

MANUÁL A METODIKA

navrhování a aplikace systémů

DODATEČNĚ VKLÁDANÝCH HELIKÁLNÍCH VÝZTUŽÍ

při zesilování stavebních konstrukcí

v podmínkách stavebnictví ČR

Ing. Jiří Kubanek,
Ing. Pavel Schmidt, Ph.D.,
a kolektiv

2006



Obsah

1. Úvodní slovo	str. 3
2. Princip systémů dodatečné helikální výztuže při zesilování stavebních konstrukcí	str. 3–4
3. Dva komponenty systémů dodatečné helikální výztuže	str. 5–6
4. Výztužný ŽB prvek systému dodatečné helikální výztuže v drážkách a vrtech – žebírko. Pojem – vysoký nosník.	str. 6–9
5. Kotevní délky systému dodatečné helikální výztuže a navázání – přesah výztužných prutů	str. 9–10
6. Možnosti a nejčastější konkrétní příklady aplikací dodatečné helikální výztuže. KONSTRUKČNÍ ZÁSADY	str. 10–28
7. Aplikační postupy – technologický prováděcí předpis dodatečné helikální výztuže	str. 28–29
8. Závěr	str. 30
9. Použitá literatura	str. 31

1. Úvodní slovo

Vážení přátelé, dostává se Vám do rukou první komplexní odborná publikace, zabývající se metodikou navrhování a aplikací dodatečně vkládaných helikálních výztuží do stavebních konstrukcí, a to pro ryze české stavební podmínky.

Diskutované systémy jsou na našem trhu již řadu let a k jejich využívání docházelo za jakési transformace postupů aplikací vyvinutých v jiných částech Evropy, především Anglii. Jak je zřejmé každému odborníkovi, konstrukční systémy pozemních i dopravních staveb, ale také stavební materiály, jsou v různých částech Evropy do jisté míry odlišné a rovněž přístup k jejich sanacím a dodatečnému statickému zajištění je jiný nebo minimálně individuálně upravený. Takto je nutné uvažovat, přestože v současném 21. století je i ve stavebnictví zřejmý posun v celoevropském měřítku, k cílené globalizaci.

Tato publikace má napomoci k hlubšímu zpřístupnění těchto metod a zjednodušení práce všech stavebníků a inženýrů působících v oblasti statiky a sanací, má napomoci správně aplikovat systémy dodatečně helikální výztuže na českých stavbách a v neposlední řadě má napomoci při studiu těchto sanačních technologií na odborných středních a vysokých školách v ČR.

Kolektiv autorů

2. Princip systémů dodatečné helikální výztuže při zesilování stavebních konstrukcí

Potřeba zesílení stavebních konstrukcí vzniká při jejich sanacích, nebo statickém zajištění. Týká se především starších stavebních objektů, u kterých se přistupuje k rekonstrukci, nebo řešení změny užívání. V těchto souvislostech se zvyšují nebo mění požadavky na únosnost, prostorovou tuhost, nebo „pouze“ kvalitativní kondici stavebních konstrukcí či objektů.

V projekční fázi se většinou začíná řešit problematika zesílení stávajících jednotlivých konstrukčních prvků. Jednou z používaných metod, která má své charakteristické vlastnosti a možnosti uplatnění, je dodatečné vlepění nerezové helikální vysokopevnostní výztuže do tixotropní kotevní vysokopevnostní malty – tmelu, do připravených vrtů a drážek v daném konstrukčním prvku.

Tato metoda umožňuje účinně a efektivně dodatečně aktivovat při přenášení zatížení nové výztužné ocelové profily. Umožňuje zesílit konstrukce v oblasti zatížení tahovými silami, ale také se používá ke kotvení či fixaci dvou separovaných částí konstrukčních prvků. Systém nabízí možnost vytvářet neomezenou škálu tvarů a polohy dodatečně vložených, tahem namáhaných výztuží, kotev, spon, třmínků, atd.

V minulosti byly v ČR, díky odborné způsobilosti a kreativitě specialistů, podobným způsobem používány k dodatečnému vyztužování trhlin **betonářské výztuže typu R**, které se lepily do nastavené cementové malty. Tato metoda se praktikovala bez

atestů a průkazů funkčnosti. Při navrhování se vycházelo ze zkušeností s železobetonem.

Nevýhodou používání R výztuží je:

- neprokazatelná účinnost, bez atestů, neověřené kotevní délky;
- masivní drážky a zásah do konstrukce;
- pro zajištění dostatečného krytí výztuže velké množství cem. malty, často se vyskytuje dodatečné prokreslení výztuže do štukové omítky;
- výztuž se nedá tvarovat na stavbě;
- použitelné je téměř výhradně a pouze pro „sešívání trhlin“;
- objemové změny cementové malty (smršťování, dotvarování).

Novodobý systém dodatečné helikální výztuže, používaný u zděných i betonových konstrukcích, je vyvinut přesně k daným sanačním účelům a má veškeré potřebné vlastnosti pro použití v nejrůznějších stavebních detailech.

Vlastnosti a výhody zesilování pomocí helikální výztuže:

- použitá nerezová výztuž nemá nároky na krytí, nelimituje rozměr drážky a vrtu, protože je subtilní;
- výztuž je vysokopevnostní, pro daný účel vyvinuta ve velmi subtilních průměrech, systém eliminuje při vysoké účinnosti zásah do konstrukce na minimum, drážky i vrtu jsou velmi malé;
- výztuž je tvarovatelná, ohýbatelná přímo v pozici dle průběhu drážek a vrtů, nabízí vysokou variabilitu průběhu a tvaru vyztužení;
- díky subtilnosti výztuže lze do jedné drážky či vrtu vlepít více profilů současně, zvýšit procento vyztužení;
- velmi dobrá přídržnost kotevní malty k běžně používaným stavebním materiálům umožňuje kvalitní aplikovatelnost do zděných i betonových konstrukcí obecně;
- soudržnost dvou systémových komponentů, výztuže a malty je zajištěna helikálním – šroubovitým tvarem výztuže s hlubokým závitem a vysokou pevností kotevní malty;
- tixotropnost a lepivost čerstvé kotevní malty umožňuje úplné vyplnění drážek a vrtů, i v pozici nad hlavou, bez nežádoucího efektu stékání, či sedání;
- kotevní malta se při tuhnutí, tvrdnutí nesmršťuje, má rychlý nárůst pevností;
- kotevní malta je dobře aplikovatelná při vysokých i nízkých teplotách, u novějších typů je možná úprava množství záměsové vody pro konkrétní teplotní podmínky, neaplikuje se pod teplotou +5 °C;
- systém má nejmenší možné účinné kotevní délky;
- systém je při aplikaci nenáročný na mechanizaci;
- disponuje rychlým nárůstem pevností, již po 7 dnech má 50 % výsledné pevnosti;
- je prakticky jednoduchý, ale náročný na přesnost, důslednost a kvalitu práce.

