

BETONOVÉ KONSTRUKCE II/10

26. Průzkumy a poruchy železobetonových konstrukcí

26.1 Úvod

Nejstarší betonové konstrukce jsou v současnosti přibližně 120 let staré. Jsou tedy na konci předpokládané životnosti, což přináší nutnost jejich rekonstrukcí.

Rekonstrukce železobetonových konstrukcí provádíme zpravidla z těchto důvodů:

- Sanace poškozené konstrukce
- Zesílení stávající konstrukce při nedostatečné únosnosti nebo na nové zatížení
- Při požadované změně tvaru této konstrukce

26.2 Průzkum železobetonové konstrukce

Průzkumy se obecně dělí na:

- Předběžné
- Podrobné
- Doplnující

Předběžný průzkum provádí obvykle projektant, zpracovatel stavební nebo konstrukční (statické) části projektu. Jeho úkolem je předběžné zhodnocení konstrukce a stanovení požadavků na podrobný průzkum podle potřeb projektu rekonstrukce. Předběžný průzkum zpravidla zahrnuje:











- Shromáždění dostupné dokumentace ke konstrukci (výkresy, zprávy, ideálně i statický výpočet – pokud je k dispozici)
- Ověření tvaru a statického působení konstrukce
- Předběžné zhodnocení technického stavu konstrukce a statických poruch konstrukce (orientační zjištění pevnosti nedestruktivními metodami – Schmid-tovo kladívko)



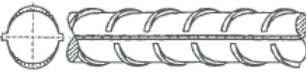
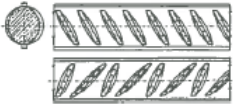
Podrobný průzkum provádí specializovaná diagnostická firma ve spolupráci se zkušebnou. Průzkum má rozsah dle potřeb projektu. Může zahrnovat například:

- Stanovení rozměrů jednotlivých prvků (zjištění tloušťek desek provrtáním)
- Zjištění polohy a kvality výztužných prutů
- Zjištění pevnosti betonu nedestruktivně, nebo zkouškou na odebraných vzorcích
- Stanovení přidržnosti povrchové vrstvy odtrhovou zkouškou
- Zjištění vlhkosti betonu
- Zjištění stupně (hloubky) karbonatace betonu

Rozměry konstrukcí – v případě betonových stropů je zpravidla nutné strop provrtat a zjistit skladbu podlah a změřit tloušťku stropní desky, kterou je jinak na stavbě obvykle problematické změřit.

Polohu výztužných prutů pod povrchem betonu lze zjistit magnetickým hledačem, popřípadě rentgenem. **Profily prutů** a kvalitu oceli lze zjistit v sondě po odsekání krycí vrstvy betonu. Profil prutu se změří posuvným měřítkem („šuplerou“). **Kvalitu** výztužné oceli lze většinou zjistit podle tvaru žebírek výztužných prutů. Pevnosti betonářských ocelí v závislosti na tvaru žebírek jsou uvedeny například v normě ČSN 73 0038 (2014) – Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí. Následující tabulky jsou převzaty z této normy.

Druh	Označení	Tvar	Dokument
	C 34		ČSN 1016:1926
	Cc		ČSN 1090:1931
	C 38		ČSN 1090:1931
	Jakostní		ČSN 1090:1931
	Cb		ČSN 1091:1935
	C 37		ČSN 1230:1937
	C 52		ČSN 1230:1937
	Beton speciál		–
10 000			ČSN 41 0000 ČSN 42 5510
10 002	A		ČSN 41 0002
10 210	A-0	ČSN 41 0210	
10 216	E	ČSN 41 0216 ČSN 42 5512	
10 372	B A-0	ČSN 41 0373	
10 373	Bs	ČSN 41 0373 ²⁾	
10 452	C		ČSN 41 0452 ČSN 42 5513
10 453	Cs		
10 472 (ISTEG)	I		
10 492 (TOROS)	T, Tor 30		ČSN 41 0492 ČSN 42 6560 ²⁾
10 512 (ROXOR)	R		ČSN 42 5537 ²⁾
10 513 (ROXOR)	Rs		
10 512 (LAROS)	L		
10 513 (LAROS)	Ls		
10 300	A – II ⁴⁾ R 30		ČSN 41 0300 ČSN 42 5538
10 400 10 400 A	Rs 40 As – III ⁴⁾		ČSN 41 0401 ČSN 42 5539
10 401 10 400 B	R 40 A – III ⁴⁾		
10 402	Tor 40 RK 40		
11 373	EZ ³⁾		ČSN 41 1373 ČSN 42 5510
10 245	K		ČSN 41 0245 ČSN 42 5529

Druh	Označení	Tvar	Dokument
10 335	J		ČSN 41 0335 ČSN 42 5533
10 338	T A – II ³⁾		ČSN 41 0338 ČSN 42 5534
10 302	B II Tor 30		ČSN 41 0302 ČSN 42 6560
10 425	V A – III ³⁾		ČSN 41 0425 ČSN 42 5535
10 426	W A – III ³⁾		ČSN 42 5535 ¹⁾
10 505	R		ČSN 41 0505 ČSN 42 5538

U prutů s hladkým povrchem a u prutů ovlivněných požárem je někdy nutno prut z konstrukce vyjmout a provést tahovou zkoušku oceli na trhacím stroji v laboratoři.

Pevnost betonu lze orientačně stanovit z původní dokumentace, pokud je k dispozici. Zatřídění betonů, označených v archivní dokumentaci podle starších norem a předpisů, lze provést podle následující tabulky, převzaté z ČSN 73 0038.

Betón				
druh	značka	třída	třída	pevnostní třída
ČSN 1090:1931 ČSN 1230:1937	ČSN 73 2001:1956 ČSN 73 6206: 1971	ČSN 73 1201:1967	ČSN 73 1201:1986	ČSN EN 206 ČSN EN 1992-1-1
a	60	1		(C3/3,5)
b	80		B 5	(C4/5)
c	105	0	B 7,5	(C6/7,5)
d	135	I	B 10	C 8/10
			B 12,5	(C9/12,5)
e	170	II		(C10/13,5)
			B 15	C 12/15
f	250	III	B 20	C16/20
			B 25	C 20/25
g	330	IV		(C23/28)
			B 30	C 25/30
	400		B 35	(C28/35)
				C 30/37
		V	B40	(C30/40)
	500		B 45	C 35/45
		VI	B 50	C 40/50
	600		B 55	C 45/55
			B 60	C 50/60

POZNÁMKA Pevnostní třídy uvedené v závorkách nejsou v příslušné normě zavedeny.

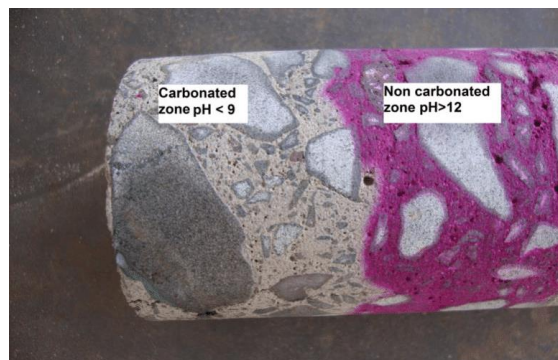
Pevnost betonu lze ověřovat nedestruktivními nebo destruktivními zkouškami. Nedestruktivní zkoušku lze s výhodou použít u nových, nezkarbonatovaných betonů pro rychlé ověření aktuální pevnosti v tlaku, například při předběžném průzkumu. Používá se Schmidtovo kladívko. Jde o přístroj s pružinou a úderníkem, který je po zmáčknutí tlačítka vymrštěn proti betonovému povrchu zkoušeného vzorku betonu. Velikost odrazu se přenáší na stupnici, kde je udána přímo pevnost betonu v MPa. Na pevnost betonu tedy ve skutečnosti usuzujeme ze vztahu mezi pevností v tlaku a povrchovou tvrdostí betonu. Zkoušku nelze bez dalších úprav použít u staršího, zkarbonatovaného betonu.



