betonárskej i predpínacej výstuže je nedostatočná alebo porušená ochrana proti korózii.

Nedostatočná hrúbka krycej betónovej vrstvy sa zisťuje pomocou prístrojov na kontrolu polohy výstuže, ktoré obsahujú i sondu umožňujúcu zmerať hrúbku krycej vrstvy (profometer, covermeter).

5.1 Korózia výstuže

Výskyt korózie betonárskej alebo vopred predpätej výstuže sa zisťuje vizuálnou kontrolou po jej obnažení, t. j. vybúraním prieskumných sond. Nakoľko pri tomto spôsobe dochádza k porušeniu ochrannej vrstvy je nutné voliť obmedzený počet miest a sondy po kontrole uzavrieť (reprofilovať) poškodenú vrstvu vhodným materiálom). Prednosťou metódy je, že sa dá určiť stupeň a charakter korózie a oslabenie profilu výstuže.

Nedeštruktívne sa korózia výstuže zisťuje elektro-potenciometrickou metódou. Princíp metódy spočíva v tom, že korózia výstuže je elektrochemický jav. V okolí korodujúceho miesta vzniká elektrické pole. Na výskyt korózie upozorňuje zmena veľkosti elektrického potenciálu meraného na povrchu betónu pomocou elektródy. Elektróda je napojená na milivoltmeter a tvorí jeden pól. Druhý pól je napojený priamo na výstuž. Tým že je celá výstuž konštrukcie v podstate vodivo spojená, stačí pri meraní meniť polohu elektródy a merať potenciál v rôznych miestach. Profesionálne prístroje, pracujúce na tomto princípe obsahujú tiež vyhodnocovací modul. Merania sa vykonávajú v bodoch zvolenej povrchovej siete a automatizovaným vyhodnotením meraní sa zistia oblasti s pravdepodobným výskytom korózie.

5.2 Nedostatočná injektáž káblových kanálikov

V prípade súdržnej dodatočne predpätej výstuže je vážnou poruchou nedostatočná injektáž káblových kanálikov. Najefektívnejšou metódou jej identifikácie je vizuálna kontrola pomocou endoskopu. Kontroluje sa stav injektáže predovšetkým v miestach, kde je najväčší predpoklad, že došlo k poklesnutiu injektážnej malty v dôsledku odlúčenia a odparenia vody v kotevných oblastiach a v najvyšších miestach káblovej dráhy. Pre kontrolu endoskopom sa najprv vyvrta otvor priemeru 10 mm

- 12 mm (v závislosti od hrúbky endoskopu), prechádzajúci cez kryciu vrstvu a oceľovú trubku. V prípade, že injektáž je nedostatočná, zároveň sa skontroluje i výskyt vlhkosti a korózie predpinacej výstuže. Endoskop umožňuje i vytvorenie fotografických snímok z kontrolovaného miesta.

Rozsah nezainjektovaného úseku a tesnosť káblového kanálika sa stanovuje informatívne, prefúknutím stlačeným vzduchom alebo naplnením tlakovou vodou. Pomerne presne je možné stanoviť objem nezainjektovaného a dostatočne tesného úseku pomocou vákuovej pumpy, ktorá je súčasťou zariadenia pre vákuovú reinjektáž. Pomocou pumpy sa z dutiny odčerpá vzduch pričom sa meria jeho objem, ktorý zodpovedá veľkosti dutiny.

Na kontrolu injektáže sa používajú aj nedeštruktívne metódy, ktoré sa vyznačujú rôznym stupňom presnosti a veľkosťou obstarávacích nákladov. Sú to:

- a) kontrola ultrazvukom,
- b) prežiarenie röntgenom,
- c) prežiarenie gama žiaričom alebo lineárnym urýchľovačom.

Spoločnou nevýhodou týchto metód je, že musia byť prístupné protiľahlé povrchy konštrukcie. V prípade prežarovania sa získané snímky musia po meraní vyvolať t. j. výsledky nie sú známe hneď pri meraní. Z uvedeného vyplýva aj istá obmedzenosť použitia týchto metód. Sledovanie pomocou prenikania radarových alebo infračervených vln predstavuje metódy pomerne nákladné a z hľadiska efektívnosti málo spoľahlivé. Poruchy vonkajšej nesúdržnej predpinacej výstuže sa zisťujú vizuálnou kontrolou.

6 Poruchy oceľových konštrukcií

Najčastejšími poruchami na oceľových častiach konštrukcie mostov sú poruchy ochranných náterov a korózia ocele. Výskyt porúch náterov sa indikuje vizuálnou kontrolou. Prilnavosť náteru k podkladu v prípade pochybnosti možno overiť prístrojom na meranie prilnavosti, ktorý pracuje na princípe ťahovej skúšky prilepeného skúšobného telieska.

Úbytok materiálu v dôsledku korózie sa meria na očistenej ploche mikrometrom. Trhliny v konštrukčnej oceli a zvaroch, resp. poruchy spojovacích materiálov (skrutky, nity) sa indikujú vizuálne. Na dopravne významných a konštrukčne náročných mostoch sa používajú ambulatné röntgenové zariadenia, ktoré sa pohybujú po konštrukcii a vykonávajú automatizovanú kontrolu zvarov.

7 Poruchy drevených konštrukcií

Najvážnejšou poruchou dreva je degenerácia povrchových vrstiev v dôsledku biologických procesov (hniloba) a degenerácia spojovacích prvkov. Hrúbku zdegenerovanej vrstvy dreva možno stanoviť pomocou skúšobného prístroja. Ten pracuje na metóde vtlačania skúšobného klinca do degenerovanej vrstvy. Prístroj umožňuje priamo odčítať hrúbku zdegenerovanej vrstvy.

8 Poruchy mostného zvršku

Základnou metódou identifikácie porúch mostného zvršku je vizuálna prehliadka. Vyvrtaním jadrového vývrtu sa kontroluje skladba vozovky, spolupôsobenie vrstiev, druh izolácie. Zriedkavejšie sa pre posúdenie stavu izolácie a vyrovnávacieho betónu vybúrajú prieskumné sondy. Deje sa tak spravidla vtedy, ak je zrejماً nutnosť opravy mostného zvršku.

9 Poruchy príslušenstva mostov

Identifikácia porúch sa vykonáva vizuálnou kontrolou. Na kontrolu ťažšie prístupných ložísk a mostných záverov je možné využiť zrkadielko alebo endoskop. Prípadné zablokovanie možno odhaliť meraním pohybov ložísk a mostných záverov pri zmenách teploty. Používa sa primerane vhodný druh metódy na meranie posunu resp. pootočenia. Poruchy geometrie mostných záverov (nerovnoběžnosť hrán, zlom v nivelete) sa môžu zistiť ich výškovým zameraním.