3. Dva komponenty systémů dodatečné helikální výztuže

Helikální výztužné pruty (Obr. 1, 2)

Vyrábí se v průřezech 3; 4,5; 6; 8; 10; 12 mm z nerezové austenitické oceli. Tyto ušlechtilé oceli patří mezi nejkvalitnější na světovém trhu.

Pevnost v tahu oceli je dvojnásobná oproti běžným betonářským ocelím. Této vlastnosti se využívá k maximálnímu snížení průřezové plochy výztužných prutů. Pak při zachování srovnatelné tahové pevnosti výztuže helikální s běžnou máme výtuž unikátního tvaru a vlastností. Např. ohebnost, manipulovatelnost, životnost atd. Konkrétní parametry výtužných prutů deklarují dodavatelé ve svých technických podkladech.

Koroze u těchto výtuží, vlepených do polymer cementových malt s dokonalým obalením, je v zásadnější míře uvažována v časovém horizontu několikrát převyšujícím nejdelsí životnosti staveb – tzn. zanedbatelná. (Uvažujeme-li, že i nerez v čase oxiduje, koroduje.)

Výroba probíhá na speciálních výrobních linkách. Ze zdrojového ocelového prutu kruhového průřezu se válcuje profil s kruhovým jádrem a křídélky (Obr. 1) a následným tažením a kroucením za studena se tvaruje výtuž do finální podoby (Obr. 2).

Tyto výtužné pruty nelze kvalitně svařovat z důvodu složitého tvaru. Technologie svařování by byla prakticky náročná, protože lze použít pouze svařování v ochranné atmosféře argonu.



Obr. 1 Průřez helikální výtuže



Obr. 2 Tvar helikální výtuže v pohledu

Zaváděný technický termín „helikální“ je čechismus anglického slova „helical“, jakéhosi synonyma pro šroubovici. Tento název výtuže považujeme za odpovídající, vzhledem k historii používání různých systémů, od jejich počátku, v ČR i vzhledem k vlastnostem materiálu.

Kotevní malty pro lepení dodatečné helikální výtuže do stavebních konstrukcí jsou modifikované maltové polymer cementové směsi, vykazující vysoké výsledné pevnosti.

Pevnost v tlaku, která není pro systém nutně směrodatná, se pohybuje kolem 40 MPa.

Pevnost v tahu, která je dominantní z hlediska spolupůsobení s výztuží ve finálním žebírku, se pohybuje kolem 10 MPa.

Přidrženost ke keramickému střepeu cihel a betonu se pohybuje kolem 2 MPa.

Směrodatná pro systém je za současně dobré zpracovatelnosti: okamžitá přilnavost k podkladu, nestékavost – tixotropnost, nesmrštitelnost při tuhnutí, tvrdnutí a rychlý nárůst pevností.

Kotevní malty jsou dvoukomponentní, obsahující v jednom balení suchou a tekutou složku, připravují se ve správném poměru mísením, nutně elektrickým míchadlem.

Některé novější kotevní malty jsou také mikroarmované a umožňují při vyšších teplotách přidání vody pro lepší zpracovatelnost, bez vlivu na změny pevnostních charakteristik.

Běžně se kotevní malty pro lepení dodatečné helikální výztuže aplikují pomocí ruční injektážní pistole, která je dodávána dodavateli systémů.

Vzhledem k malé zrnitosti a možným, rozsahem velmi malým, aplikacím, je správné používat pro tyto malty také termín „injektážní tmely“.

4. Výztužný ŽB prvek systému dodatečné helikální výztuže v drážkách a vrtech – žebírko. Pojem – vysoký nosník

Vlepením helikální výztuže do kotevní malty, ať už do připravených drážek nebo vrtů, získáváme ve stávající konstrukci nový výztužný prvek – *žebírko*.

Objevné na tomto systému je, že dále zůstává v rukou inženýra pro návrh sanace – většinou statika –, kam takovýto dodatečný a účinný prvek při zpevnění stavebních konstrukcí umístí a co hodlá řešit.

Využití žebírka z dodatečné helikální výztuže – např. dodatečný věnec, „sešívání“ či fixace trhlin, kotvení separovaných částí konstrukčních prvků, zesilování jednotlivých konstrukčních prvků – je popsáno v následujících oddílech kapitoly 6.

Charakteristiky a zásady tvarů a profilů žebírek jsou následující:

Žebírko ve zdivu do drážek (cihelném, kamenném, smíšeném) (Obr. 3)

U cihelného zdiva je vhodné a jednodušší řezat drážky v ložné spáře. U zdiva režného je to přímo žádoucí, protože pohledově zdánlivě není konstrukce narušena. Pokud není v zadání projektu drážka v ložné spáře, není to nutné. Například při řezání drážek přes omítku nemusí být osekán pás omítky v oblasti výztužných prací. Z hlediska účinnosti systému je lepší řezání přímo v cihlách mimo ložné spáry, kde je materiál méně zvětralý a soudržnější. Stejně tak u zdiva kamenného, kde ložné spáry nejsou v jedné přímce. Poněvadž však kamenné zdivo bývá v našich podmínkách častěji režné a kámen je materiál velmi tvrdý, je žádoucí dle možností aplikace spíš v drážkách.

