

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

*TP 5/2008*

**TECHNICKÉ PODMIENKY**  
**NAVRHOVANIE ZOSILNENIA BETÓNOVÝCH MOSTOV**

účinnosť od: 15.8.2008

Apríl 2008

## OBSAH

1	Úvodná kapitola .....	3
1.1	Predmet technických podmienok (ďalej len TP) .....	3
1.2	Použitie TP .....	3
1.3	Vypracovanie TP .....	3
1.4	Distribúcia TP .....	3
1.5	Účinnosť TP .....	3
1.6	Nahradenie predchádzajúcich predpisov .....	4
1.7	Súvisiace a citované právne predpisy .....	4
1.8	Súvisiace a citované normy .....	4
1.9	Súvisiace a citované technické predpisy (domáce a zahraničné) .....	6
2	Opravy a ochrana betónových konštrukcií podľa STN EN 1504 .....	7
3	Spôsoby zosilnenia betónových mostov .....	8
3.1	Všeobecne .....	8
3.2	Najčastejšie používané spôsoby zosilnenia mostov .....	9
3.3	Zosilňovanie zmenšením rozpätia a pridaním nosných prvkov .....	9
3.4	Zosilnenie zväčšením betónového prierezu s prídavným vystužením .....	9
3.5	Zosilnenie prídavnou nepredpätou oceľovou výstužou .....	10
3.6	Zosilnenie dodatočnou voľne vedenou predpätou výstužou .....	10
3.7	Zosilňovanie materiálmi z nekovových vlákien .....	11
3.8	Zosilňovanie striekanými materiálmi s rozptýlenou vláknovou výstužou .....	11
4	Sanačné práce, súvisiace s realizáciou zosilnenia .....	11
4.1	Všeobecne .....	11
4.2	Odstránenie poškodeného betónu a príprava podkladu .....	12
4.3	Reprofilácia betónového prierezu .....	12
4.4	Obnovenie spolupôsobenia výstuže s betónom pri reprofilácii .....	14
4.5	Sanácia trhlín .....	14
4.6	Sekundárna ochrana betónu .....	16
4.7	Ochrana výstuže inhibítormi korózie .....	16
4.8	Realkalizácia betónu .....	17
4.9	Extrakcia chloridov .....	17
4.10	Katodická ochrana .....	17
5	Podklady pre návrh zosilnenia .....	17
5.1	Všeobecne .....	17
5.2	Diagnostický prieskum .....	18
5.3	Monitorovanie konštrukcie .....	18
5.4	Zaťažovacie skúšky .....	19
5.5	Prepočet zaťažiteľnosti .....	19

5.6	Posúdenie životnosti konštrukcie .....	21
5.7	Východiská návrhu zosilnenia.....	22
6	Postup pri výbere optimálneho spôsobu zosilnenia .....	22
7	Návrh zosilnenia betónových mostov podľa platných STN a TKP ORM .....	24
7.1	Všeobecne .....	24
7.2	Návrh zosilnenia dodatočne betónovanou spriahnutou vrstvou .....	25
7.3	Návrh zosilnenia prídavnou oceľovou výstužou .....	26
7.4	Návrh zosilnenia voľne vedenou predpätou výstužou.....	27
7.5	Zosilnenie tkaninami a pásnicami z uhlíkatých vlákien.....	28
8	Požiadavky na projektovú dokumentáciu .....	29
8.1	Všeobecne .....	29
8.2	Štúdia návrhu zosilnenia .....	29
8.3	Technická správa.....	29
8.4	Statický výpočet .....	30
8.5	Výkresová dokumentácia .....	30
8.6	Technicko-kvalitatívne podmienky (TKP).....	30
8.7	Zvláštne technicko-kvalitatívne podmienky (ZTKP).....	30
8.8	Prevádzkový manuál mosta.....	31

## 1 Úvodná kapitola

### 1.1 Predmet technických podmienok (ďalej len TP)

Predmetom týchto TP sú postupy, ktoré treba dodržiavať pri navrhovaní zosilnenia prevádzkovaných mostov zo železového a predpätého betónu.

### 1.2 Použitie TP

Technické podmienky sú určené pre objednávateľov a zhotoviteľov projektovej dokumentácie pre opravy a rekonštrukcie mostov, ktorých súčasťou je zosilnenie konštrukcie mosta.

### 1.3 Vypracovanie TP

Revízia TP bola vypracovaná v rámci projektu podporovaného Agentúrou na podporu výskumu a vývoja č. APVT –99-018204. Zodpovedný pracovník Ing. Ján Kucharík, CSc. , VÚIS Mosty s.r.o., Lamačská 8, 817 14 Bratislava, tel. 02/6381 2031: [vuismosty@stonline.sk](mailto:vuismosty@stonline.sk)

### 1.4 Distribúcia TP

Elektronická forma TP je na [www.ssc.sk](http://www.ssc.sk) (technické predpisy) alebo na [www.telecom.gov.sk](http://www.telecom.gov.sk) (cestná infraštruktúra, technické predpisy).

### 1.5 Účinnosť TP

Technické podmienky nadobudli účinnosť dňom ich schválenia uvedeným na titulnej strane.

## 1.6 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nahrádzajú TP 11/2005.

## 1.7 Súvisiace a citované právne predpisy

- [1] Zákon č. 90/1998 Z.z. o stavebných výrobkoch, v znení neskorších predpisov.  
 [2] Zákon č.264/1999 Z.z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

## 1.8 Súvisiace a citované normy

STN EN 12620 (72 1502)	Kamenivo do betónu
STN EN 13043 (72 1501)	Kamenivo do bitúmenových zmesí a na nátery ciest, letísk a iných dopravných plôch
STN EN 13055-1 (72 1505)	Ľahké kamenivo. Časť 1: Ľahké kamenivo do betónu, malty a injektážnej malty
STN EN 13139 (72 1503)	Kamenivo do malty
STN EN 13242 (72 1504)	Kamenivo do nestmelených a hydraulicky stmelených materiálov používaných v inžinierskom staviteľstve a pri výstavbe ciest
STN 72 1171	Stanovenie hmotnosti, pórovitosti a medzerovitosti kameniva
STN 72 1174	Stanovenie vlhkosti a nasiakavosti kameniva
STN EN 1367-1 (72 1188)	Skúšky na stanovenie tepelných vlastností a odolnosti kamenive proti klimatickým účinkom. Časť 1: Stanovenie odolnosti proti zmrazovaniu a rozmrazovaniu
STN EN 1367-2 (72 1188)	Skúšky na stanovenie tepelných vlastností a odolnosti kamenive proti klimatickým účinkom. Časť 2: Skúška pomocou síranu horečnatého
STN 72 1179	Stanovenie reaktívnosti kameniva s alkáliami
STN EN 12390-1	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 1: Tvar, rozmery a iné požiadavky na skúšobné telesá
STN EN 12390-2 (73 1302)	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 2: Výroba a príprava skúšobných telies na skúšky pevnosti
STN EN 12390-3 (73 1302)	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 3: Pevnosť v tlaku skúšobných telies
STN EN 12390-5 (73 1302)	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 5: Pevnosť v ťahu pri ohybe skúšobných telies
STN EN 12390-7 (73 1302)	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 7: Objemová hmotnosť zatvrdnutého betónu
STN ISO 6784 (73 1319)	Betón. Stanovenie statického modulu pružnosti v tlaku
STN 73 1326	Stanovenie odolnosti povrchu cementového betónu proti pôsobeniu vody a chemických rozmrazovacích látok
STN 73 1327	Stanovenie sorbčných vlastností betónu
STN 73 1331	Mikroskopický rozbor vzduchových pórov v betóne
STN 73 1344	Ochrana proti korózii v stavebníctve. Betónové konštrukcie. Metódy skúšok príľnavosti ochranných povlakov
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 pridržnosti 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 6203	Zaťaženie mostov
STN 73 6209	Zaťažovacie skúšky mostov
STN 73 1201	Navrhovanie betónových konštrukcií
STN 73 6201	Projektovanie a priestorové usporiadanie mostných objektov
STN 73 6202	Jednotný mostný poriadok. Zaťaženie a statický výpočet mostov
STN EN 1990 (73 0031)	Eurokód. Zásady navrhovania konštrukcií
STN EN 1991-1-1 (73 0035)	Eurokód 1. Zaťaženie konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné zaťaženie. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov
STN EN 1991-2 (73 6203)	Eurokód 1. Zaťaženie konštrukcií. Časť 2: Zaťaženie mostov dopravou
STN EN 1992-1-1 (73 1201)	Eurokód 2: Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre pozemné stavby
STN EN 1992-2 (73 6206)	Eurokód 2: Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 2: Betónové mosty
STN EN 1992-1-2 (73 1201)	Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1- 2: Všeobecné pravidlá. Navrhovanie konštrukcií na účinky požiaru
STN EN 447 (72 2431)	Injektážna malta na predpínaciu výstuž. Základné požiadavky
STN EN 1504-1 (73 2101)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Definície, požiadavky, riadenie kvality a hodnotenie zhody. Časť 1: Definície
STN EN 1504-2 (73 2101)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Definície, požiadavky, riadenie kvality a hodnotenie zhody. Časť 2: Systémy na ochranu povrchu betónu
STN EN 1504-3 (73 2101)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Definície, požiadavky, riadenie kvality a hodnotenie zhody. Časť 3: Opravy s nosnou funkciou a bez nosnej funkcie
STN EN 1504-4 (73 2101)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Definície, požiadavky, riadenie kvality a hodnotenie zhody. Časť 4: Konštrukčné lepenie
STN EN 1504-5 (73 2101)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Definície, požiadavky, riadenie kvality a hodnotenie zhody. Časť 5: Injektáž betónu
STN EN 1504-6 (73 2101)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Definície, požiadavky, riadenie kvality a hodnotenie zhody. Časť 6: Kotvenie výstužných oceľových prútov
STN EN 1504-7 (73 2101)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Definície, požiadavky, riadenie kvality a hodnotenie zhody. Časť 7: Protikorózna ochrana výstuže
STN EN 1504-8 (73 2101)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Definície, požiadavky, riadenie kvality a hodnotenie zhody. Časť 8: Kontrola kvality a hodnotenie zhody
STN P ENV 1504-9 (73 2101)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Definície, požiadavky, riadenie kvality a hodnotenie zhody Časť 9: Všeobecné zásady používania výrobkov a systémov

STN EN 1504-10 (73 2101)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Definície, požiadavky, riadenie kvality a hodnotenie zhody Časť 10: Používanie výrobkov a systémov na stavbe, kontrola kvality vyhotovenia
STN EN 1770 (73 2111)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Stanovenie koeficientu tepelnej rozťažnosti
STN EN 12190 (73 2113)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Stanovenie pevnosti v tlaku malty na opravy
STN EN 1542 (73 2115)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Meranie prídržnosti pri odtrhových skúškach
STN EN 1766 (73 2116)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Porovnávacie betóny na skúšky
STN EN 12615 (73 2120)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Stanovenie pevnosti v šmyku pri tlaku
STN EN 12636 (73 2121)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Stanovenie súdržnosti betónu s betónom
STN EN 13 687-1 (73 2124)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Stanovenie tepelnej kompatibility. Časť 1: Zmrazovacie a rozmrazovacie cykly s rozmrazovacou soľou
STN EN 12 617-4 (73 2125)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Časť 4: Stanovenie zmrašťovania a rozťažnosti
STN EN 13 057 (73 2126)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Stanovenie odolnosti proti kapilárnej nasiakavosti
STN EN 13 412 (73 2129)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Stanovenie modulu pružnosti v tlaku

### 1.9 Súvisiace a citované technické predpisy (domáce a zahraničné)

- [1] TP 9B/2005 Prehliadky údržba a opravy cestných komunikácií. Mosty, MDPT: 2005
- [2] TP 04/2007 Katalóg porúch mostných objektov na diaľniciach a cestách I.,II. a III. triedy, SSC: 2004
- [3] Vykonávacie pokyny k stanoveniu zaťažiteľnosti mostov na diaľniciach, cestách a miestnych komunikáciách podľa zmeny a) ON 73 6220
- [4] Prognózovanie vplyvu porúch na zaťažiteľnosť mostov a stanovenie zostatkovej životnosti mostov, metodický pokyn SSC: 2001.
- [5] TP 03/2006 Dokumentácia stavieb ciest, MDPT: 2006
- [6] TP SSC 04/2003 Zadávanie a výkon diagnostiky mostov. Smernica, SSC: 2003
- [7] TKP ORM 9 Betónové konštrukcie všeobecne, MDPT: 2004
- [8] TKP ORM 11 Betonárska výstuž, MDPT: 2005
- [9] TKP ORM 12 Betón na konštrukcie, MDPT: 2004
- [10] TKP ORM 13 Predpäté betónové konštrukcie, MDPT: 2004
- [11] TKP ORM 19 Sanácia povrchových betónových vrstiev, MDPT: 2004
- [12] TKP ORM 20 Sanácia trhlín v betónových konštrukciách, MDPT: 2004
- [13] TKP ORM 21 Reinjektáž káblových kanálikov, MDPT: 2004
- [14] TKP ORM 22 Zosilňovanie betónových konštrukcií spriahnutou betónovou vrstvou, MDPT: 2004
- [15] TKP ORM 23 Zosilňovanie betónových konštrukcií nesúdržnou predpínacou výstužou, MDPT: 2004

[16] TKP ORM 24 Zosilňovanie betónových konštrukcií lepenými pásnicami, MDPT: 2004

[17] TKP ORM 25 Úprava povrchu betónu vysokotlakovým vodným lúčom pri sanáciách, MDPT: 2004

## 2 Opravy a ochrana betónových konštrukcií podľa STN EN 1504

Európska norma EN 1504 prijatá do sústavy STN ako STN EN 1504 (časti 1 – 10) *Výrobky a systémy pre ochranu a opravy betónových konštrukcií* zaviedla základné členenie výrobkov a systémov na základe tzv. princípov, ktoré predstavujú vlastne metódy prevencie, obmedzovania škodlivých účinkov a opráv porúch pre betón (princípy 1-6) a výstuž (princípy 7-11).