Schmidtovo kladívko

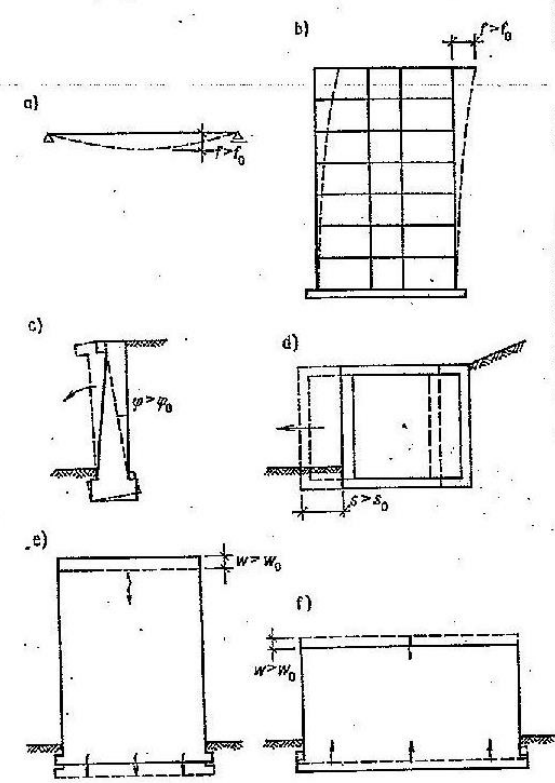
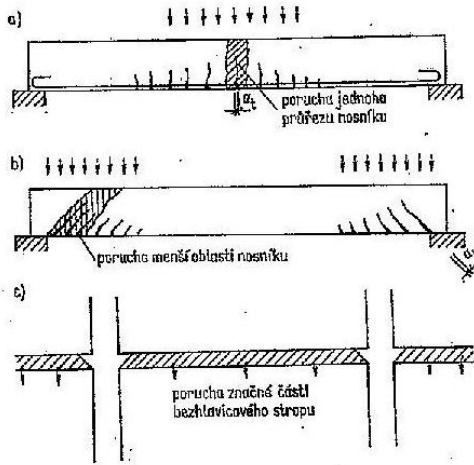
Nejpřesnější je destruktivní zkouška betonu. Provádí se na zkušebních válcích, nebo na krychlích jejich tlakovým rozdrcením ve zkušebním lisu. U stávajících konstrukcí se obvykle odebírají zkušební tělesa tvaru válců, získaných pomocí jádrového vrtání. Při použití menších rozměrů válců (50 až 100 mm) je nutno výslednou pevnost přepočítat na pevnost, odpovídající standardnímu válci o průměru 150 mm a výšce 300 mm.

Karbonatace – podrobněji o karbonataci betonu viz dále - se zkouší nejčastěji na odvrtaných vzorcích (válcích) fenoftaleinovým roztokem (měří se pH). Nezkarbonatovaná oblast betonu se zbarví do fialova, zkarbonatovaná oblast barvu nezmění.

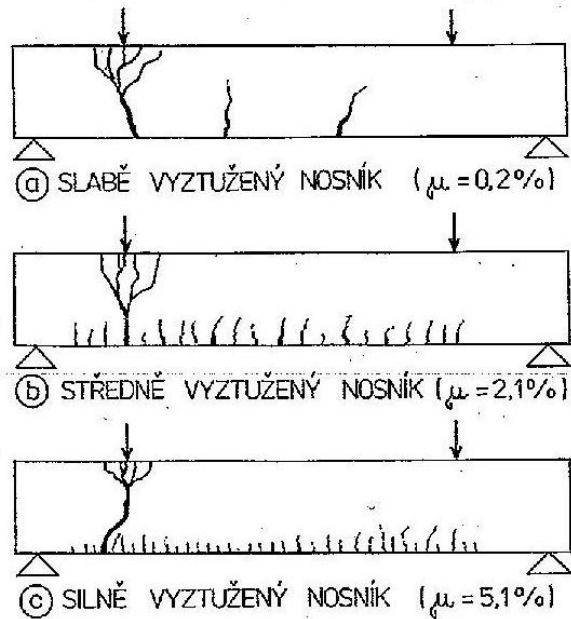


Doplňující průzkum je někdy třeba provést dodatečně (někdy až dodavatelem stavby po zahájení stavebních prací) v případě, že v průběhu prací na projektu vznikla potřeba ověřit další konstrukce nebo jejich vlastnosti, popřípadě v situaci, kdy nebylo možné průzkum provést dříve (například z důvodů provozu v budově).

26.3 Poruchy železobetonových konstrukcí



Obr. 2.1. Různé možnosti poruchy konstrukčního prvku
a) vyčerpání únosnosti v ohybu, b) vyčerpání únosnosti ve smyku, c) vyčerpání únosnosti v protlačení



Obr. 2.22 Velikost a hustota trhlin v ohybaném nosníku v závislosti na stupni vyztužení.

Obr. 2.2. Poruchy objektu vlivem nadměrných deformací
a) překročení dovolené hodnoty průhybu, b) překročení dovolené výchylky objektu, c) nadměrné pootočení objektu, d) nadměrný posun objektu, e) nadměrné sednutí objektu, f) nadměrné zvednutí objektu

Vždy je třeba rozlišit poruchy:

- Drobné (estetické, staticky nevýznamné)
- Hlavní (staticky významné)
- Kritické (bezprostředně ohrožují bezpečnost konstrukce)

Poruchy stávajících železobetonových konstrukcí se projevují například:

- Trhlinami v betonu
- Drcením betonu
- Ztrátou stability konstrukce (plastické klouby způsobí vznik mechanismu, nebo tlačené pruty vybočí)
- Korozí betonu a výztuže, odlupování krycí vrstvy.
- Nadměrnou deformací prvku
- Nepřiměřenou dynamickou odezvou (kmitáním)

26.4 Trhliny v železobetonových konstrukcích

Trhliny jsou přirozenou součástí železobetonu, správným návrhem konstrukce je však třeba zaručit, že šířka trhlin nepřekročí přijatelné hodnoty – podrobněji viz přednášku, týkající se mezních stavů použitelnosti – mezní stav omezení šířky trhlin.

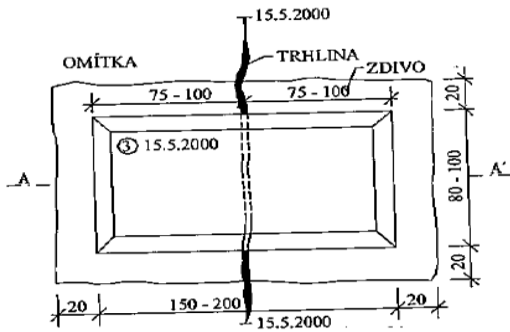
Při hodnocení trhlin nadměrné šířky je třeba rozlišovat trhliny

- Stabilizované, jejichž šířka se v čase nemění
- Nestabilizované

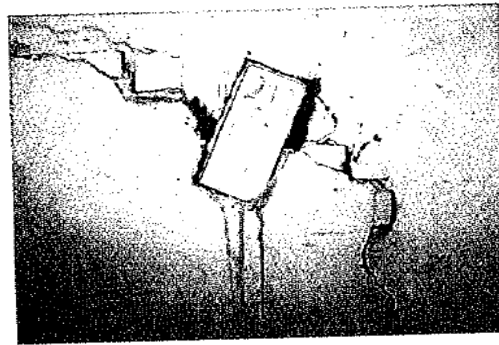
Rozhodnutí o tom, jedná-li se o trhlinu stabilizovanou, nebo nestabilizovanou je možné provést na základě sledování trhliny po určitou dobu. Nejjednodušší způsoby sledování šířky trhlin jsou:

- Označení konců trhlin obyčejnou tužkou. Pokud se po čase konec trhliny posune, je téměř jisté, že dochází k rozevírání trhliny
- Osazením sádrových pásků
- Přímým měřením šířky trhliny pomocí kovových měřicích bodů, osazených trvale na obě strany trhliny a měřením jejich vzdálenosti indikátorovými hodinkami. Lze měřit s přesností na desetiny mm.
- Orientačně lze měřit šířky trhlin s přesností na desetiny mm příložným měřítkem.

Sádrové pásky se osazují přímo na nosnou konstrukci (beton, zdivo) očištěnou od omítky. Sádrová destička rozměru 80 x 160 mm tloušťky kolem 5 mm se osadí kolmo na trhlinu. Zapiše se datum osazení.