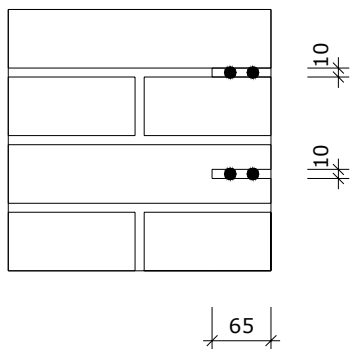
Tloušťky drážek (T) jsou MIN. vždy o 4 mm větší než profil použité výtuže. Např.:

výtuž helikální 6 mm	drážka vysoká	T=10 mm
výtuž helikální 8 mm	drážka vysoká	T=12 mm

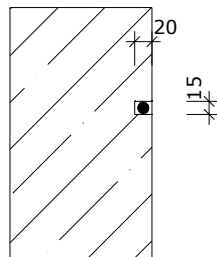
Hloubky drážek (H) jsou MIN. a pro všechny průměry jednotné:

pro jednu helikální výtuž	drážka hluboká	H=35 mm
pro dvě helikální výtuže za sebou	drážka hluboká	H=55 mm
pro tři helikální výtuže za sebou	drážka hluboká	H=75 mm

Hloubka drážky se uvažuje vždy od líce cihel, či kamene, nikdy od omítky. Hloubka drážky může být větší – např. 65 mm pro dva profily. Jedná se o úpravu na straně bezpečnosti, protože u sanací bývá povrch zdiva často narušen.



Obr. 3 Svislý řez



Obr. 4 Svislý řez

Žebírko v betonu do drážek (Obr. 4)

Drážky v betonových konstrukcích, pro vyšší pevnost betonu a jeho homogenitu, jsou menší.

Vždy je nutné *posuzovat* a *zvažovat* průběh stávající výtuže v betonu.

Tloušťky drážek (T) jsou obdobné jako u zdiva, MIN. vždy o 4 mm větší než profil použité výtuže. Např.:

výtuž helikální 6 mm	drážka vysoká	T=10 mm
výtuž helikální 8 mm	drážka vysoká	T=12 mm

Hloubky drážek (H) jsou MIN. a pro všechny průměry jednotné:

pro jednu helikální výtuž	drážka hluboká	H=15 mm
---------------------------	----------------	---------

Větší drážka, např. 20/15 mm (Obr. 4), je možná pokud nám to umožňuje dostatečně krytí zabudované výtuže, jedná se o úpravu na straně bezpečné, protože u sanací bývá povrch betonu často narušen.

Helikální výztuž aplikovaná do vrtu

Technické řešení vrtání i řezání do zdiva a betonu není problematikou této publikace a lze jej se současnými technologickými i technickými možnostmi beze zbytku řešit ve všech případech (Obr. 5).

Průměry vrtů (R) jsou MIN. a pro všechny sanované materiály jednotné:

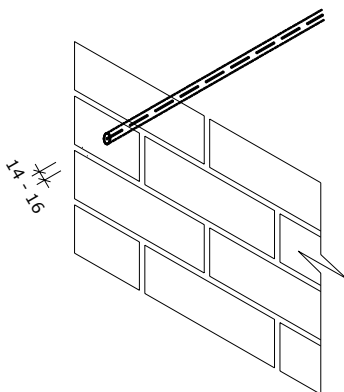
pro výztuž helikální 3–6 mm vrt prům. R=14 mm

pro výztuž helikální 8 mm vrt prům. R=16 mm

pro výztuž helikální 10 a 12 mm vrt prům. R=18 mm

U větší hloubky vrtu než 1 m je nutné adekvátně přizpůsobit možnostem techniky také průměr vrtu R. Delší subtilní vrtky jsou možné a vyzkoušené až do cca 2 200 mm.

Hloubka vrtů a aplikací do 1 000 mm je dobře realizovatelná běžně dostupným nářadím.



Obr. 5 Axonometrie

Tabulkově zpracované profily drážek a vrtů

ZDIVO

Počet a profil helikální výztuže	Drážka (H/T), mm	Vrt (R), mm
1 x Ø 6 mm	35 / 10	14
2 x Ø 6 mm	55 / 10	
1 x Ø 8 mm	35 / 12	14
2 x Ø 8 mm	55 / 12	
1 x Ø 10 mm	35 / 14	16
2 x Ø 10 mm	55 / 14	

BETON

Počet a profil helikální výztuže	Drážka (H/T), mm	Vrt (R), mm
1 x Ø 6 mm	15 / 10	14
1 x Ø 8 mm	15 / 12	14
1 x Ø 10 mm	15 / 14	16

Vysoký nosník u zděných konstrukcí

U testů prováděných na VUT v Brně v ČR [9.13], se prokázala účinnost dodatečného žebírka z helikální výztuže v konstrukčním prvku nejen v tahové oblasti, ale také v oblasti namáhané tlakem. Byly vystavěny zkušební cihelné nosníky obdélníkového průřezu a zatížené jako prostý nosník osamělým břemenem. Před zatěžováním byly vyztuženy některé vzorky helikální výztuží v dolní tažené oblasti na obou stranách, jiné nosníky v tažené i tlačené oblasti po obou stranách. Při zkouškách byla ověřena účinnost dodatečné helikální výztuže v tažené oblasti. Nosníky s výztuží také v horní tlačené oblasti však vykazovaly až o 100 % lepší výsledky v únosnosti. Tyto výsledky ukazují oprávněnost užívání pojmu vysoký zděný nosník.

Vysoký nosník u nehomogenního materiálu jako je zdivo, je prvek, u kterého při zatížení prostým ohybem, kromě tahových sil vznikajících v jeho dolní části (ať už přenášených či nepřenášených), začíná fungovat, spolupůsobit a pomáhat také tlačená horní oblast.

U využívání dodatečné helikální výztuže při řešení zesílení zděných zdí je velmi efektivní vzít toto v úvahu a *dodatečnou výztuž umísťovat dle možností a zásad v co největší vertikální vzdálenosti.*

5. Kotevní délky systému dodatečné helikální výztuže a navázání – přesah výztužných prutů

Teoretická kotevní délka je taková délka zakotvení výztuže kdy $F_{vytržení} = F_{přetržení}$. Například u systému Kompakt pro zděné konstrukce je rovná 350 mm, při dosažení napětí ve výztuži 745 MPa, což je hodnota, která se shoduje s Mezí kluzu dané výztuže VAH. Tato délka byla určena jako statistický průměr výsledků testů [9.21].

Pro využití v praxi není vhodné vycházet z teoretické kotevní délky, protože konkrétní aplikace jsou ovlivněny mnoha faktory, jako je míra narušení konstrukcí, stáří sanovaných materiálů, kvalita aplikace atd.

Pro návrh jsou zavedeny zaručené kotevní délky se zohledněným koeficientem bezpečnosti pro dva základní materiály – zdivo a beton.

Zaručená kotevní délka ve zdivu (cihelném, kamenném, smíšeném) je **500 mm**.