Prehľad princípov a metód obsahuje tab.1 . Tabuľka obsahuje aj zatiaľ zriedkavo využívané metódy a niektoré metódy neobsahuje vôbec. Napriek tomu sa jedná zo systémového hľadiska o dôležitý a potrebný dokumentačný prvok .

Princípy uvedené v tabuľke sú založené na fyzikálnych a chemických zákonoch, ktoré umožňujú prevenciu alebo stabilizáciu procesov znehodnotenia betónu alebo výstužnej ocele.

TAB.1

Princíp	Definícia	Metóda princípu
Princíp č.1	Ochrana proti vnikaniu Znižovanie a zabránenie vnikaniu škodlivých činiteľov (vody, pár, plynov, chemických a biologických látok)	1.1 Impregnácia. Aplikácia tekutých materiálov, ktoré bránia prenikaniu kvapalín betónom a blokujú systém pórov
		1.2 Povrchové úpravy so schopnosťou prekryť trhliny alebo bez nej
		1.3 Lokálne bandážovanie trhlín
		1.4 Injektáž trhlín
		1.5 Premena trhlín na dilatačnú škáru
		1.6 Zhotovenie vonkajších ochranných prefabrikovaných prvkov
		1.7 Aplikácia ochranných membrán
Princíp č.2	Ovplyvňovanie vlhkosti Nastavenie a udržiavanie vlhkosti v betóne v daných medziach	2.1 Hydrofobizácia impregnáciou
		2.2 Povrchová ochrana
		2.3 Tienenie alebo zakrytie
		2.4 Elektrochemická ochrana
Princíp č.3	Oprava betónu Oprava betónu v konštrukčných prvkoch tak, aby sa obnovil ich pôvodný tvar	3.1 Ručná aplikácia reprofilačnej malty
		3.2 Betonáž sanačnej vrstvy do debnenia
		3.3 Striekané malty a betóny
		3.4 Nahradenie prvku novým
Princíp č.4	Zosilnenie konštrukcie	4.1 Pridanie alebo náhrada zabudovanej alebo vonkajšej výstuže
		4.2 Inštalácia lepenej výstuže do drážok
		4.3 Vystuženie lepenými pásnicami
		4.4 Pridanie spriahnutej vrstvy betónu alebo malty
		4.5 Injektáž trhlín alebo styčných škár
		4.6 Plnenie trhlín dutín alebo styčných škár
		4.7 Dodatočné predopnutie

Princíp	Definícia	Metóda princípu
Princíp č.5	Fyzikálna odolnosť Zvýšenie odolnosti voči znehodnoteniu	5.1 Nátery a povlaky
		5.2 Impregnácia
Princíp č.6	Odolnosť voči chemickým látkam	6.1 Nátery a povlaky
		6.2 Impregnácia
Princíp č.7	Ochrana výstuže a obnovenie pasivity	7.1 Zväčšenie hrúbky krycej vrstvy výstuže pridanou vrstvou malty alebo betónu
		7.2 Odstránenie a náhrada zdegenerovaného betónu
		7.3 Elektrochemická realkalizácia skarbonatizovaného betónu
		7.4 Realkalizácia skarbonatizovaného betónu difúziou
		7.5 Elektrochemická extrakcia chloridov
Princíp č.8	Zvýšenie elektrického odporu betónu	8.1 Obmedzenie obsahu vlhkosti povrchovou ochranou , nátermi, alebo zastrešením
Princíp č.9	Katodická kontrola Vytvorenie podmienok pri ktorých katodické oblasti výstuže nemôžu vyvolať anodickú reakciu	9.1 Obmedzenie obsahu kyslíka (na katóde) nasýtením povrchového povlaku na
Princíp č.10	Katodická ochrana	10.1 Aplikácia permanentného elektrického potenciálu
Princíp č.11	Ovplyvňovanie anodických oblastí	11.1 Nátery výstuže látkami s aktívnymi pigmentami

### 3 Spôsobý zosilnenia betónových mostov

#### 3.1 Všeobecne

Zosilňovanie prevádzkovaných mostov predstavuje stavebnú činnosť, pri ktorej sa zvyšuje zaťažiteľnosť konštrukcie. Zvýšenie zaťažiteľnosti sa dosahuje zvýšením únosnosti vybraných nosných prvkov konštrukcie.

Dôvodom na zvýšenie zaťažiteľnosti je existujúca nízka zaťažiteľnosť objektu, ktorá môže mať viacero príčin. Hlavné príčiny sú :

- použitie zaťažovacích schém s nižším návrhovým zaťažením pri projektovaní objektu;
- chyba projektu;
- použitie materiálov nižšej kvality;
- chyby pri zhotovení objektu (odchýlky od projektovaných rozmerov, použitie materiálov nižšej kvality, nesprávna funkcia vzájomných väzieb prvkov a pod.);
- zmena statickej schémy objektu oproti projektu počas prevádzky;
- degradácia materiálov a väzieb nosných prvkov (dlhodobé pôsobenie zatekania, karbonizácia, chloridová korózia a pod.);
- poškodenie nosných prvkov pri haváriách, požiaroch a živelných pohromách;
- preťažovanie objektu.



### 3.2 Najčastejšie používané spôsoby zosilnenia mostov

Jednotlivé spôsoby zosilnenia sa uplatňujú predovšetkým v závislosti od druhu a spôsobu namáhania zosilňovaného prvku a líšia sa hlavne použitými materiálmi. Spôsoby zosilnenia sa môžu rozdeliť do nasledujúcich skupín:

- a) zosilnenie zmenšením rozpätia a pridaním nosných prvkov;
- b) zosilnenie zväčšením betónového prierezu s prídavným vystužením (metóda 4.4);
- c) zosilnenie prídavným vystužením nepredpätou oceľovou výstužou (metóda 4.1, 4.2, 4.3);,
- d) zosilnenie dodatočnou voľne vedenou predpätou výstužou (metóda 4.7);,
- e) zosilnenie pomocou výstužných prvkov z nekovových vlákien (4.1, 4.2, 4.3);
- f) zosilnenie striekanými materiálmi s rozptýlenou nekovovou vláknovou výstužou.

### 3.3 Zosilňovanie zmenšením rozpätia a pridaním nosných prvkov

Tento spôsob zvýšenia zaťažiteľnosti predstavujú napr. pridané medziľahlé podpery, pomocou ktorých sa zväčší počet polí a zmenší sa ich rozpätie. Priebeh ohybových momentov a posúvajúcich síl na zmenenej statickej schéme je závislý na tom, aké veľké reakcie sa pomocou prídavného podoprenia vnesú do konštrukcie. Vhodné je riešenie, pri ktorom sa dosiahne taký priebeh ohybových momentov, že pri posúdení kritické prierezy vyhovujú bez nutnosti zosilnenia.

Korekcia priebehu vnútorných síl sa môže dosiahnuť aj zvýšením alebo znížením polohy podoprenia nosnej konštrukcie (polohy ložísk). Táto zmena polohy sa môže vykonať iba po dôkladnej deformačnej a napätostnej analýze existujúceho stavu a stavu po navrhutej úprave. Zmenu nivelety konštrukcie treba počas úpravy sústavne kontrolovať a odporúča sa tiež kontrolovať zmenu napätosti v prierezoch pomocou merania pomerných deformácií.

Pri zosilňovaní trámových mostov sa môže použiť dodatočne vložené betónové alebo oceľové prvky. Pomocou nich sa zmenší rozpätie dosák medzi trámami a zmenší sa namáhanie trámov. Súčasťou konštrukčného návrhu zosilnenia je riešenie spolupôsobenia dosky s pridanými prvkami (napr. pomocou spriahajúcej výstuže, kotiev, svorníkov a pod.).

### 3.4 Zosilnenie zväčšením betónového prierezu s prídavným vystužením

Zosilnenie dodatočne pridanou vystuženou alebo nevystuženou betónovou vrstvou sa môže uplatniť napr. pri doskových, trámových, stĺpových a stenových prvkoch.

Vodorovnou pridanou spriahnutou vrstvou sa zosilňujú doskové prvky monolitických doskových a trámových mostov. Spriahnutá betónová vrstva sa môže použiť aj pri zosilňovaní mostov z prefabrikovaných nosníkov.

Vzájomné spolupôsobenie novej vrstvy s pôvodným betónom sa dosahuje pomocou zabudovaných spriahajúcich prvkov. Ako spriahajúce prvky sa môže použiť vlepovaná betonárska výstuž alebo oceľové prvky, prikotvené k starému betónu priemyselne vyrábanými kotvami.

Na materiálové konštrukčné i technologické riešenie takéhoto zosilnenia sú kladené zvýšené požiadavky, vyplývajúce z odlišností dodatočného betónovania spriahnutej vrstvy na starý betón oproti zhotovovaniu spriahajúcej dosky na nových konštrukciách.

Pri zosilňovaní trámových prvkov sa do zväčšeného prierezu dopĺňa pozdĺžna a priečna výstuž, ktorá sa musí konštrukčne riešiť tak, aby okrem zosilnenia prvku zabezpečila i spolupôsobenie starého a nového betónu. Ako prídavná pozdĺžna výstuž sa môžu použiť i tuhé vložky. Betonáž novej vrstvy sa vykonáva buď do debnenia alebo striekaním.

Pri zosilňovaní stĺpových prvkov sa používajú rôzne spôsoby usporiadania výstuže, ktorú tvoria pozdĺžne prúty, priečna strmienková alebo ovíjaná špirálová výstuž a iné.

Spriahnutou betónovou vrstvou sa môžu zosilniť aj zvislé steny. Výstuž pridanej vrstvy sa navrhuje v tvare siete a kotví sa do pôvodného betónu. Betonáž sa zhotovuje do debnenia alebo striekaním.

### 3.5 Zosilnenie prídavnou nepredpätou oceľovou výstužou

Pri zosilnení nepredpätou oceľovou výstužou zostáva zachovaná plocha betónového prierezu a zväčšuje sa iba plocha oceľovej výstuže. Súčasťou riešenia je zabezpečenie protikoróznej ochrany, ktoré sa môže vytvoriť pomocou vrstiev silikátovej alebo polymérnej malty, ochranných náterov a povlakov. Pre spoľahlivú funkciu pridanej výstuže treba vyriešiť jej spolupôsobenie s pôvodným betónovým prierezom. To sa môže dosiahnuť napr. :

- prostredníctvom adhéznej vrstvy (prilepením);
- spojením s dodatočne vlepenu priečnou výstužou;
- zakotvením mechanickými alebo chemickými kotvami.

Jedným zo spôsobov zosilnenia je umiestnenie prútov betonárskej výstuže v drážkach, vytvorených v pôvodnom betóne. Priestor okolo výstužnej vložky sa vyplní polymérnou maltou, čím sa vytvorí spolupôsobenie vložky s okolitým betónom.

Potrebná ohybová i šmyková výstuž sa môže doplniť pomocou oceľových pásnic, umiestnených na povrchu doskových alebo trámových prvkov. Spolupôsobenie so zosilňovaným prvkom sa vytvára lepením po celej ploche pásnice a kotvením pásnice do betónu pomocou mechanických alebo chemických kotiev.

Okamžitá účinnosť pásnice sa dosahuje jej aktiváciou, čo znamená jej napnutie pred prilepením a zakotvením. Aktivácia sa vykonáva rôznym spôsobom. Pásnicu možno napínať z jednej alebo z oboch strán pomocou šikmých alebo vodorovných tyčí, čo sa uplatňuje hlavne pri zosilňovaní trámových prvkov. Aktivačnú silu možno vnieť tiež pomocou aktivačného zariadenia, ktoré sa dočasne ukotví na zosilňovaný prvok.

Stĺpové prvky štvorcového alebo obdĺžnikového prierezu sa zosilňujú pomocou pásnic, ktoré sa upevňujú privarením na rohové uholníky. Aktivácia pásnic sa dosahuje ich nahriatím pred vlastným privarením.