Obrázek 4.8 Sádrová destička – schéma



Obrázek 4.9 Sádrová destička – a) správné prove

Z hlediska opravy (injektáže) trhlin je vhodné rozlišovat trhliny na:

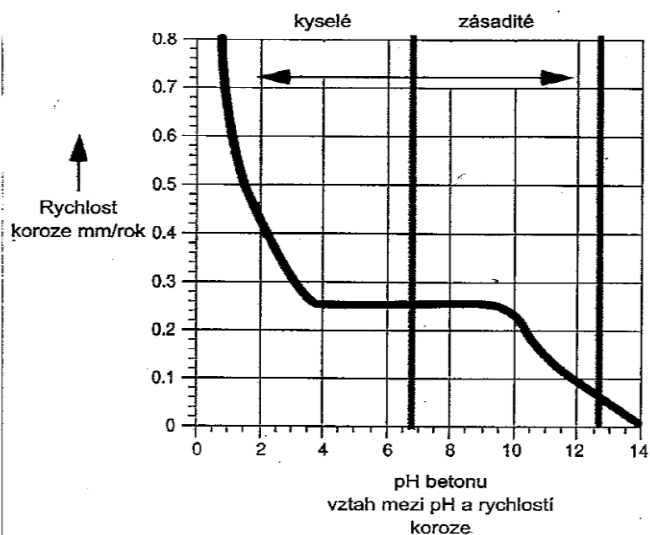
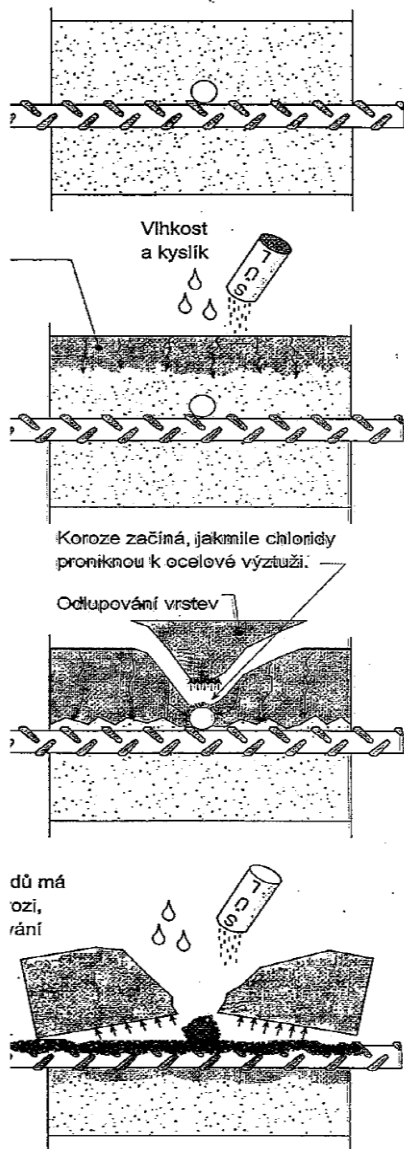
- Suché
- Mokrý (zavodněné)

26.5 Koroze betonu

Poškození betonu, které může být způsobeno např. agresivními spodními vodami (uhlíčitě, síranové, hořečnaté, kyselé a vyluhující) solemi, rozmrazovací soli (dopravní stavby), ropnými produkty a dalšími chemikáliemi, mrazem, karbonatací betonu a následnou korozi výztuže.



Opadaná krycí vrstva betonu a zkorodovaná výztuž stropu a mostního pilíře

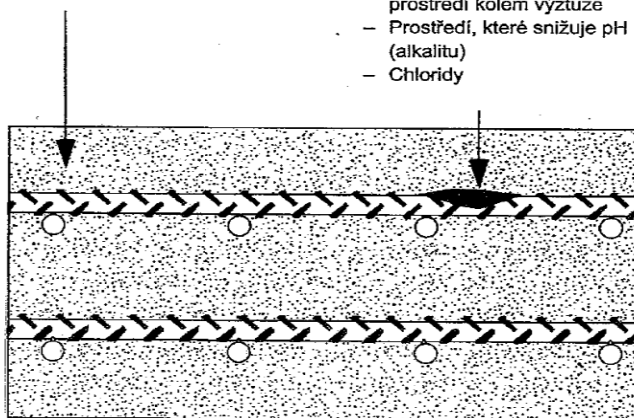


Inhibitory koroze

Vysoce kvalitní beton
 Beton s vysokým pH
 chrání ocelové
 povrchy proti korozi

Korozi podporují

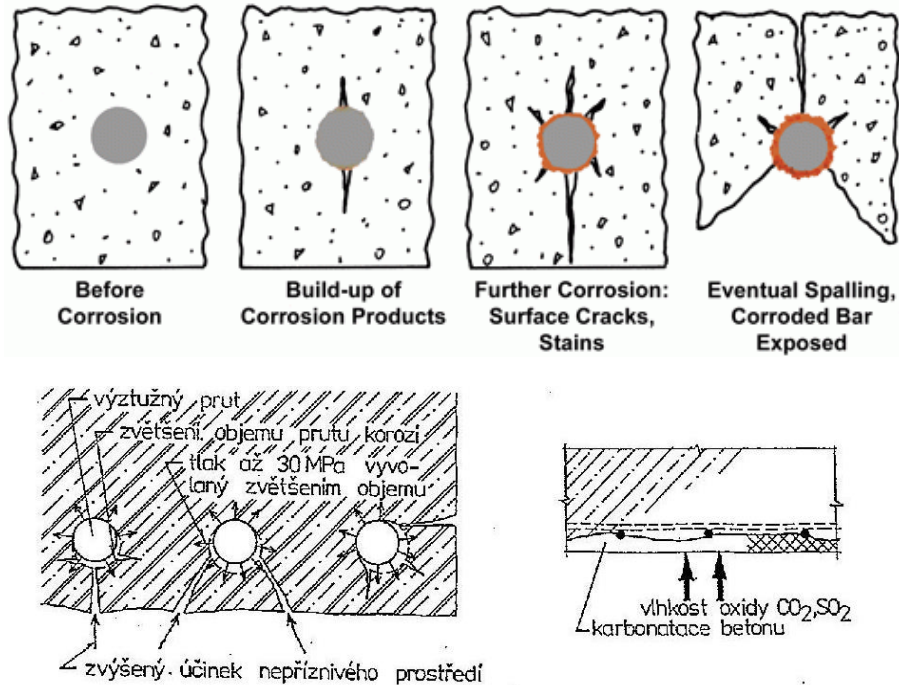
- Kyslík
- Voda
- Bludné proudy
- Nerovnoměrné chemické prostředí kolem výztuže
- Prostředí, které snižuje pH (alkalitu)
- Chloridy



26.6 Karbonatace betonu

Častá porucha staršího betonu s následnou korozi výztuže. Za normálního stavu tvoří beton silně zásadité prostředí (pH 11,0 až 13,0), což zajišťuje ochranu výztuže uložené v tomto prostředí proti korozi. Vlivem působení vzdušného CO_2 na beton dochází v povrchové vrstvě betonu k chemickým změnám, které se projevují tzv. karbonatací betonu. Při tomto procesu klesá pH prostředí. Při poklesu pod hodnotu zhruba 9,6 přestává být výztuž chráněna a dochází k její korozi. Rychlost postupu karbonatace do hloubky betonu závisí na mnoha činitelích, především však na vlhkosti a dále na hutnosti betonu. Hutnější betony jsou méně propustné pro vzdušný CO_2 a jsou proti karbonataci odolnější. Odolnost železobetonu také závisí na tloušťce krycí vrstvy výztuže v betonu. Pruty s malou krycí vrstvou jsou uloženy blíže k povrchu betonu, a proto je dříve zasáhne zkarbonatovaná oblast betonu.

Karbonatace není nebezpečná pro prostý beton, může však způsobit degradaci železobetonu v důsledku koroze výztuže. Při korozi výztuže vznikají oxidy železa, které několikanásobně zvětšují svůj objem, čímž vyvolávají příčné tlaky na okolní beton a postupně způsobují trhliny v betonu a následné odtržení krycí vrstvy betonu. Tím se celý proces dále posouvá do hloubky betonu.



Poškození betonu v důsledku koroze výztuže způsobené její depasivací vlivem karbonatace

Uvedené poznatky lze shrnout konstatováním, že hlavní příčinou porušení krycí vrstvy je její nedostatečná tloušťka. Současná norma ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí požaduje minimální tloušťku krycí vrstvy pro deskové konstrukce v prostředí XC1 nejméně 20 mm.