Zaručená kotevní délka v betonu (bez rozdílu třídy, od B7,5) je **300 mm**.

Zkrácení kotevní délky záměrně je účelné pouze u různých typů kotev v *betonu* aplikovaných *do vrtu*, při použití helikální *výztuže 8 mm*. Zde jsou pak zaručeny také minimální přenesené kotevní síly.

Kotevní délka **150 mm** **4,5 kN**

Kotevní délka **200 mm** **5,5 kN**

Kotevní délka **300 mm** **6,0 kN**

Kotevní délky se řeší u navrhování dodatečné helikální výztuže pouze u kotev *krátkých*. Např. při „sešívání“ trhlin, kotvení separovaných částí konstrukčních prvků k sobě, kotvení bloků zdiva či volných kamenů.

Není-li možné dodržet kotevní délku v drážce v plném rozsahu, dokončí se kotvení ve vrtu do konstrukce.

Kotevní délky se neřeší při zesilování konstrukčních prvků „*nekonečnou*“ výztuží. Např. u dodatečného vyztužení stavby po celém obvodu – jeden prut výztuže navazuje v drážce na druhý. Toto navázání se řeší pouze přesahem dvou navazujících prutů v délce **500 mm**, bez dalšího spojování. Navázání je skryté v drážce dokonale vyplněné kotevní maltou.

6. Možnosti a nejčastější konkrétní příklady aplikací dodatečné helikální výztuže – KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

Jak bylo uvedeno, dodatečnou helikální výztuž lze v našich podmínkách využívat při zesilování – zpevňování staveb, kotvení konstrukčních prvků zděných a betonových a při řešení statického zajištění pozemních a dopravních staveb jako celků. Další kapitoly ukazují řadu aplikací dodatečné helikální výztuže u nejčastějších poruch řešených při opravách a rekonstrukcích staveb v ČR. Tyto příklady jsou variabilně upravitelné pro další neomezenou škálu poruch v konkrétních podmínkách na stavbách.

Konstrukční zásady jsou rozděleny do tří celků:

- Prostorové ztužení stavebních objektů kap. 6.1.
- Lokální zesílení a kotvení konstrukčních částí
a celků zděných staveb kap. 6.2.
- Lokální zesílení a kotvení konstrukčních částí
a celků betonových staveb kap. 6.3.

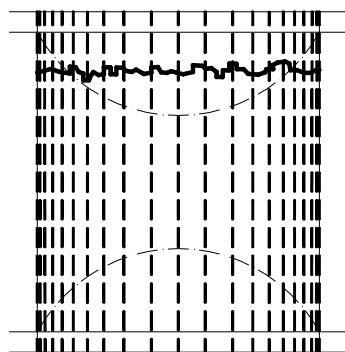
6.1 Prostorové ztužení stavebních objektů

6.1.1 Zesílení klenby dodatečnou helikální výztuží zděných mostů

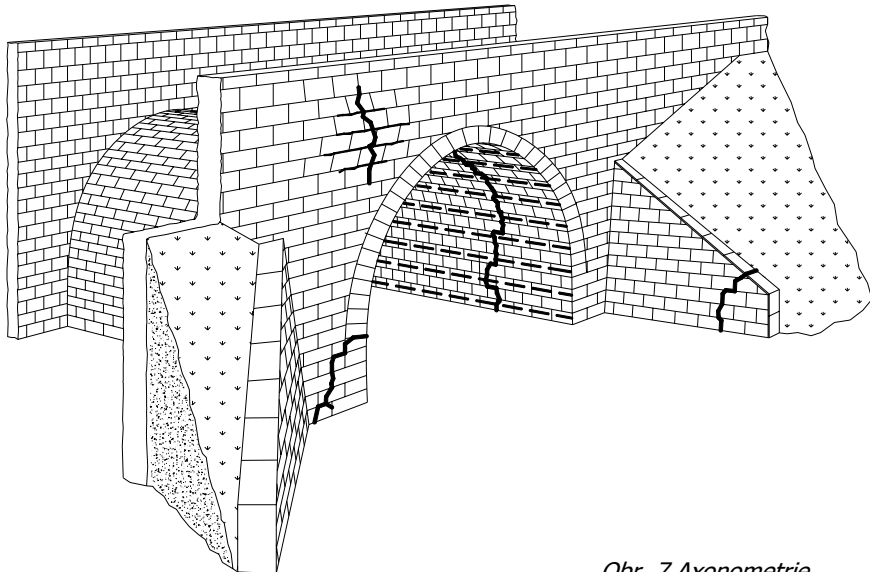
Masivní valená klenba je základní konstrukční prvek zděných mostních staveb z kusových staviv. Její tuhost přímo ovlivňuje únosnost (zatížitelnost) mostu. Hlavní nejčastější statickou poruchou je roztržení klenby v příčném směru k její ose.

Sanace, oprava této poruchy se řeší velmi efektivně dodatečnou helikální výztuží vleprou do drážek (Obr. 6 a 7), která je umístěna v celém rozsahu poruchy, nejlépe do ložných spár zdiva klenby, *ve vertikální* (ve vrcholu pak horizontální) *vzdálenosti od sebe 450 mm*.

Výztužné pruty buď končí v drážce u poprsní zdi, nebo jsou zahnuty do paprskovitě pokračujících drážek v poprsní zdi. Tímto se dosáhne navíc provázání klenby s poprsní zdi.



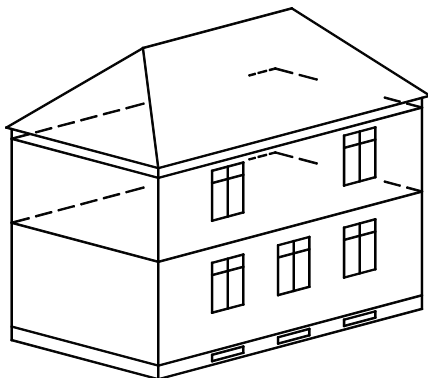
Obr. 6 Půdorysné schéma



Obr. 7 Axonometrie

6.1.2 Ztužení objektů dodatečnou helikální výztuží pozemních staveb po obvodě – dodatečný věnec

Výztuž vlepená v „nekonečné“ drážce po celém obvodě rekonstruovaného objektu (Obr. 8) se umísťuje do horizontální úrovně stropní konstrukce. Pruty se vkládají do drážky vždy min. dva za sebe. Do úrovně jedné stropní konstrukce umísťujeme min. čtyři pruty. Je účelné vyztužení aplikovat také ze strany interiéru, pod stropní konstrukci. V tomto případě je vyztužení ukončeno u každé vnitřní dělicí konstrukce, nebo do obvodové zdi ve vrtu dl. 500 mm, pod úhlem 45 °.