Súčasťou riešenia zosilnenia pomocou prídavných oceľových prvkov je ich protikorózna ochrana. Táto sa rieši pomocou omietok, povlakov a náterov a ich kombináciou.

V prípade oceľových pásnic sa vždy zhotovuje ochranný náter. Ak sa na natretú pásnicu nanáša ešte ochranná omietka, krycí náter obsahuje jemné zrná kameniva, aby sa dosiahla požadovaná prídržnosť omietky.

Riešenie ochrany zosilňujúcich prvkov musí mať rovnakú účinnosť ako hrúbka krycej betónovej vrstvy, predpísaná v príslušných technických predpisoch pre daný typ konštrukcie.

### 3.6 Zosilnenie dodatočnou voľne vedenou predpätou výstužou

Pri zosilnení voľne vedenou predpätou výstužou sa používajú predpäté tyče a káble z jedného alebo viacerých predpínacích lán. Použitie predpätých tyčí je limitované ich maximálnou dĺžkou. Na zhotovenie predpätých voľne vedených káblov sa najčastejšie používajú samostatne chránené laná – monostrandy.

Na vedenie a kotvenie voľne vedenej predpínacej výstuže sa na konštrukcii vytvárajú kotevné bloky a deviátory (miesta zmeny dráhy predpínacích jednotiek). Tieto sa zhotovia buď ako betónové bloky alebo oceľové zvarané prvky. Ich spojenie so zosilňovanou konštrukciou a prenos síl sa rieši pomocou zazubenia (vyfrézované drážky v pôvodnom betóne), spriahajúcej výstuže a pomocou predpätých svorníkov, zhotovených z materiálu pre predpínacie tyče.

Pre protikoróznú ochranu predpätých výstuží a kotiev platia rovnaké pravidlá ako pre voľne vedené káble a tyče v novostavbách.

### 3.7 Zosilňovanie materiálmi z nekovových vlákien

Nekovové výstužné prvky sa zhotovujú z uhlíkatých, aramidových alebo sklenených vlákien.

Z vlákien sa zhotovujú tkaniny, ktoré sa upevňujú na zosilňovaný prvok laminovaním, t.j. tkaniny sa natáhajú na vrstvu živice a opakovane sa ňou pretierajú. Týmto spôsobom sa môže natiahnuť niekoľko vrstiev tkanín. Tkaniny sa tkajú jednosmerne alebo dvojsmerne, čo má vplyv na ich pevnostné charakteristiky.

Z vlákien a stužujúcej živice sa zhotovujú lamely (platne a pásy), slúžiace ako dodatočne zosilňujúce prvky, ktoré sa lepia na betón. Upevňujú sa buď na povrch rovnobežne s okrajom alebo kolmo na okraj do vyrezaných drážok.

Tieto kompozitné výstužné prvky majú v porovnaní s oceľovými nižšiu hmotnosť a nepodliehajú korózii. Vzhľadom na svoje mechanické vlastnosti (pri väčšine materiálov nižší modul pružnosti a niekoľkonásobne vyššia pevnosť v porovnaní s oceľou) sa pri zosilnení prostým nalepením ich vlastnosti plne nevyužívajú. Vyššia využiteľnosť mechanickej pevnosti sa dosiahne, ak sa zosilňovaný prvok pred nalepením odľahčí. Najefektívnejšie je použitie predpätých prvkov, na čo sa využívajú pásnice s upravenými koncami, predpínané špeciálnymi lisami. Iný spôsob predstavuje napnutie pásnice na montážnej rozpere, pomocou ktorej sa udržuje napätie počas montáže až do vytvrdnutia lepidla.

Na zosilňovanie sa môžu materiály z nekovových vlákien použiť rôznym spôsobom. Laminované tkaniny sa s výhodou používajú v prípadoch, ak sa zosilňujúci materiál upevňuje na oblé povrchy alebo zalomené plochy (napr. ovíjanie stĺpov, ak tkanina vytvára pridanú priečnu výstuž.)

Laminovanými tkaninami sa dodatočne vystužujú styky stien a dosák komôrkových nosníkov, styčníky prútových prvkov a pod. Tkaniny sa používajú aj na zosilňovanie trávov, pričom sa tkaniny lepia súčasne na bočné povrchy a spodný povrch trámu a zlepšujú ohybovú i šmykovú únosnosť.

Vláknami vystužené pásnice sa používajú ako prídavná výstuž na vykrytie ohybových a šmykových namáhání trávových, doskových a stenových prvkov. Z pásnic sa tvarujú prvky tvaru U s upravenými koncami, ktoré slúžia ako prídavná šmyková výstuž pre trámy.

Predpäté pásnice z materiálov vystužených vláknami sa používajú na zosilňovanie doskových a trávových prvkov.

### 3.8 Zosilňovanie striekanými materiálmi s rozptýlenou vláknovou výstužou

Pri tomto spôsobe zosilňovania sa na povrch konštrukcie strieka živica, obsahujúca rozptýlené sklené alebo uhlíkaté vlákna. Prednosťou tohto spôsobu je skutočnosť, že ním možno zosilňovať všetky druhy nosných prvkov.

Vzhľadom na náhodnú orientáciu vlákien sa takáto zosilňujúca vrstva v porovnaní s vrstvou s jednosmerne orientovanými vláknami vyznačuje menšou pevnosťou a väčšou ťažnosťou.

## 4 Sanačné práce, súvisiace s realizáciou zosilnenia

### 4.1 Všeobecne

Aby sa zvolený spôsob zosilnenia dal realizovať a fungoval efektívne, musí byť súčasťou návrhu opravy aj odstránenia porúch, ktoré vplývajú na zaťažiteľnosť a životnosť konštrukcie. Je potrebné, aby sa zabezpečila funkcia v zmysle navrhutej statickej schémy konštrukcie, čo predpokladá možnosť voľnej dilatácie konštrukcie, natočení a posunov v uložení a kĺboch, a funkcie väzieb jednotlivých prvkov (napr. v spojovacích škárach a pod.).

Pôvodné nosné prvky tvoria aj po zosilnení súčasť konštrukcie a musia mať potrebnú spoľahlivosť a trvanlivosť. Za normálnych okolností sa výstuž betónu chráni proti korózii alkalickým prostredím betónu s hodnotou pH 12,5 – 13,5. Pasivačná funkcia betónovej vrstvy býva najčastejšie narušená pôsobením agresívnych plynov (hlavne oxidom uhličitým) a pôsobením chloridov z rozmrazovacích

posypových solí. Vznikajú tak podmienky pre vznik korózie, kde ako elektrolyt pôsobí pórová voda a na procese sa podieľa aj tretí nutný komponent a to kyslík, nachádzajúci sa v póroch betónu. Ak krycia vrstva nemá dostatočnú hrúbku, musí sa jej ochranná funkcia zvýšiť vhodnou stavebnou úpravou. Rýchlosť prenikania agresívnych látok zvyšuje výskyt trhlín. Ak prostredie v krycej vrstvy stratilo úplne pasivačnú schopnosť, musí sa krycia vrstva betónu odstrániť a nahradiť novou, alebo sa musí znížiť obsah agresívnych látok a obnoviť zásadité prostredie. Splnenie požiadavky na spoľahlivosť a trvanlivosť predpokladá, že v rámci opravy sa vykonajú niektoré z nasledujúcich činností :

- a) odstránenie poškodeného betónu (metóda 7.2) ;
- b) odstránenie korózie výstuže;
- c) v prípade rozsiahlej poruchy krycej vrstvy obnovenie spolupôsobenia zabudovanej výstuže;
- d) reprofilácia betónového prierezu na pôvodný tvar (metóda 3.1, 3.2, 3.3) ;
- e) sanácia trhlín v betóne (metóda 1.4, 1.5, 4.5, 4.6);
- f) sekundárna ochrana povrchu betónu (metóda 2.1, 2.2, 5.1, 5.2, 6.1, 6.2);
- g) ochrana výstuže inhibítormi korózie (metóda 7.4);
- h) elektro - chemická realkalizácia betónu (metóda 7.3);
- i) elektro - chemická extrakcia chloridov (metóda 7.5);
- j) katodická ochrana (metóda 10.1).

#### **4.2 Odstránenie poškodeného betónu a príprava podkladu**

Účelom technologických operácií, týkajúcich sa prípravy betónového povrchu, je odstránenie narušených, skarbonatovaných alebo agresívnymi látkami (chemického alebo biologického pôvodu) kontaminovaných povrchových vrstiev a vytvorenie hutného a únosného betónového podkladu. Do prípravy povrchu patrí i očistenie a zbavenie výstuže korózie.

Odstraňovanie narušených povrchových vrstiev musí prebiehať tak, aby nebola ohrozená kvalita, celistvosť a stav ocelevej výstuže a aby sa nenarušil zdravý betón trhlinami, vysokou teplotou a pod.

Hrúbka odstraňovanej vrstvy betónu je daná v projekte sanácie a vychádza z údajov diagnostického prieskumu. Odstraňovaním degenerovaných povrchových vrstiev nesmie v žiadnom prípade dôjsť k ohrozeniu nosnosti alebo životnosti konštrukcie.

Vhodné spôsoby odstraňovania betónu sú popísané v TKP ORM č. 19.

#### **4.3 Reprofilácia betónového prierezu**

Reprofilácia prierezu na pôvodný tvar predstavuje sanáciu povrchových betónových vrstiev. Je to stavebný zásah na koróziu zasiahnutej betónovej konštrukcii, cieľom ktorého je odstránenie skorodovaných častí, zastavenie ďalšieho šírenia korózie, obnova protikorózneho ochrany výstuže, predĺženie životnosti objektu a obnova estetického vzhľadu.

Pri návrhu a vykonávaní sanácie povrchových vrstiev betónovej konštrukcie je nutné dbať na to, aby oprava bola funkčná, mala zodpovedajúcu životnosť, trvalé spojenie s opravovaným povrchom, zabezpečovala dlhodobú a spoľahlivú ochranu betónu a výstuže a mala primeraný estetický vzhľad.

Na zhotovenie reprofilácie sa zásadne používa overený kompletný sanačný systém t.j. nekombinujú sa materiály rôznych systémov a rôznych výrobcov. Kompletný sanačný systém obsahuje :

- a) materiál na pasiváciu a ochranu výstuže, tvoriaci prípadne i spojovací mostík;
- b) materiál na zhotovenie spojovacieho mostíka na spojenie starý betón - sanačná hmota, výstuž - sanačná hmota;

- c) materiál na zhotovenie novej vrstvy (suchá betónová zmes, hrubozrnná malta, jemnozrnná malta).

Sanačné systémy jednotlivých výrobcov neobsahujú zvyčajne všetky uvedené hmoty. Najmä v prípade materiálov pre spojovací mostík sú jednotlivé funkcie kumulované.

Rozhodujúcu zložku systému predstavujú sanačné malty a betóny. Podľa druhu spojiva sa delia na :

- a) cementové malty a betóny (CC);
- b) polymércementové malty a betóny (PCC);
- c) polymérne malty a betóny (PC).

Sanačné hmoty sa nanášajú buď ručne alebo striekaním.

Základnou požiadavkou na sanačné hmoty je, aby boli kompatibilné s podkladovým betónom, t.j. fyzikálne, reologické a chemické vlastnosti musia byť vo vzťahu k vlastnostiam pôvodného podkladového betónu také, že zaručia schopnosť prenášať namáhania, vyplývajúce zo zaťaženia a objemových zmien a zabezpečia požadovanú životnosť konštrukcie vzhľadom na existujúce vplyvy prostredia prevádzky.

Na splnenie požiadaviek kompatibility musia materiály spĺňať kritéria v nasledujúcich parametroch:

- a) modul pružnosti;
- b) teplotný súčiniteľ rozťažnosti;
- c) dotvarovanie;
- d) zmrašťovanie;
- e) chemické vlastnosti – pH, obsah škodlivých látok (chloridy, alkálie, atď.);
- f) priepustnosť pre kvapaliny a plyny;
- g) prídržnosť k podkladu.

Pri obnove pôvodného prierezu rozlišujeme tieto prípady:

- a) sanáciou sa iba obnovuje pôvodný tvar;
- b) sanáciou sa obnovuje alebo zvyšuje ochranná funkcia krycej vrstvy;
- c) sanáciou sa okrem obnovy krycej vrstvy obnovuje aj spolupôsobenie pôvodnej výstuže s betónom prierezu;
- d) sanáciou sa vytvára podklad pre pripojenie zosilňujúcej výstuže na povrch betónového prvku.

Jednotlivé prípady sa odlišujú nárokmi na druh a mechanicko-fyzikálne vlastnosti sanačných materiálov. Prípady a) sa vyskytuje pri nevystužených betónových povrchoch. Sanačný systém musí mať požadovanú pevnosť, príľnavosť a odolnosť voči obrusovaniu. Prípady b) predstavuje najbežnejší prípad reprofilácie. Okrem už uvedených požiadaviek musí sanačný systém spĺňať aj ochrannú funkciu voči prenikaniu kvapalných a plyných agresívnych látok. V prípade c) sa vrstva sanačného materiálu doplní vlepovou výstužou, nahradzujúcou poškodené alebo chýbajúce strmienky alebo sa použije vysokohodnotný sanačný materiál (kap.3.4). V prípade d) musí sanácia zabezpečiť dokonalé spolupôsobenie pridanej výstuže. To sa dosahuje napr. kotvením pridanej výstuže do pôvodného betónu. Ak je pridaná výstuž iba lepená na sanovaný povrch, musí mať sanačný materiál vysokú pevnosť v ťahu a príľnavosť k podkladu. Takejto požiadavke vyhovujú polymérne sanačné hmoty.