Při karbonataci povrchové vrstvy betonu dochází kromě jiného také v důsledku růstu krystalů v pórech betonu ke zvýšení hutnosti (tvrdosti) zkarbonatované povrchové vrstvičky. To je důvodem, proč nelze bez dalších úprav (odbroušení zkarbonatované vrstvy) hodnověrně ověřovat pevnost staršího zkarbonatovaného betonu Schmidtovým kladívkem. Zkouška pak dává vyšší hodnoty pevnosti betonu, než odpovídá skutečnosti.

26.7 Poruchy staveb z hlinitanového betonu

Hlinitanový cement se u nás vyráběl a pro konstrukce pozemních staveb používal v letech 1930 až 1960. Měl velký nárůst pevnosti a velké hydratační teplo.

U těchto betonů dochází při určitých podmínkách časem ke značnému poklesu pevnosti, která je způsobena chemickou konverzí materiálu. Beton po konverzi získává typické žlutohnědé až hnědé zabarvení. Tento jev vedl k mnoha haváriím konstrukcí s hlinitanovým cementem. V současné době je použití hlinitanových cementů na nosné konstrukce zakázáno.

27. Sanace, opravy a zesilování železobetonových konstrukcí

27.1 Oprava trhlin

Trhliny do šířky zhruba 0,30 mm lze úspěšně těsnit napuštěním betonu roztokem přísady, fungující na principu druhotné krystalizace cementu – viz přednášku týkající se bílých van.

Širší trhliny je třeba těsnit injektáží. Cílem injektáže je buď silové spojení trhliny, nebo jen uzavření trhliny - především zabránění průsaku vody.

Silové spojení trhliny lze provést pouze u stabilizované trhliny. Volba materiálu pro injektáž závisí na šířce trhliny.

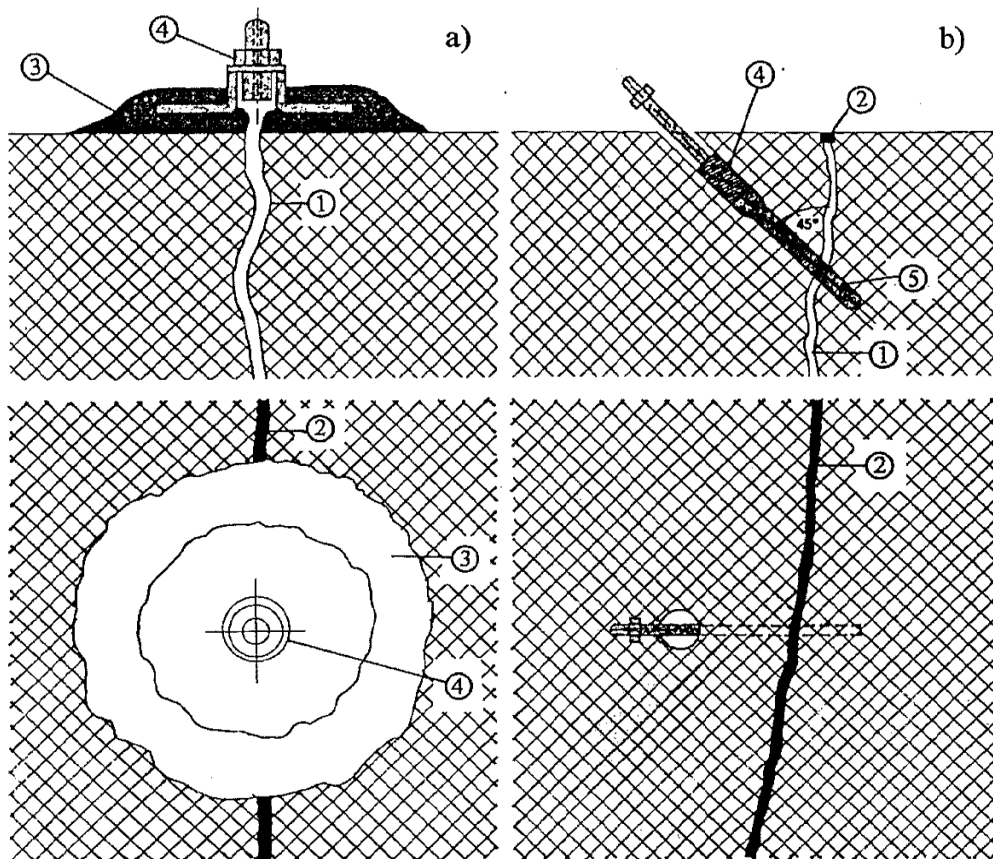
Vlasové trhliny injektovat nelze.

Trhliny do šířky 2 mm se injektují obvykle nízkoviskózní epoxidovou pryskyřicí.

Trhliny od 2 do 8 mm lze injektovat epoxidovou pryskyřicí vhodné viskozity.

Trhliny širší než 8 mm se injektují hmotami na bázi cementů, zbylé spáry a drobnější trhliny se doinjektují epoxidovou pryskyřicí.

Pro injektáže nestabilizovaných trhlin, zabraňující průsaku vody u bílých van a nádrží, lze použít například polyuretany, nebo akryláty. Návrh přesného složení injektážní hmoty je zpravidla věcí technologa dodavatele.

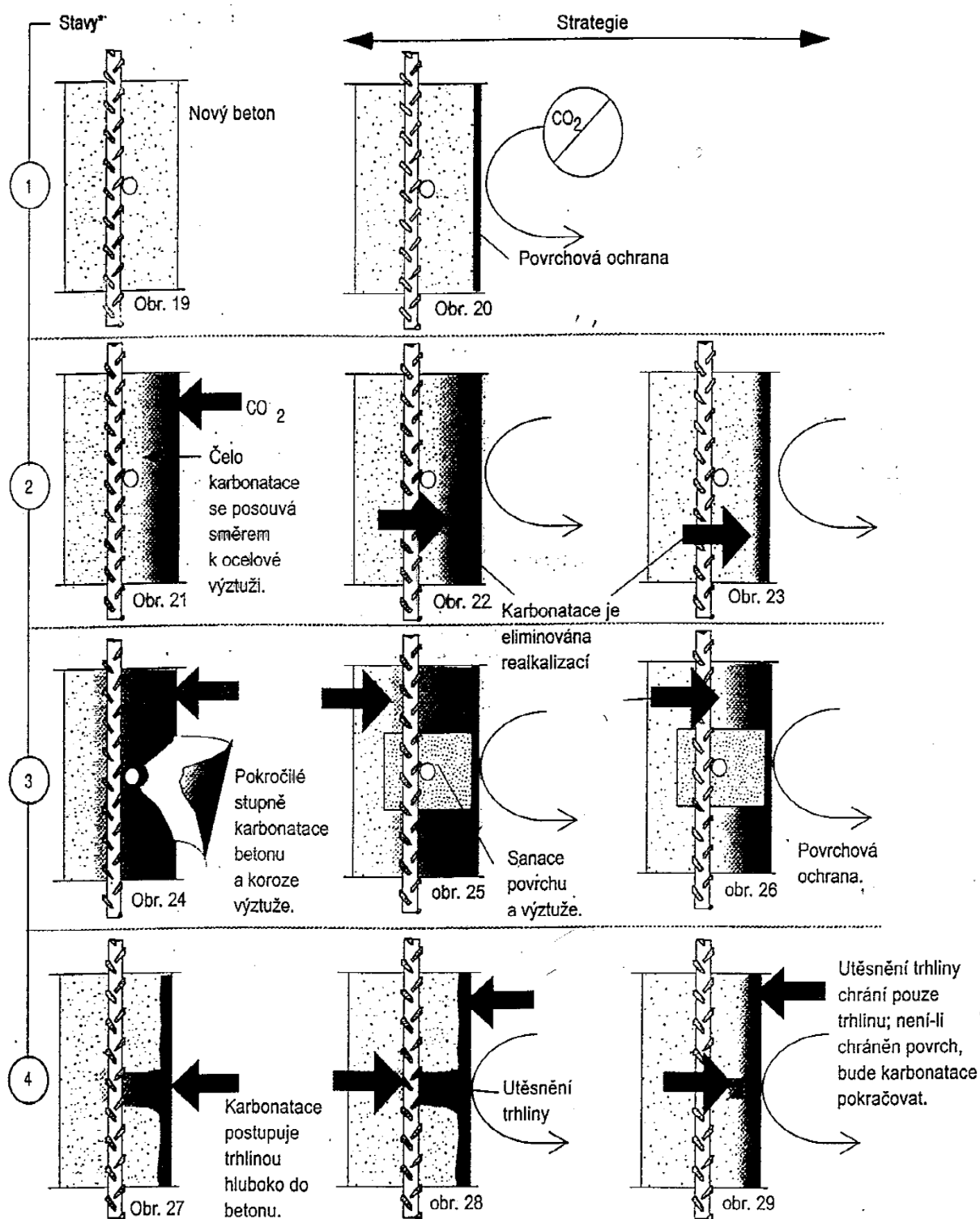


Obr. 6 Způsoby injektáže trhlin a spár

a) od povrchu, b) z vrtu 1 - trhlina či spára, 2 - utěsnění ústí, 3 - lepidlo, 4 - obturátor, 5 - injektážní vrt