Obr. 8 Axonometrie

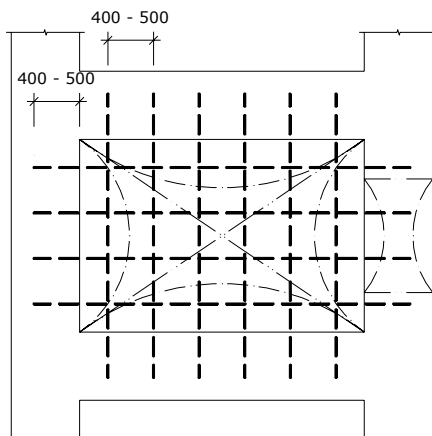
6.1.3 Zesílení dodatečnou helikální výztuží kleneb zděných historických staveb

Vyztužení se provádí z dolního, nebo horního líce, dle možného přístupu.

Například u klášterní klenby (Obr. 9), vytvoříme síť z dodatečné výztuže o rozteči žebírek 450/450 mm.

U podpory se každý výztužný prut kotví v samostatném vrtu hl. min. 400 mm (Obr. 10).

Pokud je jedno výztužné žebírko tvořeno více pruty za sebou v jedné drážce, pak i tyto mají vždy samostatné ukotvení ve vrtu, paprskovitě směřované.



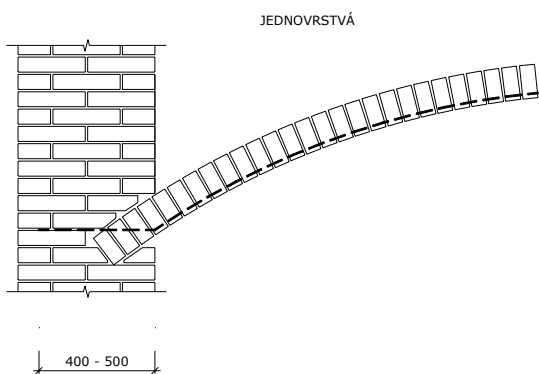
Obr. 9 Půdorys

Kolmé přídavné kotvení výztužných prutů u zesilování kleneb

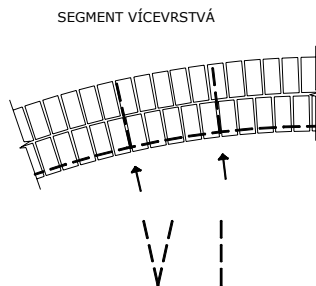
Při vyztužení klenby jednovrstvé je účinnost vlepění dostatečné a není potřeby kotvit pruty kolmo vzhůru (Obr. 10).

U vícevrstvých kleneb je přídavné kotvení účelné pro zapojení horních vrstev klenby (Obr. 11).

Kotvy mohou být ve vrtu rovné s krátkým zahnutím na konci pro „zaháčení“ průběžného výztužného prutu, nebo mohou mít tvar „V“, kdy průběžná výztuž je „zaháčena“ do vrcholu „V“ a kotva je aplikována do dvou vrtů v úhlu 30 ° od sebe. Přídavné kotvy se provádí v roztečích 500 mm od sebe ve směru průběžné kotvené výztuže.



Obr. 10 Svislý řez



KOTVY JEDNODUCHÉ SE ZAHNUTÍM NEBO VE TVARU V

Obr. 11 Svislý řez

6.2 Lokální zesílení a kotvení konstrukčních zděných celků a segmentů k sobě dodatečnou helikální výztuží

6.2.1 Vyztužení nadpraží otvorů dodatečnou helikální výztuží

(Obr. 12, 13, 14)

Uplatňuje se u zděných zaklenutých i rovných nadpraží, také u prefabrikovaných překladů – u jejich porušení trhlinami, při poklesech nadpraží i při posílení únosnosti pouze preventivním. Tento způsob zesílení konstrukce se používá k vyztužení také klenebních pásů s kotvením výztužných prutů v patě pásů jako u zesílení kleneb.

Jako první krok se provede zesílení zdiva dodatečnou helikální výztuží nad záklenkem – nadpražím. První výztužné žebírko provedeme dle vrstev zdiva 150 mm nad otvorem a pak směrem nahoru rozmístíme žebírka po 150 mm, min. ve dvou vrstvách, optimálně 3–5 vrstvách dle stavu konstrukce.

Pokud je zdivo narušeno dále směrem nahoru, zpevníme ho dle zásad zesílení prostého zdiva porušeného trhlinami, viz následující text.

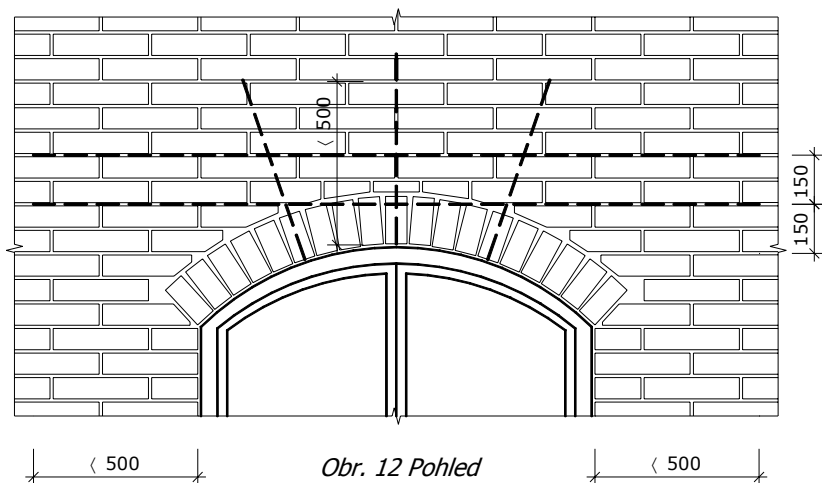
- Výztužné pruty instalujeme s přesahem min. 450 mm za kraj otvoru.