Pri výbere reprofilačných hmôt a technológií je nutné zohľadniť aj požiadavky a podmienky na dopravu čerstvých zmesí, ich ukladanie do konštrukcie, spôsob spracovania, prípadne ošetrovania a ďalšie požiadavky.

#### 4.4 Obnovenie spolupôsobenia výstuže s betónom pri reprofilácii

V prípadoch rozsiahlejšieho poškodenia krycej vrstvy vrátane poškodenia priečnej výstuže dochádza k porušeniu spolupôsobenia zabudovanej výstuže s betónom. Ak sa má s touto výstužou počítať ako súčasťou prierezu, treba spolupôsobenie čiastočne alebo úplne obnoviť. Ak sa doplní prierez na pôvodný tvar (reprofilácia prierezu) bežnou silikátovou sanačnou hmotou, k obnoveniu spolupôsobenia dôjde iba čiastočne. Vyššia miera spolupôsobenia sa môže zabezpečiť obnovou priečnej výstuže a jej spojením s pozdĺžnou výstužou, avšak ani v tomto prípade (pri použití cementovej sanačnej malty), nedochádza k úplnej obnove pôvodnej funkcie. Úplná obnova spolupôsobenia výstuže a zlepšenie ďalších vlastností prvku (napr. odolnosť voči vzniku) trhlín zabezpečí použitie polymérnych sanačných mált.

#### 4.5 Sanácia trhlín

Výskyt trhlín predstavuje na mostnej konštrukcii vždy nebezpečný jav, ktorý vyžaduje opravu. Sanáciou trhlín sa má zamedziť prenikaniu agresívnych látok k výstuži a vytvoriť pevné spojenie, prenášajúce ťahové a šmykové napätie v trhline za účelom obnovenia pôvodnej tuhosti prvku.

K základným spôsobom sanácie trhlín patria:

- a) prekrytie trhlín náterom;
- b) beztlakové plnenie trhlín;
- c) tlakové plnenie trhlín – injektáž;
- d) uzavretie trhlín predpätím.

Nátery, ktoré sa používajú na sanáciu trhlín, musia byť schopné preklenúť vzniknutú trhlinu bez porušenia ochranného filmu. Nátery obmedzujú prístup agresívnych látok, ale nemajú vplyv na tuhosť konštrukcie.

Na beztlakové plnenie trhlín a na injektáž sa používajú injektážne hmoty, ktoré sa podľa STN EN 1504-5 rozdeľujú na:

- a) injektážne výrobky na vyplňanie trhlín v betóne, umožňujúce prenos zaťaženia (F), hmoty materiály schopné naviazať sa na povrch betónu a prenášať zaťaženie cez betón.;
- b) injektážne výrobky na tvárne vyplňanie trhlín (D), pružné hmoty, schopné prispôbiť sa pohybu v trhline;
- c) injektážne výrobky na rozpínavé vyplňanie trhlín (S), hmoty, ktoré sú schopné v reaktívnom stave opakovane sa rozpínať absorpciou vody.

Z hľadiska materiálového sa podľa STN EN 1504-5 výrobky delia na:

- a) injektážne výrobky s reaktívnym polymérom spojivom (P);
- b) injektážne výrobky s hydraulickým spojivom.

Injektážne hmoty s reaktívnym spojivom predstavujú duromerové živice (epoxidové, akrylátové) a elastomerové živice (polyuretány). Injektážne hmoty s hydraulickým spojivom predstavujú cementové kaše a cementové suspenzie.

Pre návrh sanácie trhlín je dôležité poznať príčinu ich vzniku, stav z hľadiska vlhkosti. Prostredie v trhline sa hodnotí ako:

- *suché* – žiadna voda v trhline alebo na bokoch trhliny; migrácia vody v trhline je vylúčená počas injektáže a tvrdenia výplňového materiálu;( suchá trhlina je charakteristická tým, že farba betónu v trhline a suchého betónu je rovnaká);
- *vlhké* – v trhline sa nenachádza voda, nachádza sa iba na bokoch trhliny avšak bez viditeľnej vodnej vrstvy;( vlhká trhlina je charakteristická zmenenou farbou betónu na bokoch trhliny v porovnaní s betónom na povrchu.);

- *mokrú* – v trhline sa nachádza stojatá voda; (pre mokrú trhlinu je charakteristická prítomnosť kvapiek na povrchu trhliny.);
- *s tečúcou vodou* – cez trhlinu preteká voda.

Odporúčané použitie druhov sanačných materiálov je v tab. 2

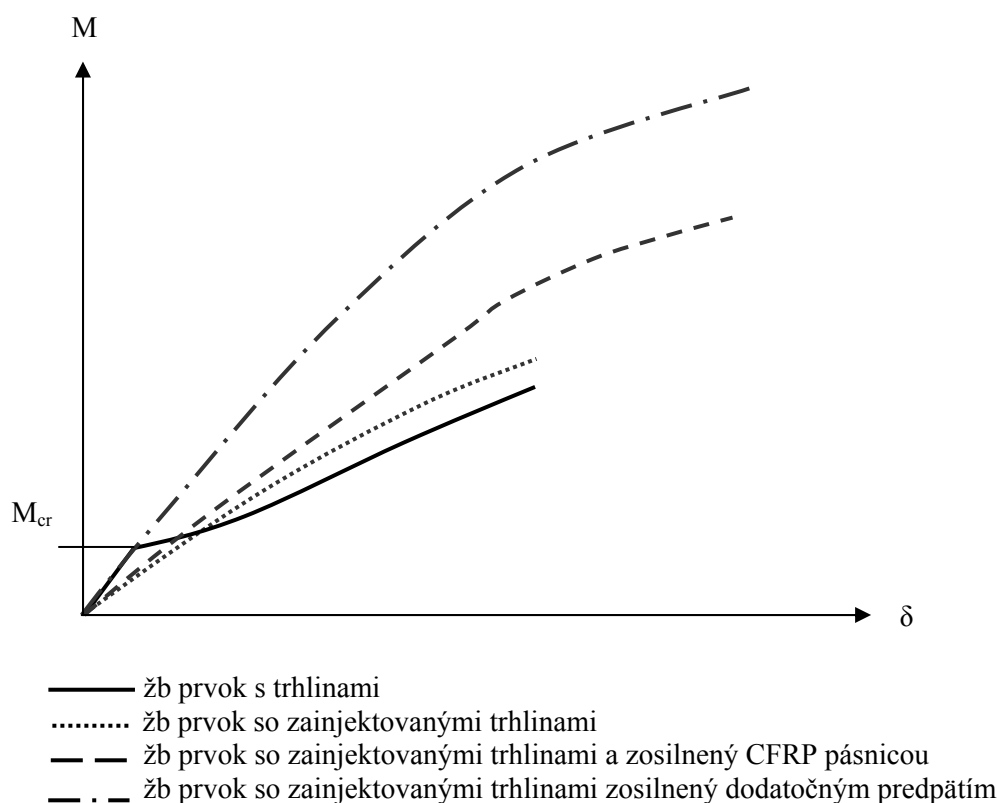
TAB.2

Injektážna hmota	Označenie	Vyplnenie trhliny	Šírka trhlín	Prostredie
Duromerové živice	PD	pevnostné	> 0,1 mm	suché, vlhké <sup>*)</sup>
Cementové koloidné malty	HK	pevnostné	> 0,5 mm	suché, vlhké
Cementové suspenzie	HS	pevnostné	> 0,3 mm	suché, vlhké
Elastomerové živice	PE	pružné	> 0,1 mm	suché, vlhké, mokré

<sup>\*)</sup> Vo vlhkom prostredí je možné použiť iba niektoré vybrané typy hmôt.

Injektáž trhlín patrí k technicky náročným druhom opráv. Pre navrhovanie opráva realizáciu platí TKP ORM č. 20.

Úlohou opravy, ktorej súčasťou je sanácia trhlín je zvyčajne aj obnova pôvodných deformačných vlastností sanovanej konštrukcie a zvýšenie únosnosti, ktoré má zabrániť opätovnému nežiaducemu rozvoju trhlín. Spôsoby zosilnenia železobetónových nosných prvkov sú opísané v kap. 4. Sanácia trhlín injektovaním a zosilnenie sa prejaví na pretvárných vlastnostiach prvku. Na obr.1 je znázornená závislosť priehybu  $\delta$  od veľkosti ohybového momentu  $M$  na nosníku s trhlinami injektovanými epoxidovou živicom a dodatočne zosilnenými.



OBR.1

#### 4.6 Sekundárna ochrana betónu

Sekundárna ochrana betónu sa navrhuje v prípade, ak betónová krycia vrstva nedostatočne plní svoju funkciu ochrany výstuže pred koróziou. Rozlišujeme tri základné spôsoby zvýšenia ochrannej funkcie krycej betónovej vrstvy:

- impregnácia;
- vytvorenie tenkej povrchovej ochrannej vrstvy;
- sekundárna kryštalizácia betónu.

Pri impregnácii materiál prenikne do povrchových vrstiev a chráni betón pred priamymi účinkami ovzdušia, mechanického poškodenia a UV žiarenia. Impregnáciou sa dosiahne hydrofóbny (voduodpuďujúci) povrch betónu.

Ochranná tenká povrchová vrstva sa zhotovuje ako náter, vytvárajúci ochranný film alebo ako ochranná omietka. Kvalitatívne požiadavky na parametre náterových systémov sú uvedené v TKP ORM č. 19.

Sekundárna kryštalizácia betónu patrí k špeciálnym sanačným technológiám. Aplikované látky prenikajú do povrchovej oblasti, kde vytvárajú kryštalické novotvary, čo spôsobuje utesňovanie pórov a trhlín.

#### 4.7 Ochrana výstuže inhibítormi korózie

Inhibítory korózie sú látky, ktoré oneskorujú vznik korózie, alebo znižujú riziko jej vzniku. Z hľadiska ich pôsobenia na elektrochemický proces korózie rozdeľujeme inhibítory na katodické (potláčajú katodickú reakciu), anodické (potláčajú anodickú reakciu) a multifunkčné (potláčajú ako katodickú,



tak aj anodickú časť korozívnej reakcie). Aktívne systémy inhibítorov pôsobia tak, že buď chemickou reakciou s oceľou vytvárajú ochranný film alebo adsorbujú na povrchu ocele a vytvárajú ochrannú vrstvu. Pasívne inhibítory bránia i prestup chloridov. Pasívno–aktívne systémy predstavujú kombináciu uvedených dvoch typov.

Použitie migrujúcich inhibítorov korózie sa navrhuje v prípadoch, ak krycia vrstva betónu nie je porušená, avšak nevytvára dostatočne ochranné prostredie (je skarbonizovaná alebo má zvýšený obsah agresívnych látok). V takomto prípade sa inhibítory aplikujú na povrch betónu a penetrujú do hĺbky.

V prípade že sa objekt nachádza v agresívnom prostredí, môžu sa inhibítory korózie použiť ako prísada do sanačných mált a betónov.

#### 4.8 Realkalizácia betónu

Jedná sa o umele vyvolanú elektrochemickú reakciu v okolí výstuže, ktorou sa obnovuje alkalita betónu, znížená v dôsledku karbonizácie. Uplatňuje sa pri nej princíp obohatenia prostredia v okolí výstuže hydroxidovými iontami, čím sa zvyšuje hodnota pH.

Pri praktickej realizácii sa na povrchu skarbonatizovaného betónu vytvorí z nasiakavého materiálu vrstva, v ktorej je uložená anóda a napustený elektrolyt (najčastejšie uhličitan sodný). Katódu tvorí výstuž, nachádzajúca sa v skarbonizovanom betóne. Pôsobením jednosmerného prúdu na anódu a katódu sa v okolí katódy (výstuže) zhusťuje koncentrácia hydroxidových iónov.

Vzhľadom na skutočnosť, že sa jedná o netradičný postup, v prípade, že sa navrhne jeho použitie, je potrebné vykonať v rámci prípravy experimentálne overenie komponentov a technologického postupu aplikácie na referenčnej ploche.

Metóda je vhodná pre použitie na plošných konštrukciách (hlavne doskách), ale aplikuje sa aj na oporných stenách a stĺpoch.

#### 4.9 Extrakcia chloridov

Princíp a realizácia metódy sú podobné ako pri realkalizácii. Ako elektrolyt sa používa napr. suspenzia hydroxidu vápenatého. Katódou môže byť výstuž, alebo sa použije externá katóda. V našich podmienkach sú zdrojom chloridov posypové soli a pri extrakcii sa uvoľňujú sodíkové ióny, ktoré môžu reagovať s reaktívnym kamenivom, čím dochádza k tzv. alkalickej reakcii kameniva a to môže spôsobiť degradáciu betónu. Z tohto dôvodu treba pre aplikáciu tejto metódy preskúmať zloženie betónu.