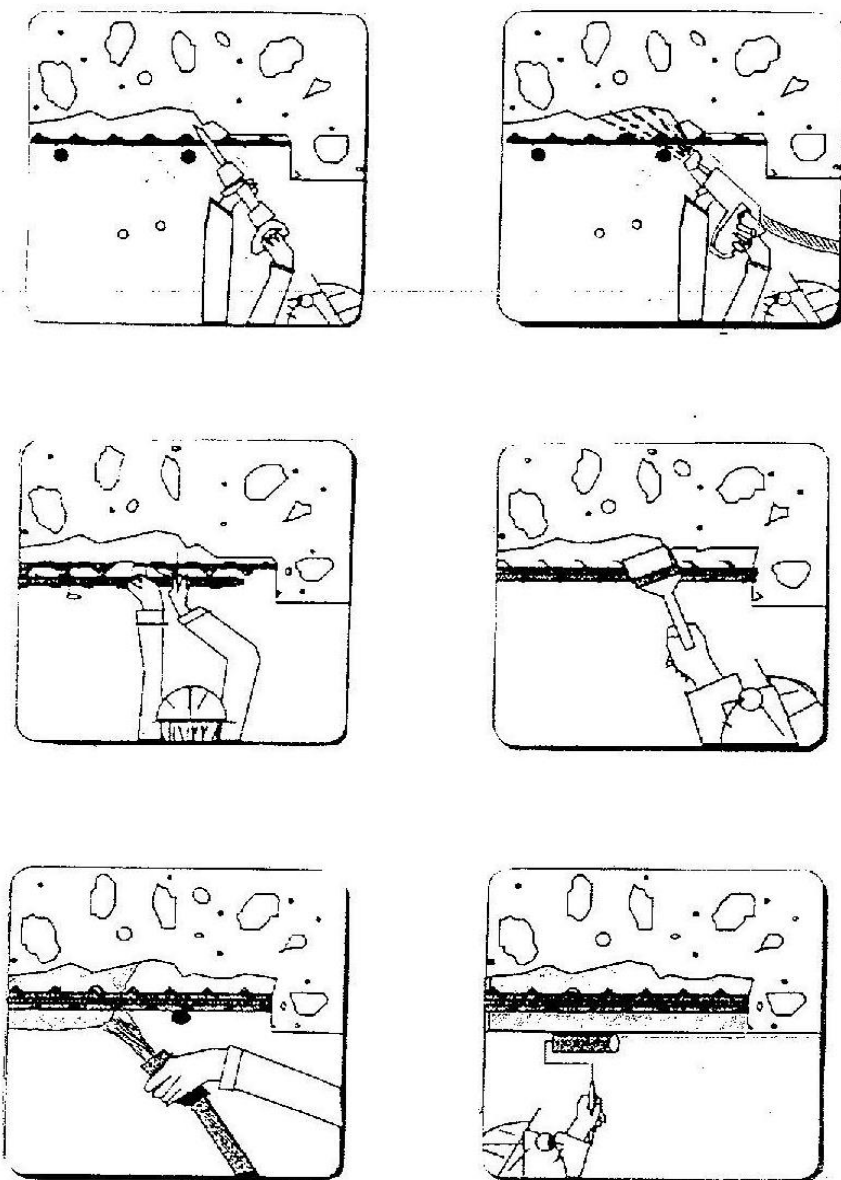
27.2 Strategie při sanaci zkarbonatovaného betonu

Záleží na stupni karbonatace a rozsahu porušení konstrukce.



Oprava poškozeného povrchu konstrukce - podrobný způsob sanace musí navrhnout technolog odborné prováděcí firmy. Postup sanace může být např. následující:

- mechanické odstranění veškerého uvolněného betonu
- mechanické očištění zkorodované výztuže (ideálně otryskání)
- pasivace výztuže ochranným nátěrem
- nanesení adhezního můstku
- reprofilace povrchu stěny
- ochrana betonu proti další karbonataci vhodným nátěrem



27.3 Zesilování železobetonových konstrukcí

Využití rezerv konstrukce – v některých případech lze připustit zvýšení zatížení konstrukce využitím jejích rezerv bez nutnosti zásahu do této konstrukce. Rezervy je nutno prokázat statickým výpočtem. Lze použít v případě, že prvky, které limitují únosnost konstrukce, byly v původním statickém výpočtu navrženy s rezervou. Skrytou rezervu lze prokázat použitím výstižnějšího výpočtového modelu konstrukce (např. uvážením prostorového působení oproti původnímu rovinnému modelu) nebo využitím poznatků redistribuce vnitřních sil při plastickém výpočtu.

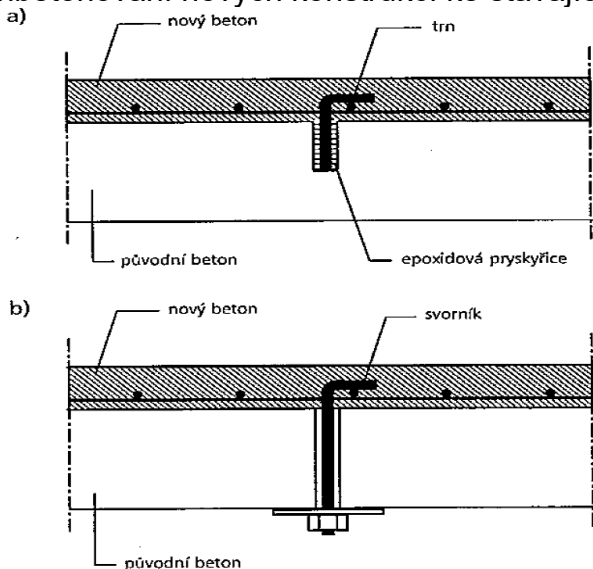
Další možností zvýšení nahodilého zatížení bez zásahu do vlastní konstrukce je snížení stálého zatížení např. nahrazením násypů, nebo vyrovnávacích vrstev lehčím materiálem.

Zesílení konstrukce přibetonováním, nebo dobetonováním – viz obrázky. Lze použít pro většinu prvků – desky, trámy i sloupce. U sloupů lze využít efektu ovinutí sloupu (prostorové napjatosti). Je to klasický způsob zesilování železobetonových konstrukcí. Vyžaduje řešit problém styku starého a nového betonu, popřípadě spřažení obou vrstev betonu.

Starý beton je nutno pečlivě očistit, případně zdrsnit (brokování, pískování, rýhování apod.). Před betonáží je nutno starý beton mírně navlhčit tak, aby byl matně vlhký. Někdy se provádí betonáž na adhezní můstek. Po nadbetonovanou desku je zvlášť důležité věnovat pozornost ošetřování betonu (omezení smrštění betonu).

Spřažení obou vrstev betonu lze provést např. zalepením spřahovacích trnů. Návrh spřažení je nutno provést statickým výpočtem. Při návrhu je nutno prokázat zachycení smykových sil ve spáře. Tyto síly jsou dány smykovým namáháním spáry od zatížení konstrukce (především v oblasti podpor desek a nosníků) a dále namáháním od smršťování nového betonu (především po obvodě nabetonované desky).