- Do každé drážky vlepujeme min. jeden výztužný prut.
- U zdi širších než 300 mm je potřeba dle průběhu trhlin provést zesílení z obou stran zdiva.

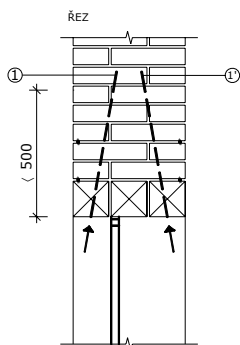
Ve druhé fázi provedeme „vyvěšení“ nadpraží do již zesílené části zdiva z prvního kroku.

- Kotvy aplikujeme do vrtu celkové délky 500 mm.
- Paprskovitě (u klenby) rozmístěné ve vzdálenosti 350 mm.
- U zdi širší víc než 300 mm množství kotev zdvojíme, se šachovnicovým půdorysným rozmístěním.

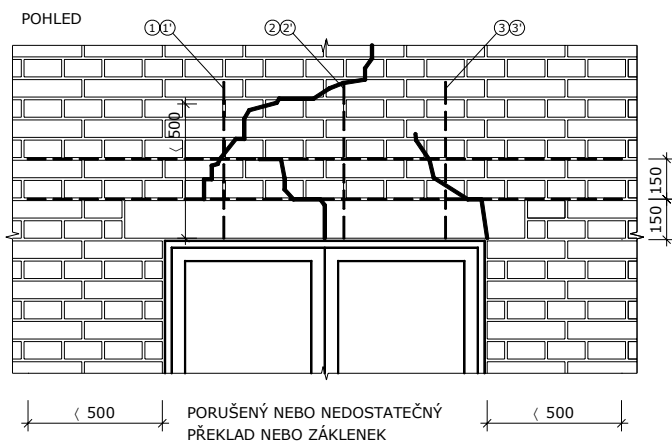
ADEKVÁTĚ APLIKOVAT U KLEBNÝCH OBLOUKŮ



Obr. 13 Svislý řez



Obr. 14 Pohled



6.2.2 „Sešití“ – vyztužení zdiva dodatečnou helikální výztuží v místě trhlin, v rovném úseku (Obr. 15, 16, 17, 18)

Uplatňuje se u zděných zdí z cihel, kamene, smíšených – u jejich porušení tahovými a smykovými trhlinami, při poklesech v základové spáře i při posílení únosnosti pouze preventivním.

Výztužná žebírka provedeme dle vrstev zdiva vždy ve vertikální vzdálenosti 450 mm od sebe (Obr. 15).

Přesah – kotvení výztuže za trhlinou je min. 500 mm (Obr. 16).

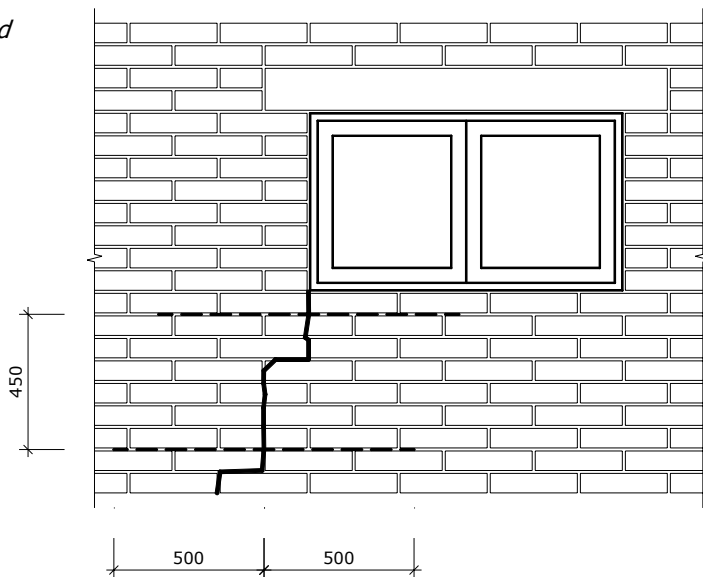
Pokud se jedná o více trhlin blízko sebe, výztužné žebírko je delší a přesah za poslední trhlinou je 500 mm.

U zdiva širšího než 300 mm se dle rozsahu poruch vyztuží dle stejných zásad také vnitřní líc (Obr. 17).

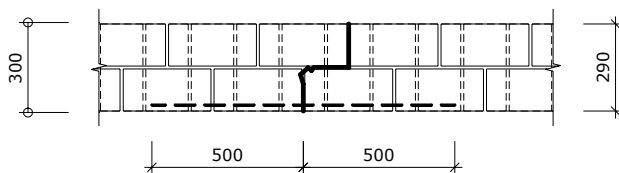
U zdí masivních, širších než 600 mm se zvýší účinnost kotvení výztuže zahnutím do vrtů pod úhlem 45 ° (Obr. 18). Délka kotvení za trhlinou je 300 mm v drážce a 300 mm ve vrtu.

U fixace – „sešívání“ trhlin do každé drážky vlepujeme vždy min. jeden výztužný prut, min. Ø 6 mm.

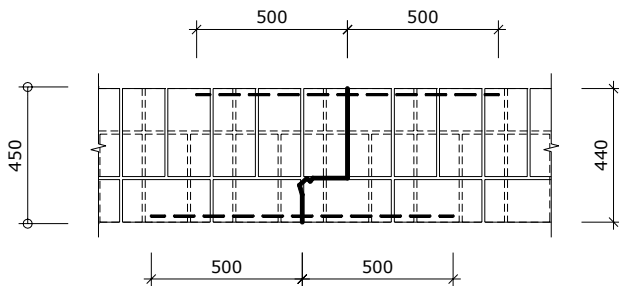
Obr. 15 Pohled



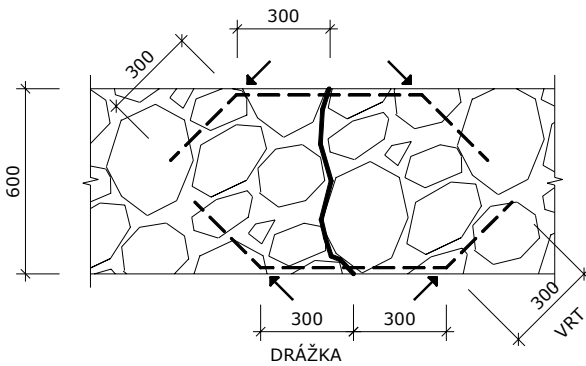
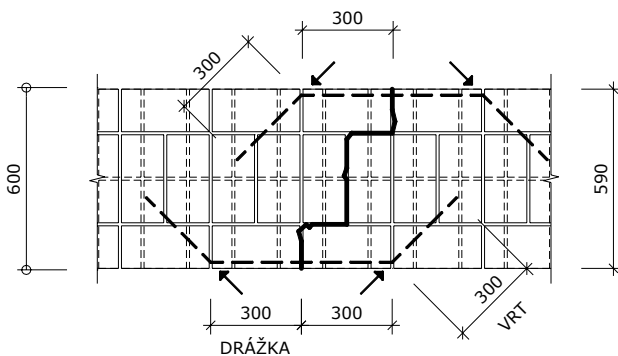
Obr. 16 Půdorys