Vzhľadom na malé skúsenosti s touto metódou v SR, sa pred jej použitím vyžaduje experimentálne overenie vhodnosti na referenčnej ploche.

#### 4.10 Katodická ochrana

Princíp metódy spočíva v tom, že medzi povrchom betónu a výstužou sa vytvorí permanentný elektrický potenciál, ktorý bráni prenikaniu agresívnych iónov k výstuži. Praktická realizácia predstavuje inštaláciu povrchových elektród (anód) napojených na zdroj jednosmerného prúdu. Druhú elektródu tvorí zabudovaná výstuž. Anóda musí byť z materiálu, ktorý je odolný voči vzniku korózie.

### 5 Podklady pre návrh zosilnenia

#### 5.1 Všeobecne

Po rozhodnutí o oprave objektu nastáva prípravná fáza, ktorá zahŕňa zhromažďovanie dostupných informácií, vykonanie diagnostických prieskumov, dlhodobých pozorovaní a skúšok. Rozsah prípravných prác je daný najmä skutočnosťou, či existuje a je dostupná pôvodná realizačná projektová dokumentácia.

## 5.2 Diagnostický prieskum

Pred návrhom zosilnenia objektu je vykonanie diagnostického prieskumu v primeranom rozsahu nevyhnutné. Pre zadávanie a výkon diagnostiky mostov platí predpis [6].

Základný diagnostický prieskum predchádza zahájenie projektových prác. V prípade, že existuje pôvodná realizačná dokumentácia, úlohou diagnostického prieskumu je predovšetkým:

- a) skontrolovať, či prevádzkovaný objekt svojim tvarom, usporiadaním, rozmermi, spôsobom uloženia, vedením nivelety a priečnymi sklonmi, zložením vozovky, rozsahom príslušenstva zodpovedá projektu a zaznamenať odlišnosti od projektu;
- b) skontrolovať funkčnosť všetkých častí a prvkov objektu;
- c) skontrolovať, či vystuženie prierezov (množstvo, profily, tvar a poloha vložiek) zodpovedá projektu a zaznamenať odlišnosti;
- d) skontrolovať, či kvalita použitých materiálov zodpovedá projektu a zaznamenať odlišnosti;
- e) preveriť stav ochrany betonárskej a predpínacej výstuže (hrúbku skarbonizovanej vrstvy, obsah chloridových iónov v krycej vrstve, úplnosť a kvalitu injektáže káblových kanálikov, stav ochrany voľne vedených káblov a zosilňujúcich prvkov);
- f) v prípade pochybnosti diagnostikovať veľkosť predpätia (meraním sily v predpínacej výstuži alebo napätosti v betóne);
- g) identifikovať, kvantifikovať a klasifikovať poruchy mostného objektu, zaznamenať ich polohu a rozsah.

Z diagnostického výskumu sa vyhotoví príslušná dokumentácia. Jej rozsah je daný požiadavkou, aby sa na jej základe mohla stanoviť zaťažiteľnosť mostu statickým výpočtom a zhotoviť projekt zosilnenia a odstránenia porúch. V rámci prieskumu sa preto môže na žiadosť objednávateľa navrhnúť technické riešenie opravy, určiť rozsah porúch a súvisiace výmery pri odporúčanom spôsobe ich odstránenia (napr. dĺžky a šírky trhlín, plocha a hrúbka zdegradovaného betónu a pod.).

V prípade, že sa nezachovala realizačná dokumentácia, je úlohou diagnostického prieskumu vykonať príslušné merania a získať podklady na zhotovenie náhradnej dokumentácie, ktorú tvoria situačné schémy, rozmerové schémy, schémy vystuženia a pod. Zároveň sa stanovujú materiálové charakteristiky betónu a výstuže s použitím nedeštruktívnych, v prípade potreby i deštruktívnych metód vrátane skúšok na odobratých vzorkách.

Na základný diagnostický prieskum nadväzuje prieskum doplnkový, ktorý môže mať niekoľko fáz. Prvá fáza doplnkového prieskumu sa vykoná vtedy, ak počas projektovania zosilnenia objektu vznikne požiadavka na nové informácie. Prípadná druhá fáza doplnkového prieskumu sa vykonáva po zahájení realizácie napr. po odkrytí neprístupných miest, vyvrtaní kontrolných otvorov a pod. Výsledky z tejto druhej fázy prieskumu môžu významne ovplyvniť návrh a v niektorých prípadoch vyvolať zmenu koncepcie.

## 5.3 Monitorovanie konštrukcie

V prípade, že na mostnom objekte je zavedené dlhodobé monitorovanie objektu pomocou trvalo zabudovaných značiek a snímačov (geodetické merania priehybu sadania, nakláňania, merania pomerných pretvorení betónu, merania napätí v predpínacích kábloch a pod.), ako súčasť prípravy projektu sa vykonáva ich analýza.

Krátkodobé monitorovanie sa používa najčastejšie na potvrdenie niektorých predpokladov chovania sa konštrukcie a pri analýze výskytu porúch, na ktoré jednorázovo vykonaný diagnostický prieskum nedal jednoznačnú odpoveď. Predstavuje opakovaný súbor meraní a pozorovaní konštrukcie nezaťaženej alebo konštrukcie s bežnou premávkou v určitom časovom intervale. Aplikuje sa meracia technika, ktorá sa spravidla natrvalo nezabuduje do konštrukcie.

Najčastejšie sa sledujú geometrické zmeny konštrukcie (priehyb nosnej konštrukcie, sadanie a nakláňanie opôr, posun konštrukcie v dilatačnej škáre, posun a nakláňanie ložísk a pod.) a rozvoj porúch (prírastky dĺžok a zmeny širok trhlín, rozsah zatečenia atď.). Jedná sa o javy vyvolané zmenou alebo poruchou konštrukcie alebo zmenou vonkajšieho zaťaženia (napr. zmena teploty).

#### 5.4 Zaťažovacie skúšky

Zaťažovacie skúšky predstavujú veľmi efektívny spôsob vyšetovania 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 (naložené nákladné automobily) umiestnené v určitej polohe počas stanoveného intervalu. Počas pôsobenia zaťaženia sa realizuje súbor meraní. Na most sa inštalujú meracie zariadenia a využívajú sa tiež (ak sú inštalované) snímače a prístroje na dlhodobé sledovanie mosta. Zvyčajne 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 betonárskej výstuži;
- 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.

Na základe výsledkov meraní a analýzy dynamických skúšok sa overujú vlastnosti konštrukcie. Predpokladá sa vypracovanie dynamickej analýzy konštrukcie a výsledky sa musia spoľahlivo interpretovať z hľadiska skutočných vlastností konštrukcie alebo vzniknutých porúch.

#### 5.5 Prepočet zaťažiteľnosti

Stanovenie zaťažiteľnosti pri návrhu zosilnenia má za úlohu preukázať a zdôvodniť potrebný rozsah zosilnenia. Zaťažiteľnosť sa stanovuje presným statickým výpočtom a to postupom, ktorý umožňuje posúdiť rezervu využiteľnosti materiálu v danom priereze a danom vlákne.

##### Vstupné údaje na prepočet zaťažiteľnosti

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

- a) statickú schému objektu;
- b) zaťaženie objektu;
- c) parametre nosných prvkov.

##### 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.

Správnu funkciu ložísk, kĺbov a mostných záverov zvyčajne nie je možné overiť iba 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 trhlín.

V niektorých prípadoch 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 treba zohľadniť pri prepočte zaťažiteľnosti.

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

### Zaťaženie

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

Sadanie a pootáčanie podpôr vyvoláva prídavné zaťaženie, ktoré treba identifikovať a stanoviť jeho účinok. V prípade výskytu uvedeného javu treba zahájiť periodické sledovanie, ktoré preukáže stabilizáciu stavu alebo progresívny vývoj.

### Parametre nosných prvkov

K parametrom nosných prvkov patria najmä:

- a) rozmery prierezy a stupeň degradácie;
- b) fyzikálne - mechanické charakteristiky materiálov;
- c) tvar, profily, usporiadanie prvkov výstuže, zmeny v dôsledku korózie;
- d) spolupôsobenie častí priečného rezu.

### Postup pri prepočte zaťažiteľnosti

Pri výpočte zaťažiteľnosti sa vychádza z STN 73 6203 a z noriem pre navrhovanie mostných konštrukcií, platných pre jednotlivé konštrukčné materiály. Zaťažiteľnosť sa stanovuje ako :

- normálna  $V_n$ ;
- výhradná  $V_r$ ;
- výnimočná  $V_e$ .

Postup výpočtu je individuálnou záležitosťou projektanta. Uvádzame odporúčaný postup, používaný pri bežných typoch mostov na základe únosnosti :

- a) definovanie výpočtového modelu mosta;
- b) stanovenie zaťaženia pôsobiaceho na most;
- c) výpočet vnútorných síl od jednotlivých kombinácií zaťaženia stáleho náhodilého a pohyblivého;
- d) výpočet únosnosti kritických prierezov nosnej konštrukcie  $S_U$ ;
- e) výpočet rezervy únosnosti prierezov pre kombinácie pohyblivého zaťaženia  $S_{p,rez}$ , pre ktorú platí  $S_{p,rez} = S_U - S_G - S_Q$ ;

kde  $S_U$  je únosnosť prierezu pre daný spôsob namáhania;

$S_G$	vnútorná sila od stáleho zaťaženia;
$S_Q$	vnútorná sila od všetkého náhodilého zaťaženia okrem zaťaženia pohyblivého.

f) stanovenie zaťažiteľnosti v jednotlivých kritických prierezoch podľa vzťahu:

$$V_{skut} = (S_{p, rez} / S_p) \cdot V_{norm}$$

pre jednotlivé skupiny zaťaženia, pričom  $S_p$  je veľkosť vnútornej sily od náhodilého pohyblivého zaťaženia.

Pri kontrole únosnosti cez vyčíslenie napätí sa môže priamo posúdiť využiteľnosť jednotlivých materiálov. Napr. pri posúdení ohýbaných prvkov železobetónovej konštrukcie, ak sa neuplatňuje geometrická a fyzikálna nelinearita a rozhoduje normálové napätie sa môže zaťažiteľnosť stanoviť podľa vzťahu:

$$V = (\sigma_{dov} - \sigma_G - \sigma_Q) / \sigma_{V,1}$$

kde  $\sigma_{dov}$  je dovoľené namáhanie betónu (oceľ);

$\sigma_G$  napätie od stáleho zaťaženia;

$\sigma_Q$  napätie od náhodilého zaťaženia s výnimkou zaťaženia vozidlami;

$\sigma_{V,1}$  napätie vyvolané jednotkovými vozidlami (hmotnosť 1 vozidla 1t) pri zaťažení normálnom, výhradnom alebo výnimočnom.

Vo výpočte sa uvažujú hodnoty materiálových charakteristík, získané z prepisov na navrhovanie alebo zo skúšok. Charakteristiky betónu sa uvažujú z tabuliek STN na základe zatriedenia betónu podľa výsledkov skúšok pevnosti.

Vlastnosti betonárskej a predpínacej výstuže sa môžu uvažovať podľa tabuliek predpisov pre výpočet zaťažiteľnosti, uvažujúcich hodnoty príslušných normových predpisov, platných v čase projektovania a realizácie objektu. V takomto prípade je nutné poznať rok výstavby a typové tvarové charakteristiky výstužných vložiek (tvar priečneho rezu, tvar rebierok a pod.).

V prípade, že sú pochybnosti o druhu a kvalite materiálov, ich charakteristiky treba stanoviť na základe skúšok.

V prípade korózie betonárskej výstuže sa uvažuje so skutočným neskoroždaným profilom vložiek a zohľadňuje sa zhoršenie spolupôsobenia výstuže s betónom.

V prípade korózie predpínacej výstuže sa odporúča vykonať skúšky pevnosti v ťahu na vzorkách výstuže.

## 5.6 Posúdenie životnosti konštrukcie

Dôležitou súčasťou prípravných prác pred návrhom zosilnenia konštrukcie je analýza životnosti, v rámci ktorej sa posudzuje výskyt a rýchlosť degradačných procesov a ich dopad na vlastnosti, ktoré určujú zaťažiteľnosť konštrukcie. Pri prevádzkovaných mostoch sa definuje tzv. zostatková životnosť.

Zostatková životnosť predstavuje časový interval, za ktorý konštrukcia od sledovaného okamihu dosiahne hraničnú hodnotu hodnotiacej vlastnosti. Touto vlastnosťou je najčastejšie zaťažiteľnosť konštrukcie.