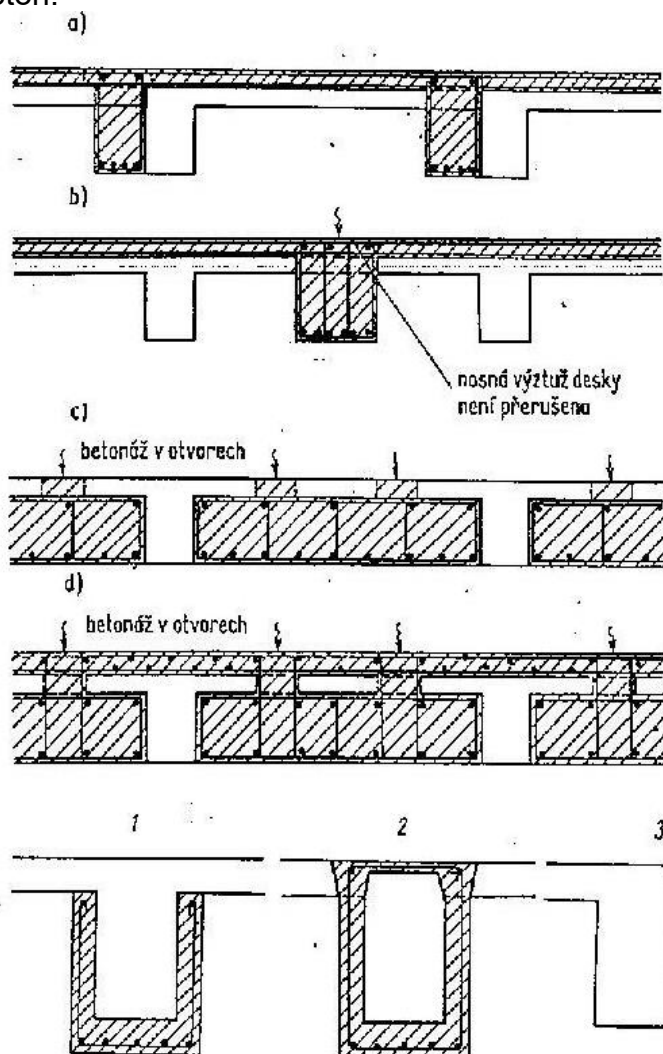
Pro lepení spřahovacích trnů, jakož i obecně i pro dodatečné zalepování betonářské výztuže do otvorů, vyvrtaných do povrchu stávající betonové konstrukce, byly vyvinuty různé systémy dodatečného lepení výztuže. Dodatečné lepení výztuže se používá při přibetonování nových konstrukcí ke stávajícím konstrukcím.



Obr. 8.1 Spolupůsobení původní a nové betonové desky je zabezpečeno a) ocelovými trny, b) ocelovými svorníky

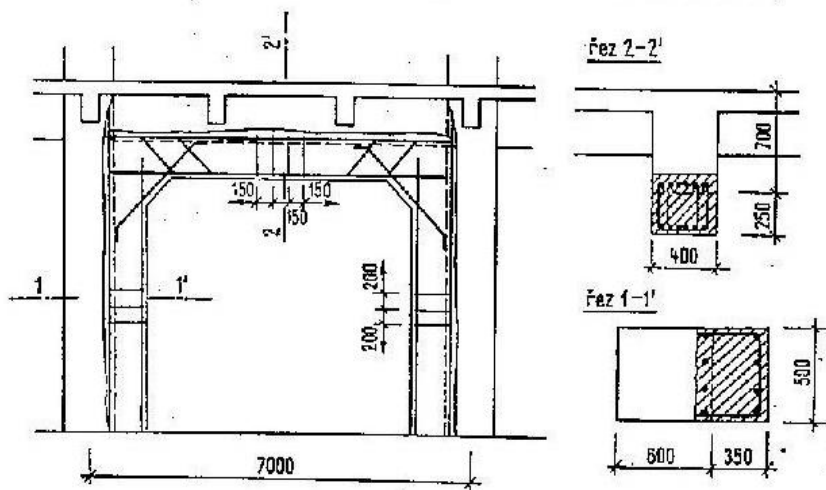


Spodní povrchy lze betonovat buď odlitím do bednění, nebo provést torkretováním jako stříkaný beton.

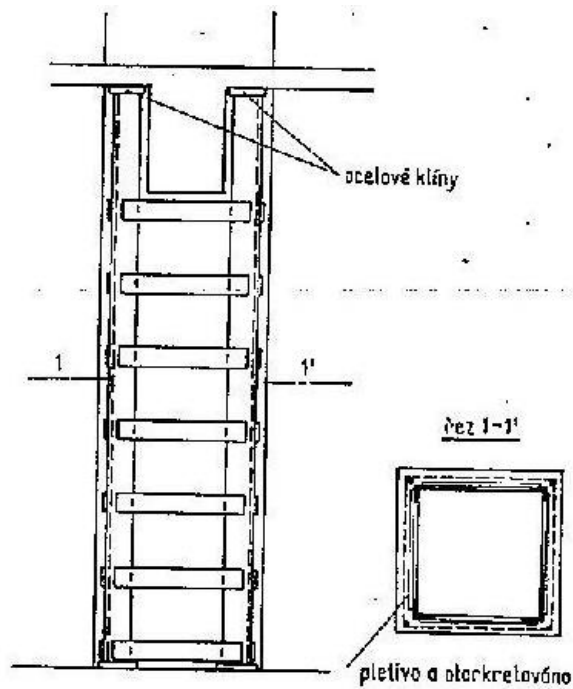


Obr. 4.20. Zesílení žebrového stropu zesílením trámů i desky
 a) zesílení každého trámu i s nabetonováním desky,
 b) vložení přidavného trámu mezi původní trámy,
 c) zabetonování celého prostoru mezi trámy,
 d) zabetonování celého prostoru mezi trámy i s nabetonováním desky (velmi účinné)

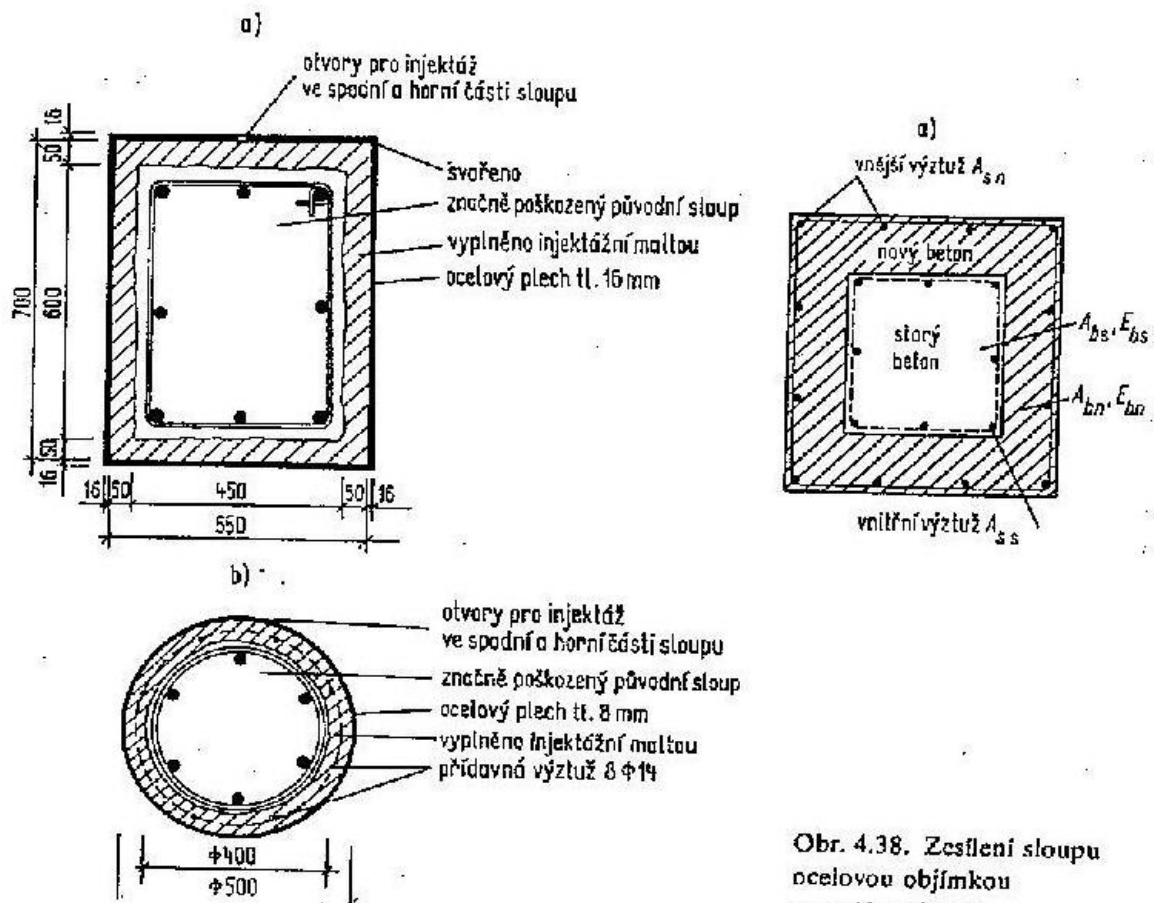
Obr. 4.21. Zesílení trámů žebrového stropu. Desku není nutno zesilovat