Obr. 17 Půdorys



Obr. 18 Půdorys



6.2.3 „Sešítí“ – vyztužení zdiva dodatečnou helikální výztuží v místě trhlin blízko rohu objektu (Obr. 19, 20)

Uplatňuje se u zděných zdí z cihel, kamene, smíšených – u jejich porušení tahovými a smykovými trhlinami, při poklesech v základové spáře i při posílení únosnosti pouze preventivním.

Výztužná žebírka provedeme dle vrstev zdiva vždy ve vertikální vzdálenosti 450 mm od sebe (Obr. 19).

Přesah – kotvení výztuže za trhlinou je min. 500 mm, protože v blízkosti rohu toto není možné. Kotvení se zavádí za roh do drážky nebo do vrtu, vždy s délkou 500 mm za roh objektu (Obr. 20).

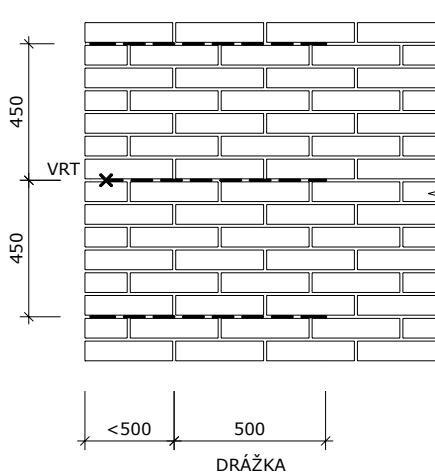
Pokud se jedná o více trhlin blízko sebe, výztužné žebírko je delší a přesah za poslední trhlinou je 500 mm.

U zdiva širšího než 300 mm se dle rozsahu poruch vyztuží dle stejných zásad také vnitřní líc.

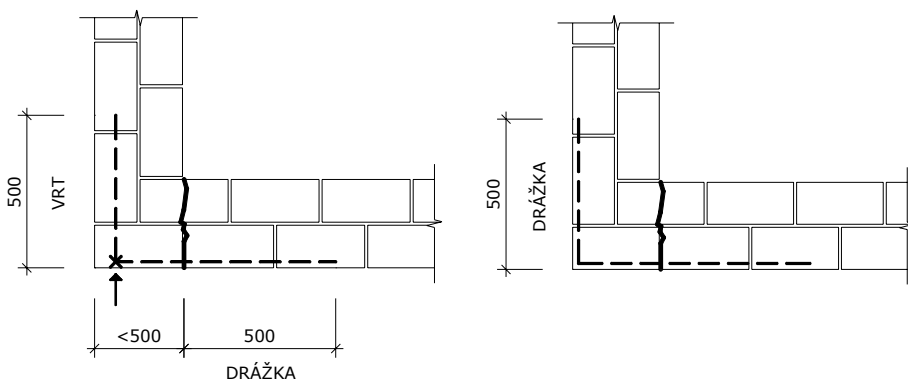
U zdí masivních, širších než 600 mm, se zvýší účinnost kotvení výztuže zahnutím do vrtů pod úhlem 45 °.

Délka kotvení za trhlinou je 300 mm v drážce a 300 mm ve vrtu.

U fixace – „sešívání“ trhlin do každé drážky vlepujeme vždy min. jeden výztužný prut, min. Ø 6 mm.



Obr. 19 Pohled



Obr. 20 Půdorys

6.2.4 „Sešítí“ – vyztužení zdiva dodatečnou helikální výztuží v místě trhlin přímo v rohu objektu (Obr. 21, 22)

Uplatňuje se u zděných zdí z cihel, kamene, smíšených – u jejich porušení tahovými a smykovými trhlinami, při poklesech v základové spáře i při posílení únosnosti pouze preventivním.

Vyztužení provedeme pomocí kotev vlepených do vrtů. Při tomto způsobu dochází k minimálnímu zásahu do fasád objektu.

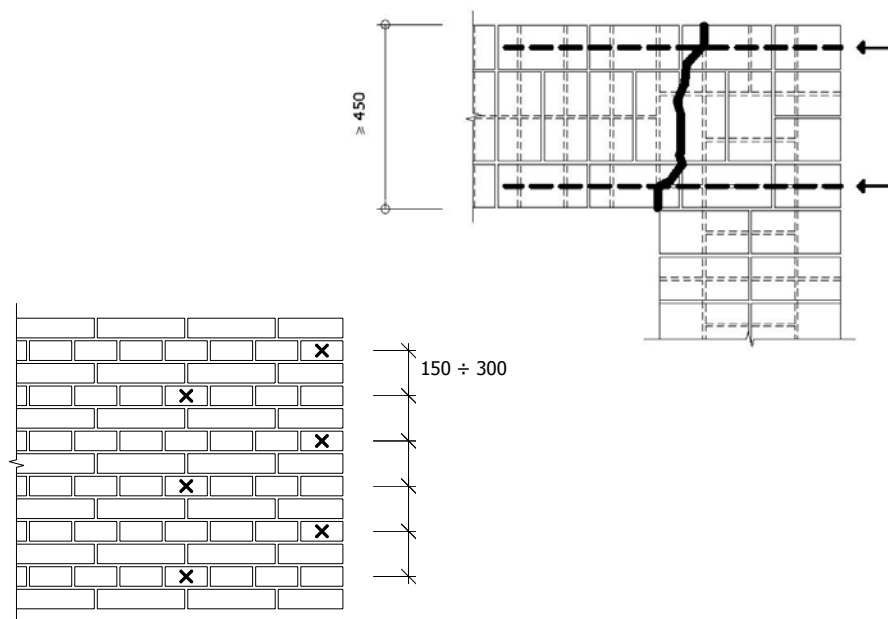
Výztužná žebírka do vrtu provedeme dle vrstev zdiva vždy ve vertikální vzdálenosti 300 mm od sebe (Obr. 21).