Analýza životnosti predstavuje popis vyskytujúcich sa degradačných procesov (korózia betónu, korózia výstuže, vznik a rozvoj trhlin), príčin ich vzniku a rozvoja, ako aj úroveň ochrany proti ich vzniku vzhľadom na pôsobenie vonkajších vplyvov (zatekanie vplyvom zlej funkcie hydroizolácie, nedostatočné hrúbky a kvalita krycích vrstiev betónu, kvalita ochrany injektážnou maltou, atď.). V záveroch analýzy sa hodnotí odolnosť konštrukcie a úroveň degradačných procesov a riziko vzniku porúch a predpokladaný rozvoj existujúcich porúch.

Analýza životnosti je dôležitá pre návrh opravy z hľadiska stanovenia jej nutného rozsahu. Odhad životnosti je možné vykonať výpočtom podľa predpisu [4].

### 5.7 Východiská návrhu zosilnenia

Realizačná projektová dokumentácia, výsledky diagnostického prieskumu, dlhodobých sledovaní, zaťažovacích skúšok, prepočet zaťažiteľnosti a analýza životnosti objektu tvoria základné východiská pri návrhu zosilnenia. K nim sa radí ešte história objektu, význam a poloha objektu ako aj predpokladané využitie objektu v budúcnosti.

História objektu zahŕňa intenzitu a variabilitu pôsobiaceho zaťaženia, živelné pohromy a havárie na objekte, vplyv okolitého prostredia, úroveň údržby, vykonané opravy a pod. Význam a poloha objektu sú dôležitým faktorom z hľadiska možnosti čiastočného alebo úplného uzavretia objektu počas opravy alebo rekonštrukcie. Budúce využitie objektu súvisí s prípadnou zmenou intenzity dopravy v blízkej budúcnosti (súvislosť s výstavbou diaľnice, obchvatu a pod.). Východiská návrhu sú dané samotným objektom a sú to predovšetkým :

- a) typ konštrukcie;
- b) priepustnosť objektu;
- c) druh premost'ovanej prekážky;
- d) celkový stavebno-technický stav objektu;
- e) rezerva únosnosti kritických prierezov a jednotlivých zložiek konštrukčného materiálu prierezov;
- f) priestorové a technologické obmedzenia;
- g) požiadavky na ochranu životného prostredia.

### 6 Postup pri výbere optimálneho spôsobu zosilnenia

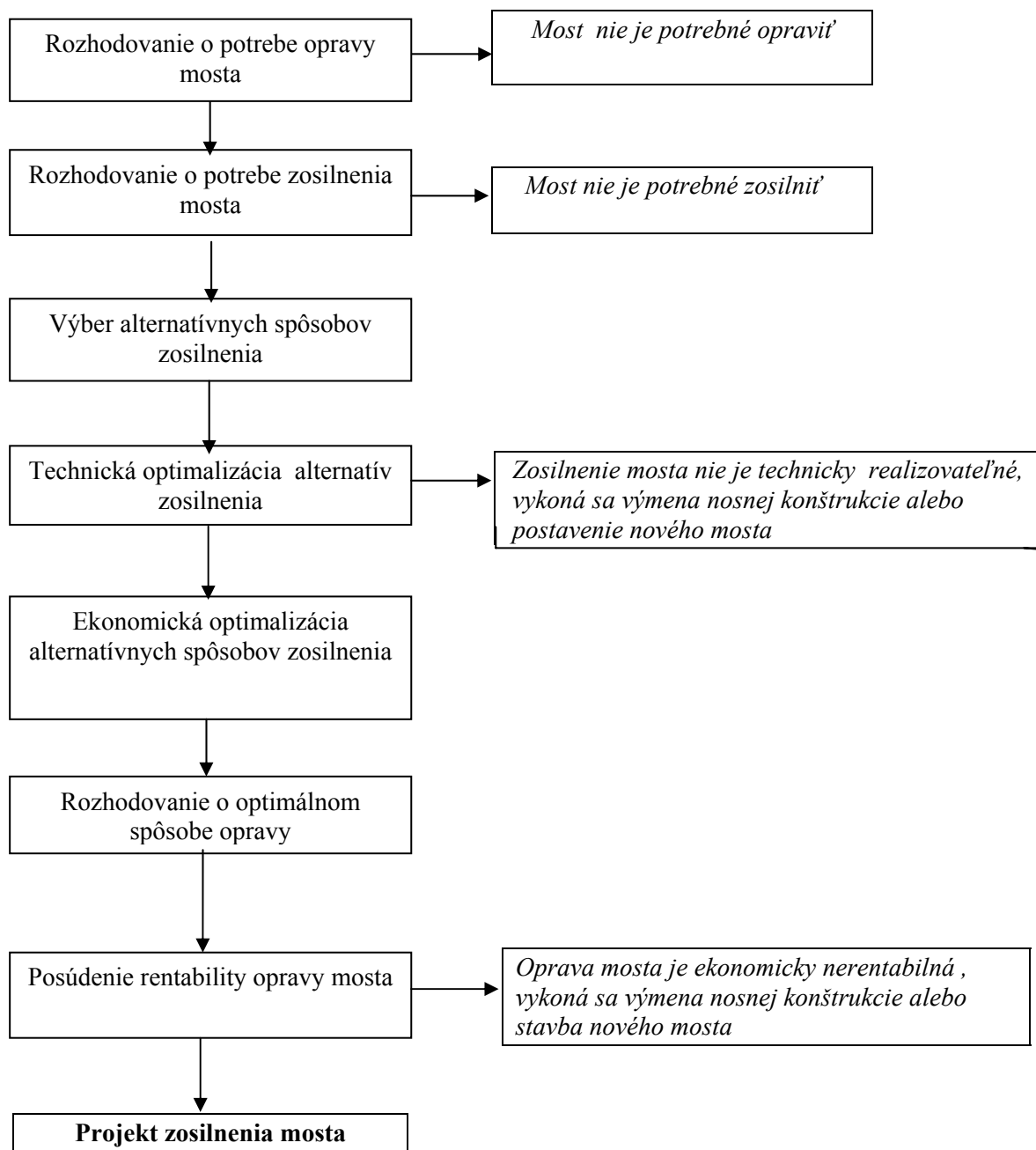
Vhodný návrh zosilnenia mosta je ten, ktorým sa dosiahne požadovaná zaťažiteľnosť a trvanlivosť mostného objektu pri minimálnych nákladoch a dopravných a iných prevádzkových obmedzeniach, pri splnení požadovaných parametrov kvality a primeranej rentability. Cieľom optimalizačného postupu dosiahnuť výber najvhodnejšieho spôsobu zosilnenia nosnej konštrukcie. Prvkami výberovej množiny sú v tomto prípade jednotlivé konštrukčno-technologické spôsoby opravy. Kritériami výberu sú:

- a) zabezpečenie požiadaviek na zaťažiteľnosť;
- b) technická realizovateľnosť;
- c) ekonomická výhodnosť;
- d) rentabilita.

Optimalizačná schéma postupu výberu najvhodnejšieho spôsobu zosilnenia mostnej konštrukcie je uvedená v blokovej schéme na obr.2.

Rozhodnutie o potrebe opravy mosta sa vykoná na základe výsledkov prehliadky mosta prípadne diagnostického prieskumu a zhodnotenia jeho stavu. Výsledkom je zaradenie mosta do plánu opráv alebo konštatovanie, že most netreba opraviť.

Rozhodnutie o potrebe zosilnenia mosta sa vykoná na základe porovnania skutočnej a požadovanej zaťažiteľnosti a na základe analýzy príčin zistenej zníženej zaťažiteľnosti. Jeho výsledkom je buď zistenie, že most netreba zosilňovať a pre obnovu funkčnosti postačuje oprava porúch alebo konštatovanie potreby zosilnenia mosta.



OBR.2 Bloková schéma optimalizácie postupu zosilnenia

Výber alternatívnych spôsobov zosilnenia na základe typu konštrukcie a analýzy príčin vyčerpania únosnosti prierezov, predstavuje výber tých konštrukčných a technologických riešení, ktoré umožnia dosiahnuť požadovanú zaťažiteľnosť konštrukcie. Pre vybrané spôsoby zosilnenia sa určí výber charakteristických parametrov, potrebných na vykonanie technickej a ekonomickej optimalizácie.

V procese technickej optimalizácie sa selektujú vybrané alternatívne spôsoby zosilnenia na základe posúdenia ich realizovateľnosti vzhľadom k dodávateľským možnostiam, priestorovým a prevádzkovým podmienkam a okoliu mosta. Výsledkom optimalizácie je určenie spôsobov zosilnenia, ktoré sa môžu na danom mostnom objekte realizovať.

V ekonomickej optimalizácii sa vykoná výber finančne najvhodnejšej z navrhnutých alternatívnych spôsobov zosilnenia. Výber sa vykoná porovnaním približne stanovených komplexných nákladov pre jednotlivé spôsoby zosilnenia. V komplexných nákladoch sú okrem nákladov na realizáciu vlastného

zosilnenia zahrnuté i náklady na zabezpečenie prístupu k nosnej konštrukcii a možné vynútené náklady (napr. výmena zvršku pri vytvorení spriahnutej betónovej vrstvy, náklady na výluky železnice, obchádzky a pod).

Navrhnutý optimálny spôsob zosilnenia treba spolu s ostatnými nákladmi na opravu mosta porovnať s nákladmi na výmenu nosnej konštrukcie a s nákladmi na postavenie nového mosta. Výsledkom porovnania je rozhodnutie o vykonaní projektu a následnej realizácii navrhnutého spôsobu zosilnenia alebo rozhodnutie o výmene nosnej konštrukcie, resp. o postavení nového mosta.

## 7 Návrh zosilnenia betónových mostov podľa platných STN a TKP ORM

### 7.1 Všeobecne

Pri navrhovaní zosilnenia konštrukčných prvkov nosných konštrukcií mostov treba zohľadniť osobitosti návrhu, vyplývajúce z charakteru zosilňovanej konštrukcie a z navrhnutých riešení zosilnenia.

Zohľadniť sa musí predovšetkým:

- rozdielne zaťaženie, pôsobiace na pôvodnú a zosilnenú konštrukciu;
- podmienky uloženia nosnej konštrukcie;
- zmeny tuhosti prierezov;
- rozdiely vo veku betónov a vplyv reologických vlastností na napätosť prierezov;
- väčší počet parametrov a kritérií, určujúcich únosnosť prierezov;
- väčšia zložitosť väzieb medzi zložkami prierezu a medzi konštrukčnými prvkami.

Zosilňovanie mostných objektov sa navrhuje na základe vykonanej statickej analýzy. Účinok zosilnenia sa preveruje výpočtom vnútorných síl od pôsobiacich zaťažení a vplyvov a posúdením namáhania v kritických rezoch. Súčasťou statického výpočtu je stanovenie zaťažiteľnosti mostného objektu po zosilnení.

Zosilňovania mostov sa týkajú noriem (STN), ktoré možno rozdeliť na normy pre:

- materiály a ich skúšanie;
- navrhovanie;
- zhotovovanie;
- kontrolu a skúšanie konštrukcií.

Pri návrhu zosilnenia platia všeobecne nasledujúce normy:

STN 73 1201, STN 73 6201, STN 73 6202, STN 73 6203, STN 73 6206, STN EN 1990, STN EN 1991-2, STN EN 1991-1-1, STN EN 1992-1-1, STN EN 1992-2.

V rámci procesu zavádzania nových európskych noriem sa situácia v oblasti platných noriem mení a zhotoviteľ projektu zosilnenia je povinný zohľadniť aktuálny stav.

Technicko-kvalitatívne podmienky pre opravy a rekonštrukcie mostov (TKP ORM) predstavujú predpisy, ktorými sa dopĺňajú a rozširujú normové predpisy o špecifické ustanovenia, týkajúce sa opráv a rekonštrukcií mostov vrátane vybraných spôsobov zosilnenia.

Pre návrh zosilnenia platia všeobecne nasledujúce TKP ORM:

TKP ORM č. 9, TKP ORM č. 11, TKP ORM č. 12.

Niektoré najnovšie alebo menej používané konštrukčné a technologické riešenia zosilnenia nie sú zahrnuté ani v STN ani v TKP ORM. Pri návrhu sa vychádza z technických podmienok výrobcu,



prípadne zahraničných predpisov. Podmienky navrhovania treba uviesť v zmluve na zhotovenie projektu zosilnenia.

## 7.2 Návrh zosilnenia dodatočne betónovanou spriahnutou vrstvou

Spriahnutá betónová vrstva je konštrukčný prvok dodatočne súdržne pripevnený k prierezu zosilňovaného prvku. Pridanou betónovou vrstvou sa zvyšuje statická výška prierezu a dopĺňa sa nedostatočná plocha betónu v priereze. Vytvorenie spriahajúcej betónovej vrstvy zvyšuje priečnu tuhosť nosnej konštrukcie.