Obr. 4.22. Zesílení průvlaku a sloupů přibetonováním (zvětšením průřezu i výztuže)



Obr. 4.37. Zesílení sloupu ocelovou objímkou na hranách

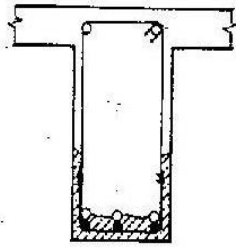


Obr. 4.38. Zesílení sloupu ocelovou objímkou

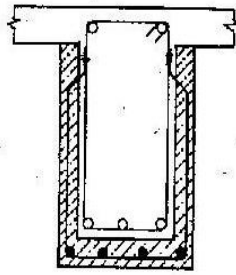


Torkretování (stříkání) betonu)

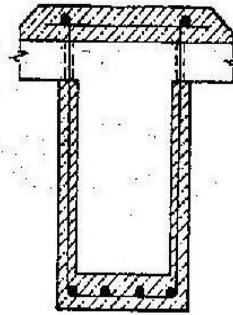
Zesílení konstrukce ocelovým prvkem – lze použít pro desky, trámy (podepření I nosníkem na spodním líci betonové konstrukce). Pro sloupy lze s výhodou použít ocelových úhelníků na rohy sloupů, spojených hustými vodo-rovnými pásky ve vzdálenostech max. 250 mm. Účinek pásků lze zvýšit jejich předpětím ohřevem (vnesení prostorové napjatosti). Ocelové příložky lze nechat viditelné, nebo je obalit pletivem a otorkretovat.



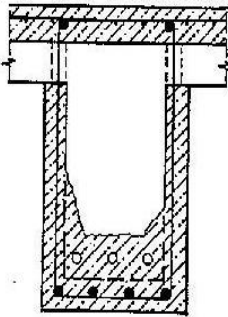
(a) přivaření přídavné výztuže na stávající římeny



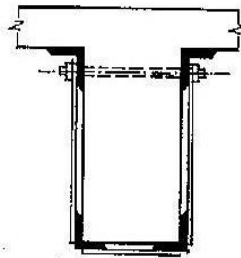
(b) zvětšení průřezu a jednostranné přidání výztuže -
- otryskaný povrch



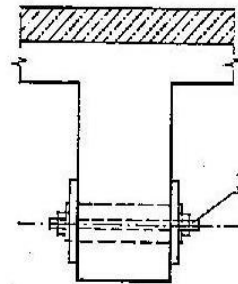
(c) zvětšení průřezu a oboustranné přidání výztuže -
- otryskaný povrch



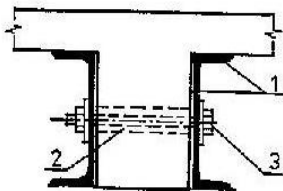
(d) nahrazení naruš. části průvlaku novou výztuží a přibetonování (iorkret, nanášení)



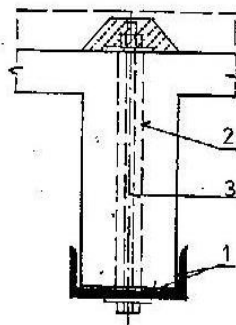
(e) zesílení ocelovými úhelníky a páskovými diagonálami



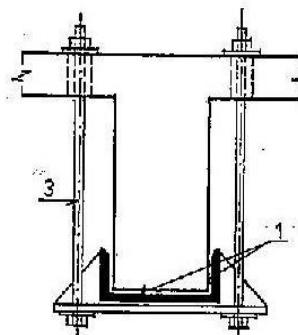
(f) zesílení trámu přídavnou lepenou plochou výztuží



(g) doplňkové ocel. nosníky uložené v místě podpor



(h) zesilující ocelový nosník s kotevním svorníkem



(i) zesilující ocelový válcovaný nosník připevněný kotevními deskami s konzolami a svorníky

- 1 - vtačeno do vrstvy cem. malty (injektováno, lepeno pryskyřicí)
 2 - otvory \varnothing 30 -50mm vyplněny cem. maltou (epox. pryskyřicí)
 3 - kotevní svorníky \varnothing 24 -28mm, l 0,6 - 1m

Obr. 2.41 Příklady zesílení betonových ohýbaných nosníků.

Zesílení konstrukce podepřením nebo zavěšením – viz obrázek na straně 14 dole. Nosníky lze podepřít dobetonovanou, nebo dozděnou stěnou, vložení nových sloupů nebo průvlaků, přidáním zakřivených vnějších táhel (vzpínadlo).

Zesílení trámů a desek přilepením ploché výztuže z uhlíkových lamel – moderní, velmi účinný způsob. Typická tloušťka lamely je 1,2 až 1,4 mm, šířka lamely 50 až 120 mm. Pevnost uhlíkové lamely v tahu je běžně 2200 MPa, modul pružnosti 150 000 MPa.

Lze provést rychle, za provozu, nezvyšuje se stavební výška konstrukce.

Podmínkou je dostatečně kvalitní podklad pro přilepení lamel (tahová pevnost v odtrhu min. 1,5 MPa). Zpravidla se ověřuje odtrhovými zkouškami.

Nevýhodou je vyšší cena lamel a nízká požární odolnost (většinou nutno obložit protipožárními deskami).



Kromě uhlíkových lamel se používají i uhlíkové tkaniny. Lze použít například pro zesílení železobetonového sloupu ovinutím (zvýší se pevnost a dovolené mezní poměrné přetvoření betonu).



28. Rekonstrukce panelových budov

Na Liberecku se v minulosti pro bytové domy používaly především následující panelové soustavy:

T 06 B – U příčný nosný systém s osovou vzdáleností příčných stěn 3 600 mm, konstrukční výška 2 800 mm. Tloušťka stěnových panelů byla 140 mm, tloušťka stropu rovněž 140 mm. Železobetonové montované příčky mají tloušťku 60 mm. Obvodový sendvičový plášť tloušťky 290 mm.

BA – NKS příčný stěnový systém se čtyřmi, osmi, nebo dvanácti podlažími. Rozpony 2,4, 3,0 a 4,20 m. Konstrukční výška podlaží 2 800 mm. Tloušťka stěnových panelů je 150 mm, tloušťka železobetonových příček je 80 mm. Sendvičový obvodový plášť tloušťky 290 mm (80 mm polystyrenu). Tloušťka stropních panelů je 150 mm.

OP 1.21 příčný stěnový systém používaný od roku 1984. Existovaly čtyřpodlažní, osmipodlažní a dvanáctipodlažní sekce. Rozpony 1,80, 2,40, 3,00 a 4,20 m. Konstrukční výška podlaží 2,80 m. Tloušťky stěn, příček a stropů stejné jako u soustavy BA – NKS.

28.1 Poruchy panelových konstrukcí

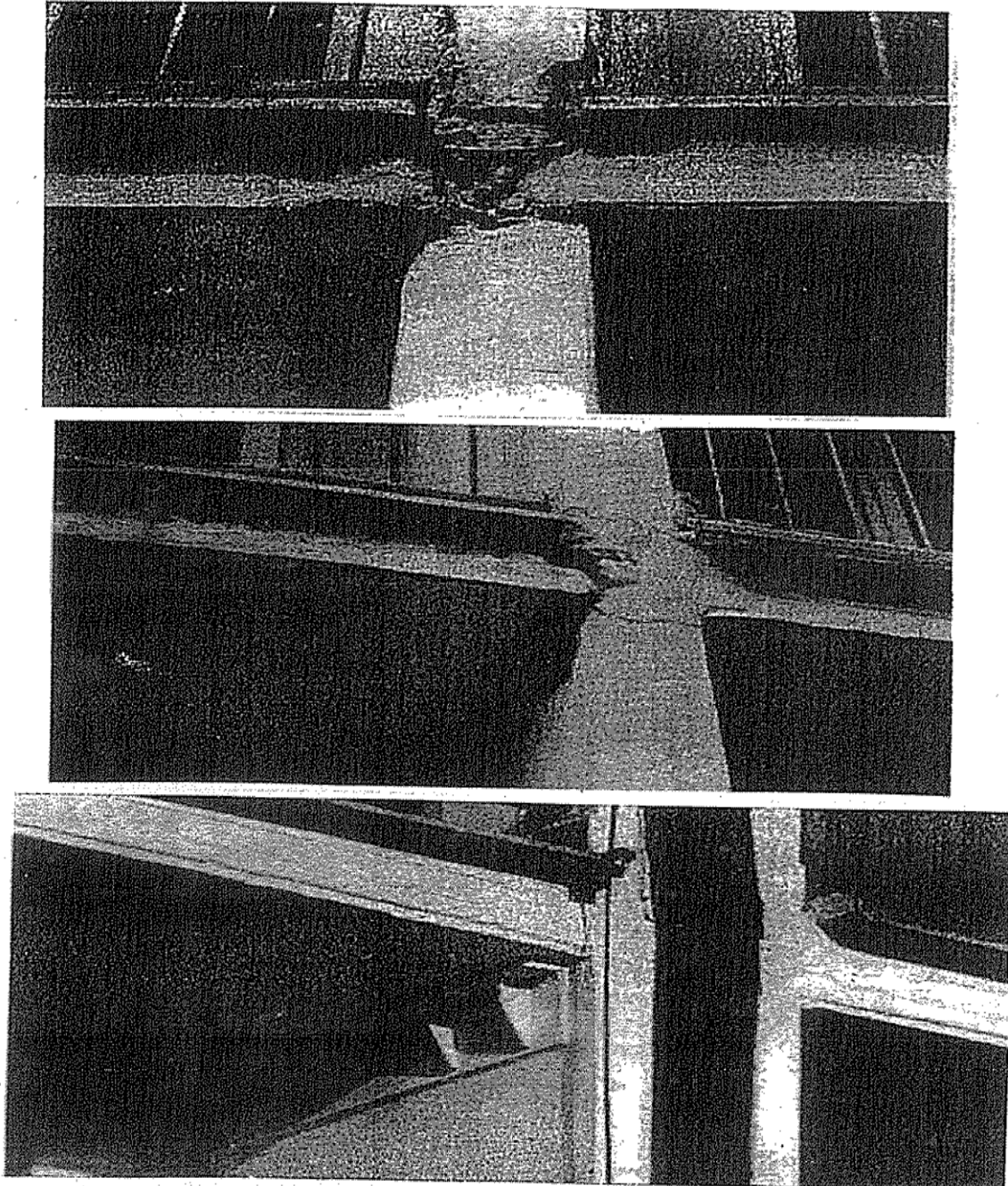
Nejslabším článkem panelových konstrukcí jsou jejich **styky**. Je to dáno jednak malým uložením stropních panelů, nepřesnostmi při výrobě panelů, nepřesnostmi při montáži a nekvalitním provedením styků. Často chybí, nebo je nedostatečně dimenzována zálivková (věncová) výztuž.

Dalším problémem jsou **poruchy povrchů a hran panelů**. Svoji roli zde hrála technologie výroby panelů (urychlování tvrdnutí propařováním), což vedlo k porušení povrchů betonu trhlinkami vlivem rychlého vychladnutí betonu vyjmutého z formy. K poruchám rovněž přispívá karbonatace betonu a koroze výztuže s nedostatečnou krycí vrstvou (předchozí norma požadovala pro prefabrikáty minimální krytí 5 mm, dnes min. 15 až 20 mm).

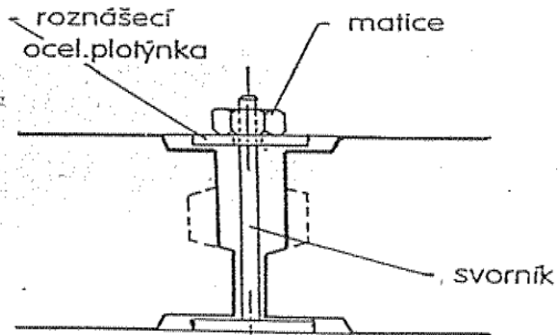
28.2 Sanace poruch panelových konstrukcí

Opravu styků lze v nutném případě provést rozšířením úložné plochy stropního, nebo lodžiového panelu. Rozevírání styků mezi panely lze zabránit stažením objektu ocelovými táhly obvykle v podlaze, v úrovni nad horním lícem stropního panelu. Táhla se předpínají maticemi, nebo teplotou.

Opravu poškozených povrchů a hran lze provést sanačním zásahem obdobně, jak bylo uvedeno u monolitických konstrukcí. Používají se speciální sanační hmoty, podrobný návrh opravy navrhne technolog specializované firmy, která opravu provádí.



a) Styk lodžiových dílců zesílený ocelovým úhelníkem



28.3 Modernizace panelových konstrukcí

Probíhá v současné době na mnoha sídlištích. Při modernizaci se nejčastěji řeší následující úkoly.

- **Výměna bytových jader** – dožitá plastová jádra se mění za nová, buď ze sádkartonu, nebo častěji vyzdívaná z lehkých materiálů. V případě vyzdívaných jader je nutno často provést statický posudek instalačního stropního panelu na nové zatížení.
- **Bourání nových dveřních otvorů** do nosných panelových stěn – je často vynuceno změnou vnitřní dispozice bytu, propojením dvou bytů apod. Lze provést podle statického návrhu. Obvykle se snažíme otvor situovat mimo styčné spáry stěnových panelů a do dostatečné vzdálenosti od okraje stěny. Otvory se většinou řežou diamantovými kotoučovými, nebo lanovými pilami. Ve většině případů je nutno vyztužit nadpraží nově zřizovaného otvoru – často pomocí předem oboustranně nalepených uhlíkových lamel. V některých případech je nutno do vyříznutého otvoru vložit ocelový rám, který převezme zatížení z nadpraží otvoru. Při umísťování nových otvorů do panelových stěn je vhodné dodržovat následující zásady, při jejichž splnění obvykle postačí zjednodušené statické posouzení oslabené stěny:
 - Otvor nesmí zasahovat do svislého styku dvou stěnových panelů – dodržet minimální vzdálenost od styku stěn minimálně 300 mm.
 - Mezi okrajem otvoru a svislým okrajem stěny je nutno ponechat vzdálenost alespoň 400 mm.
 - Je nutno dodržet minimální vzdálenost 550 mm mezi horním okrajem otvoru a horním okrajem stěnového panelu.
 - V jednom stěnovém panelu lze provést pouze jeden otvor.
 - Pokud se vytváří více otvorů nad sebou v různých podlažích, nemusí být otvory ve všech podlažích, otvory v jednotlivých podlažích by však měly mít přibližně stejné šířky (max. rozdíl v šířce 400 mm) a osy otvorů v jednotlivých podlažích musí ležet nad sebou.
- **Zateplování obvodového pláště budovy** – provádí se z vnější strany. Obvykle neznamená zásah do nosné konstrukce domu.
- **Střešní nástavba** – často řeší problém zlepšení architektury domu, opravy poškozené ploché střechy a současně financování oprav prodejem bytů ve střešní nástavbě. Většinou je potřeba předem provést statické posouzení možnosti nástavby. Nástavba se řeší pokud možno lehkou ocelovou, nebo dřevěnou konstrukcí opřenou o obvodové stěnové panely, nebo o strop posledního podlaží v místě nosných stěnových panelů tohoto podlaží. Nástavba znamená současně prodloužení schodiště o další patro. Schodiště se obvykle řeší rovněž jako ocelové.