Pri prvkoch, v ktorých je rozhodujúce namáhanie na tlak, dochádza k zvýšeniu zaťažiteľnosti z dôvodu, že namáhaniu od pohyblivého zaťaženia vzdoruje väčšia prierezová plocha. V prípade prvkov, kde o zaťažiteľnosti rozhoduje namáhanie na ohyb, sa pridaním spriahajúcej vrstvy zvýši namáhanie od stáleho zaťaženia. Na druhej strane v dôsledku zmeny prierezu sa môže zvýšiť ohybová únosnosť prierezu na zachytenie náhodilého a pohyblivého zaťaženia. K zvýšeniu zaťažiteľnosti dôjde v závislosti na veľkosti rezervy využitia ťahovej výstuže a tlačeneho betónu.

V statickom výpočte treba posúdiť únosnosť kritických prierezov, pričom treba zohľadniť vplyv zmrašťovania betónu spriahnutej vrstvy, ktorý vyvoláva ťahové napätia v spriahnutom betóne a v ťahanej oblasti pôvodného prierezu a tlakové napätia v tlačenej oblasti pôvodného prierezu. Rovnako treba posúdiť napätosť v kontaktnej škáre a plochu spriahajúcej výstuže.

Zosilnenie spriahnutou betónovou vrstvou sa používa pri monolitických doskových trámových i komôrkových mostoch a tiež v prípade mostov z prefabrikovaných nosníkov, ak sú spojené iba pozdĺžnymi betónovými škárami.

K zabezpečeniu súdržného spojenia sa používa spriahajúca výstuž, ktorá sa pevne spojí so zosilňovanou konštrukciou a technologické úpravy povrchu zosilňovanej konštrukcie v mieste uloženia spriahnutej betónovej vrstvy. Pri zosilňovaní železobetónových alebo predpätých betónových konštrukcií sa na spojenie výstuže spriahnutej betónovej vrstvy používa kotvenie tejto výstuže vlepéním do otvorov v zosilňovanej konštrukcie.

Oproti spriahajúcej doske nových konštrukcií sa dodatočne betónovanie spriahnutej vrstvy na starú konštrukcie vyznačuje niektorými odlišnosťami, ktoré treba pri návrhu rešpektovať.

- Zosilňujúca vrstva sa betónuje na starý podkladový betón. Z konštrukcie sa pred betonážou odstráni horné vrstvy (vozovka, izolácia a vyrovnávací betón). Kvalita a stav tohto starého betónu sú zvyčajne odlišné v porovnaní s novým betónom, nakoľko tento materiál bol počas viacročnej prevádzky mosta vystavený rôznym fyzikálno-chemickým vplyvom. Negatívne sa môže na vlastnostiach betónu prejavovať i spôsob odstránenia vrstiev krytu vozovky a najmä nedostatočné odstránenie narušeného betónu.
- Betonárska výstuž, zabezpečujúca spriahnutie, je pri novej konštrukcii navrhovaná v optimálnom prevedení a je previazaná s ostatnou výstužou. Pri dodatočne betónovanej vrstve sa spriahajúca výstuž osádza do starého betónu. Tomu sa prispôsobuje jej tvar i množstvo a rozmiestnenie.
- V prípade novej konštrukcie je pomer základnej konštrukcie a spriahajúcej dosky vyvážený. Spodná časť sa navrhne s ohľadom na charakter spolupôsobenia a zvyčajne má nosnú funkciu v priečnom smere. Čerstvo vybetónovaná spriahajúca doska pôsobí na starú konštrukciu ako významné zaťaženie. Vzhľadom na požadovaný zosilňujúci efekt s prihliadnutím na uvedenú skutočnosť, ale aj ďalšie okolnosti sa požaduje nižšia hrúbka, ako býva pri spriahnutých konštrukciách bežné.
- Rozdiely vo veku betónov (viacero rokov oproti niekoľkým mesiacom pri nových stavbách) spôsobujú výraznejšie namáhania z dôvodu objemových zmien. Tento efekt sa výraznejšie prejaví pri tenších spriahajúcich doskách.
- Pri zhotovovaní zosilňujúcej spriahnutej vrstvy sa často rekonštrukčné práce vykonávajú iba na polovici mostného objektu. Na druhej polovici funguje normálna premávka s príslušným statickým a dynamickým namáhaním. Najmä dynamická zložka negatívne vplyva na priebeh dozrievania

čerstvého betónu na jeho pevnosť a priľnavosť. Tento spôsob sa preto má používať len v zdôvodnených prípadoch.

- Pri rekonštrukciách mostov sa používa vrstva vyrovnávacieho betónu v hrúbke 60 mm - 120 mm. Z hľadiska nosnej konštrukcie táto vrstva predstavuje príťaž znižujúcu únosnosť. Je žiadúce, aby táto vrstva spĺňala podmienky spolupôsobenia a mohla sa započítať do únosnosti ako spriahnutá doska.

Požiadavky na čerstvý betón pre spriahajúcu vrstvu sú:

- minimálna pevnosť v tlaku;
- zvýšená pevnosť v ťahu (dosiahnutá napr. vhodnou rozptýlenou výstužou);
- znížené zmrašťovanie (dosiahnuté vhodným zložením čerstvého betónu);
- zvýšená priľnavosť k starému betónu.

Na navrhovanie spriahajúcej vrstvy platia normy a TKP ORM uvedené v kap.7.1 týchto TP a TKP ORM č. 22.

### 7.3 Návrh zosilnenia prídavnou ocelovou výstužou

Ako je uvedené v kap 3.5, prídavná ocelová výstuž sa umiestňuje buď v drážkach alebo na povrchu. Umiestnenie v drážkach má výhodu, že na vytvorenie adhéznej vrstvy medzi prídavnou výstužou a pôvodným betónom sa môže využiť celý povrch výstuže. Zosilnenie je účinné, ak je drážka vytvorená v pôvodnom nezdegradovanom betóne. Vytvorenie drážok a umiestnenie výstuže v pozdĺžnom smere môže byť obtiažne vzhľadom na polohu priečnej výstuže. Pri prídavnej výstuži umiestnenej na povrchu sa môže adhézna plocha vytvoriť iba na jednej strane prierezu zosilňujúceho prvku. Z tohto dôvodu sa lepenie kombinuje s kotvením.

Prídavnou výstužou sa pri prvkoch namáhaných na ohyb môže dosiahnuť zvýšenie únosnosti v prípade, že existuje dostatočná rezerva namáhania v tlačennom betóne. Táto rezerva sa môže zvýšiť kombináciou zosilnenia prídavnou výstužou a spriahnutou betónovou vrstvou.

Pri návrhu a posúdení prierezov zosilnených prídavnou výstužou v drážkach sa predpokladá spolupôsobenie s pôvodným prierezom a kontroluje sa napätie v súdržnosti. Pri posúdení prierezov sa kontroluje namáhanie v tlačennom betóne, pôvodnej výstuži a zosilňujúcej výstuži.

Na zosilnenie na povrchu betónového prierezu sa používajú ocelové pásnice, Pásnica je konštrukčný prvok, ktorým sa v priereze konštrukcie doplní nosná ohybová alebo šmyková betonárska výstuž. Pásnica je spojená s konštrukciou súdržne po celej dĺžke lepidlom a kotevnými prvkami, ktoré prenášajú deformáciu z konštrukcie na pásnicu. Na zabezpečenie kvality lepenia sa pásnica a lepidlo počas vytvrdzovania lepidla pritláčajú ku konštrukcii. Pásnica je ku konštrukcii okrem lepenia uchytaná i kotviacimi prvkami. Kotviace prvky môžu byť prechádzať cez konštrukciu (svorníky), alebo byť v betóne priamo ukotvené (kotvy).

Na vytvorenie pásnic, ich lepenie, aktiváciu a kotvenie sa navrhujú také materiály, ktoré optimálnym spôsobom zabezpečujú požadované vlastnosti, predovšetkým pevnosť a trvanlivosť. Súčasťou konštrukčného riešenia je aj vytvorenie vhodného podkladu, ktorý musí spĺňať požiadavky rovnosti a pevnosti. Podmienky sú uvedené v TKP ORM č. 24. Pri návrhu a posúdení sa predpokladá dokonale tuhé spojenie pásnice a konštrukcie v každom priereze, zabezpečené lepeným spojením a kotviacimi prvkami. Potrebná dĺžka pásnice sa stanovuje podľa čiary materiálového krytia. Odľahčujúce účinky aktivácie na konštrukciu sa zohľadňujú v prípade, že odľahčovací účinok je následne zabezpečený tuhým kotvením a lepením pásnice, prenášajúcimi aktiváciu do konštrukcie.

Pri návrhu zosilnenia konštrukcie pásnicou treba určiť :

- spôsob zosilnenia konštrukcie pásnicami na ohyb, t.j. umiestnenie pásnic pri jednom resp. pri oboch povrchoch;
- spôsob zosilnenia konštrukcie na šmyk.

Pri návrhu pásnice treba určiť :

- prierezovú plochu pásnice;
- dĺžku, polohu pásnice na konštrukcii;
- počet a rozmiestnenie kotviacich prvkov;
- spôsob aktivácie pásnic;
- veľkosť aktivačnej sily.

Pri posúdení prierezu konštrukcie zosilneného pásnicou treba posúdiť :

- namáhanie v tlaku betónu konštrukcie;
- namáhanie v ťahu mäkkej výstuže konštrukcie;
- namáhanie v ťahu pásnice .

Pri posúdení pásnice treba posúdiť :

- šmykové namáhanie lepeného spojenia pásnice a konštrukcie;
- otláčenie materiálu pásnice v mieste otvorov pre kotevné prvky;
- tuhosť spojenia kotevných prvkov a pásnice;
- šmykovú a ťahovú únosnosť kotevných prvkov pásnice;
- veľkosť a rozloženie prítlačnej sily na pásnicu.

Rovnako ako v prípade výstuže vlepenej v drážkach je aj pri pásniciach zvýšenie únosnosti prierezu na ohyb limitované rezervou namáhania v tlačenej betóne, ktorá sa môže zvýšiť pridaním spriahnutej betónovej vrstvy.

Zosilnenie pomocou prídavnej ocelevej výstuže sa používa pri nedostatočnej ohybovej únosnosti a šmykovej únosnosti monolitických železobetónových mostov v pozdĺžnom i priečnom smere pri predpätých monolitických a segmentových mostov na zosilnenie v priečnom smere.

#### 7.4 Návrh zosilnenia voľne vedenou predpätou výstužou

Pri zosilňovaní voľne vedenou predpätou výstužou sa ako prepínacie jednotky používajú tyče, laná a káble. Káble sú zostavené zo samostatne chránených lán (monostrandov) alebo lán v ochranných obaloch vyplnených buď injektážnou maltou alebo mazivom. Predpínacie jednotky sa umiestňujú v pozdĺžnom alebo priečnom smere. Zosilnenie voľne vedenou predpätou výstužou sa môže využiť pri všetkých typoch betónových mostov a v prípade mostov z prepätého betónu predstavuje často najvhodnejší spôsob zosilnenia. Odstraňujú sa ním príčiny statických porúch konštrukcie napr. ohybové a šmykové trhliny, nadmerné deformácie, oslabenie výstuže koróziou a pod. Oproti predchádzajúcim spôsobom zosilnenia sa vhodným umiestnením kotevných a deviačných (miesta zmeny smeru dráhy káblov) bodov môže ovplyvniť namáhanie od všetkých zložiek zaťaženia vrátane vlastnej tiaže. Limitujúcim faktorom môže byť nedostatočná rezerva namáhania betónu v tlaku. Vtedy sa môže dodatočne inštalovať voľne vedená predpínacia výstuž a kombinovať so spriahnutou betónovou vrstvou.

Prednosťou tohto spôsobu zosilnenia je skutočnosť, že jeho prvky sa ľahko skontrolujú a vymenia, prípadne sa môže vykonať dopnutie.

Pri použití vonkajšej predpínacej výstuže závisí účinok predpätia na silách, pôsobiacich na konštrukciu v miestach kotvenia a zmeny smeru výstuže. Sily, ktorými vonkajšia nesúdržná predpínacia výstuž pôsobí na konštrukciu prostredníctvom kotevných blokov, deviatorov a úchyto, sa musia do konštrukcie bezpečne a trvalo preniesť. Preto treba úprave týchto miest venovať zvláštnu starostlivosť. Na obmedzenie kmitania sa káble fixujú pomocou úchyto.

Pri návrhu zosilnenia sa vychádza z predpokladu, že účinky predpätia pôsobia v kotevných a deviačných bodoch ako vonkajšie sily, ktorými sa zaťažuje výpočtový model konštrukcie. V mieste kotvenia v dôsledku excentricky pôsobiacej sily vzniká namáhanie ohybovým momentom.

Konštrukčné zásady a požiadavky na materiály pre návrh zosilnenia dodatočným predpätím sú v TKP ORM č. 23.

Návrh počtu a vedenia predpínacích jednotiek sa vykoná na základe statickej analýzy konštrukcie. V rámci statického výpočtu zosilnenia sa vykoná posúdenie rozhodujúcich prierezov na účinky pôsobiacich zaťažení a vplyvov. Kotevné bloky a deviatory sa posudzujú na účinky pôsobenia sústredených síl, ťahových resp. tlakových a šmykových namáhaní v škárach medzi prvkami zosilnenia a pôvodnou konštrukciou. Účinnosť spojenia kotevných a deviačných blokov s pôvodnou konštrukciou sa môže zvýšiť vytvorením drážok (zazubená škára) alebo pomocou priečneho predopnutia betónových prvkov tyčami, kotvenými v pôvodnej konštrukcii. V takomto prípade sa uvažuje v betóne s priestorovou napätosťou.

Pri konštrukčnom riešení detailov, treba zohľadniť požiadavky na umiestnenie predpínacieho zariadenia (pištole, lisy) a na vymeniteľnosť predpínacích prvkov. Okrem noriem uvedených v kap 7.1 pre navrhovanie zosilnenia nesúdržnou predpínacou výstužou platia normy:

STN 73 1251, STN EN 1992-1-2, STN EN 447, STN P ENV 1992-1-5.

Okrem predpisov uvedených v kap.7.1 platia ešte nasledujúce predpisy :

TKP ORM č. 13, TKP ORM č. 21, TKP ORM č. 23.

## 7.5 Zosilnenie tkaninami a pásnicami z uhlíkatých vlákien

V našich podmienkach sa na zosilnenie používajú predovšetkým materiály z uhlíkatých vlákien, vyrábané a dodávané viacerými firmami. Tento materiál sa v porovnaní s oceľou vyznačuje výrazne vyššou pevnosťou (1200-3000 MPa), ktorá sa však dosahuje pri pretvoreniach 1% -2%. Z uvedeného vyplýva, že pri betónových konštrukciách vzhľadom na obmedzenú šírku prípustných trhlin nemožno tieto materiály plne využiť.

Uhlíkaté lamely – najčastejšie pásnice, sa používajú ako prídavná ťahaná alebo tlačaná výstuž. Tlačaná výstuž sa spravidla umiestňuje v drážkach po obvode zosilňovaného prvku. Ako ťahaná výstuž sa lamely lepia na povrch zosilňovaných prvkov.

Prednosťou pásnic z uhlíkatých vlákien je nižšia hmotnosť a tým ľahšia manipulovateľnosť, pri lepení sa nevyžaduje zariadenie na vyvodenie prítlaku, netreba protikoróznou ochranu, pásnice sa môžu bez problémov krížiť.

Lepené pásnice sa používajú ako prídavná výstuž prierezov namáhaných na ohyb. Pre použitie ako prídavná šmyková výstuž sa musia pásnice vyrobiť na objednávku a vytvárať podľa skutočného rozmeru prierezu zosilňovaného prvku.

Pružný charakter materiálu dovoľuje využiť pásnicu na prenos väčšieho podielu zaťaženia ako je náhodilé a pohyblivé a to odľahčením konštrukcie (popustením koncov prvku alebo nadvihnutím v strede rozpätia prvku) alebo použitím predpätia.

Použitie predpätých pásnic predstavuje ekonomickejšie využitie materiálu. Pre predpätú výstuž sa môžu použiť pásnice so špeciálnou koncovou úpravou na ukotvenie do betónu a na uchytenie do špeciálnych napínacích lisov.

Pre aplikáciu tkanín a pásnic z uhlíkatých vlákien sa vyžaduje primeraná kvalita povrchu a to predovšetkým rovnosť a pevnosť podkladového betónu. Pevnosť podkladu pre lepené tkaniny musí byť > 1,0 MPa a pre lepené pásnice > 1,5 MPa. V prípade že sa vykonáva reprofiliácia povrchu pred zosilnením, musí sa tejto požiadavke prispôbiť výber sanačných materiálov.

Pri navrhovaní zosilnenia s použitím tkanín a pásnic sa postupuje podľa technickej dokumentácie výrobcu, ktorá zvyčajne obsahuje variant navrhovania podľa normy EC2. V technickej dokumentácii - príručke pre navrhovanie sa uvádzajú parametre výstužných materiálov ako aj korekčné súčinitele pre

jednotlivé spôsoby aplikácie. Ako základný parameter pre navrhovanie sa udáva tzv. dimenzačné medzné pretvorenie, ktoré má garantovať okrem iného minimálnu šírku trhlín a vylúčiť odtrhnutie pásnice v dôsledku šmykového posunu v trhlínach. Príručky výrobcov obsahujú nomogramy alebo softvér na návrh počtu vrstiev zosilňujúcej tkaniny a počtu a prierezovej plochy zosilňujúcich pásnic. Každý návrh zosilnenia je potrebné posúdiť v statickom výpočte zosilnenia a stanoviť zaťažiteľnosť zosilneného objektu. Posudzuje sa napätosť v betóne, pretvorenie v zabudovanej betonárskej výstuži a pretvorenie pásnice. Zvlášť sa posudzuje kotevná oblasť pásnice. Kontroluje sa potrebná kotevná dĺžka pásnice, ktorá je závislá na veľkosti kotevnej sily, určenej z priebehu momentov pred a po zosilnení. Ak kvôli priestorovým obmedzeniam sa nemôže osadiť pásnica s potrebnou kotevnou dĺžkou, treba navrhnuť koncové kotvenie pásnice, ktoré však vyžaduje vhodnú úpravu tejto oblasti.

Pri použití tkanín a pásnic treba dodržať i konštrukčné zásady a konštrukčné obmedzenia. Pri ovíjaní betónových prvkov je nutné zohľadniť požiadavky na paropriepustnosť, ktorú matrice z epoxidových živíc nespĺňajú. V takýchto prípadoch sa kombinuje epoxidová živica s akrylátovou alebo polyuretánovou, a to tak, aby 50% umožňovalo difúziu vodných pár. V prípade zosilnenia doskových prvkov pásnicami treba dodržať podmienku pre max. vzdialenosť jednotlivých pásnic, ktorá je závislá na dĺžke pásnice a hrúbke zosilňovaného prvku.

## 8 Požiadavky na projektovú dokumentáciu

### 8.1 Všeobecne

Dokumentácia stavby predstavuje súbor písomností, technických správ a výkresov ktorý sa pre stavby pozemných komunikácií vyžaduje na základe predpisu TP 03/2006 [5]. Podľa predpisu sa dokumentácia člení na viacero stupňov v závislosti od toho, akému účelu dokumentácia slúži. Vzhľadom na rozsah prác pri zosilňovaní mostov sa uplatňujú dva druhy dokumentácií:

- dokumentácia pre stavebné povolenie (DSP);
- dokumentácia pre realizáciu stavby (DRS) ako súčasť dokumentácie na ponuku (DP).

Požiadavky na vypracovanie DSP obsahuje príloha 7 a náležitosti DSP príloha 8 uvedeného predpisu. Základné náležitosti DRS obsahuje príloha 10 a DP príloha 11 predpisu TP SSC 03/2006.

Dokumentácie pre zosilnenie stavby v rámci opravy alebo rekonštrukcie rieši osobitný problém a preto okrem požiadaviek všeobecných predpisov musí zohľadňovať aj špecifické požiadavky vyplývajúce z charakteru stavby.

### 8.2 Štúdia návrhu zosilnenia

Predstavuje odporúčaný dokument v prípade, že zosilnenie sa týka väčšej časti objektu. V štúdiu sa analyzujú podklady uvedené v kap.5 a postupom uvedeným v kap.6 sa zdôvodňuje navrhnutý spôsob zosilnenia. V štúdiu sa taktiež určí rozsah nevyhnutných prieskumných prác vykonaných v rámci spracovania projektu alebo počas realizácie. Objednávateľ dohodne vypracovanie štúdie návrhu zosilnenia v zmluve a na jej základe rozhodne o ďalšom postupe prác.

### 8.3 Technická správa

Okrem náležitostí, vyplývajúcich zo všeobecných predpisov sa v prípade návrhu zosilnenia v technickej správe (ďalej TS) popisuje navrhnutý systém zosilnenia a jeho jednotlivé konštrukčné a materiálové zložky. Uvádzajú sa požadované technické parametre jednotlivých použitých materiálov a prvkov zosilnenia. Súčasťou popisu je aj spôsob ochrany týchto prvkov po zabudovaní a parametre, požadované od navrhnutého spôsobu ochrany. V TS sa uvádza postup prác pri zosilňovaní, špecifikácia jednotlivých operácií a naviazanosť na ostatné operácie, vykonávané v rámci opravy alebo rekonštrukcie objektu. Uvádzajú sa tiež podmienky, za ktorých je možné jednotlivé operácie vykonať a materiálové a technologické obmedzenia, zohľadňujúce premávku na moste a v okolí,

ochranu životného prostredia a pod. Na druhej strane sa uvádzajú nutné dopravné a prevádzkové obmedzenia pri jednotlivých operáciách.

#### 8.4 Statický výpočet

Statický výpočet je nevyhnutnou súčasťou návrhu zosilnenia. Preukazuje sa ním stav objektu pre zosilnením, spoľahlivosť a životnosť navrhnutého zosilnenia a deklaruje sa účinnosť zosilnenia vyjadrená jeho zaťažiteľnosťou pred a po zosilnení. Obsah statického výpočtu určuje TP SSC 03/2006 v prílohe 10. Statický výpočet pri návrhu zosilnenia obsahuje predovšetkým:

- a) výpočtový model konštrukcie;
- b) údaje o zaťažení;
- c) výpočet priebehu vnútorných síl a deformácií od účinkov zaťaženia;
- d) polohu a charakteristiky kritických prierezov;
- e) výpočet zaťažiteľnosti na pôvodnej konštrukcii;
- f) dimenzovanie a posúdenie prvkov zosilnenia a ich väzieb na pôvodnú konštrukciu;
- g) výpočet zaťažiteľnosti zosilnenej konštrukcie;
- h) posúdenie deformácií zosilnenej konštrukcie;
- i) podklady pre zaťažovacie skúšky.

Pri aplikácii programov pre výpočet vnútorných síl a deformácií sa uvedie typové označenie programu, popis výpočtového modelu, vstupné údaje, originálny výpis výsledkov.

V statickom výpočte sa uvedú normy, TKP ORM a ďalšie predpisy, podľa ktorých sa návrh vykonal.

#### 8.5 Výkresová dokumentácia

Výkresová dokumentácia pre DRS musí obsahovať okrem výkresov uvedených v TP, výkresy, v ktorých je význačný objem hmôt a súčastí, ktoré sa odstránia (výkresy búracích prác) a výkresy všetkých pridaných zosilňujúcich častí a prvkov vrátane prvkov zabezpečujúcich ich spolupôsobenie s pôvodnou konštrukciou. Vo výkresoch sa musí jednoznačne definovať tvar všetkých prvkov, druh materiálu, z ktorého sú zhotovené a ich poloha. Súpis všetkých materiálov a prvkov sa uvádza vo výkaze.

Potrebné je venovať náležitú pozornosť výkresom konštrukčných detailov. Týka sa to aj detailov konštrukčných riešení, zabezpečujúcich trvanlivosť zosilnenia, jeho rektifikovateľnosť a výmenu.

#### 8.6 Technicko-kvalitatívne podmienky (TKP)

Pri navrhovaní zosilnenia sa zohľadňujú technicko-kvalitatívne podmienky pre opravy a rekonštrukcie mostov. TKP ORM obsahujú ustanovenia pre navrhovanie zhotovovanie a kontrolu opráv a rekonštrukcií mostov. TKP ORM sú pre zhotoviteľa dokumentácie záväzné v celom rozsahu, ak zmluvné podmienky neurčia inak.

#### 8.7 Zvláštne technicko-kvalitatívne podmienky (ZTKP)

Zhotovujú sa v prípadoch, ak na zhotovenie stavby, kontrolu kvality použitých materiálov a vykonaných prác neobsahujú príslušné technické normy a TKP ORM všetky potrebné ustanovenia. V ZTKP sa definujú požiadavky na materiály použité pri jednotlivých operáciách, druhy a rozsah ich skúšok, kontrolné merania a činnosti pri jednotlivých technologických operáciách, požiadavky na technologické postupy uplatňované pri jednotlivých operáciách a výrobné tolerancie.

V ZTKP sa stanovujú tiež požiadavky na merania a pozorovania počas výstavby a ich harmonogram. Poloha meracích bodov sa vyznačuje vo výkresovej dokumentácii.

V ZTKP sa môžu uviesť odkazy na iné ako normové predpisy, avšak tieto musia byť dostupné a musia existovať aj v zrozumiteľnej jazykovej mutácii.

### **8.8 Prevádzkový manuál mosta**

Prevádzkový manuál mosta slúži správcovi objektu na zabezpečenie primeranej dohliadacej činnosti a údržby objektu. V manuáli sa uvádzajú predovšetkým požiadavky na spôsob a rozsah údržby. Manuál obsahuje aj interval bežných a hlavných prehliadok a popis zvlášť sledovaných oblastí a prvkov konštrukcie a popis javov, ktorým v prípade výskytu treba venovať pozornosť a prijať príslušné opatrenia.

Manuál obsahuje tiež plán a rozsah kontrolných meraní, ak sa v konštrukcii osadili snímače alebo meracie body. Obsahuje aj podmienky, za akých sa požaduje zvolanie mimoriadnej prehliadky za prítomnosti projektanta.