Hloubka kotvení výztuže za trhlinou je min. 500 mm, tzn. že celková délka výztuže ve vrtu může být až 1 000 mm.

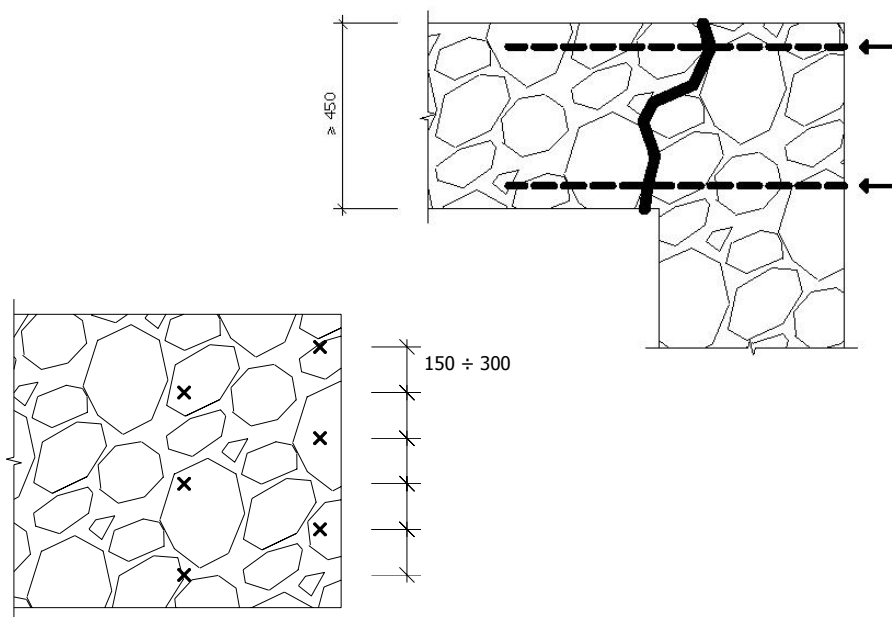
U zdiva širšího než 450 mm se dle rozsahu poruch vyztuží dle stejných zásad také zdivo blíže vnitřního líce, tak, že se vrtý ve vertikální ose střídají.

U fixace – „sešívání“ trhlin tímto způsobem do vrtu vlepujeme vždy jeden výztužný prut, min. \varnothing 8 mm.

Způsob vyztužení cihelného i kamenného zdiva je systémově stejný, jen z důvodů nepravidelné vazby zdiva kamenného se snažíme kotvy situovat do kamenných kvádrů v líci zdiva místo do výplňové pojící malty.



Obr. 21 Pohled a půdorys vyztužení cihelné zdivo (šipky značí směr aplikace do vrtu)



Obr. 22 Pohled a půdorys vyztužení kamenné zdivo
(šipky značí směr aplikace do vrtu)

6.2.5 „Sešítí“ – vyztužení zdiva dodatečnou helikální výztuží v místě trhlin v rovné části zdiva pomocí výztuže ve vrtech (Obr. 23)

Uplatňuje se u zděných zdí z cihel, kamene, smíšených – u jejich porušení tahovými a smykovými trhlinami, při poklesech v základové spáře i při posílení únosnosti pouze preventivním.

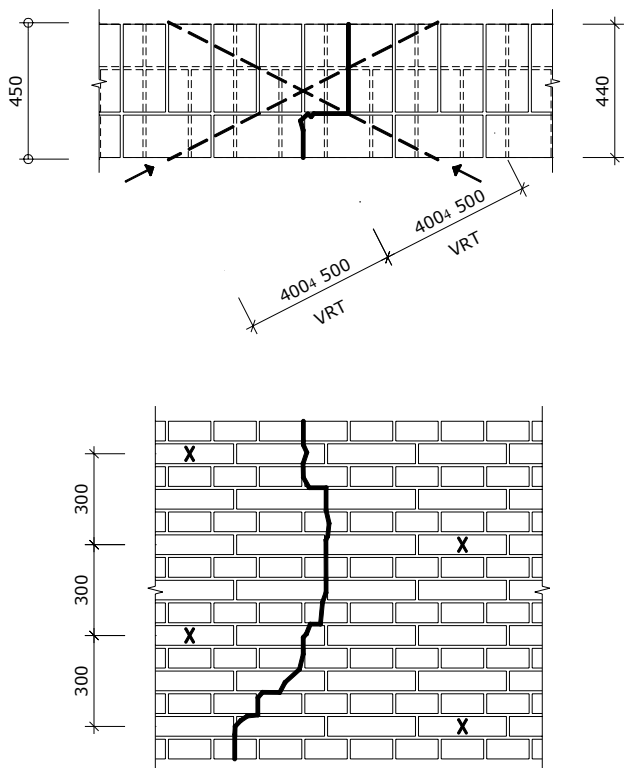
Vyztužení provedeme pomocí kotev vlepených do vrtů. Při tomto způsobu dochází k minimálnímu zásahu do fasád objektu.

Výztužná žebírka do vrtu provedeme dle vrstev zdiva vždy ve vertikální vzdálenosti 300 mm od sebe, vždy jednou zleva a jednou zprava (Obr. 23).

Hloubka kotvení výztuže za trhlinou je min. 400 mm, tzn. že celková délka výztuže ve vrtu má být 800 mm.

U fixace – „sešívání“ trhlin tímto způsobem do vrtu vlepujeme vždy jeden výztužný prut, min. \varnothing 8 mm.

Způsob vyztužení cihelného i kamenného zdiva je systémově stejný, jen z důvodů nepravidelné vazby zdiva kamenného se snažíme kotvy situovat do kamenných kvádrů v líci zdiva místo do výplňové pojící malty.



Obr. 23 Pohled a půdorys vyztužení cihelného zdiva (šipka značí směr aplikace do vrtu)

6.2.6 Kotvení – vyztužení zdiva dodatečnou helikální výztuží v místě trhliny mezi vnitřní dělicí zdí (příčkou) a obvodovou zdí (Obr. 24)

Uplatňuje se u styků vnitřních a obvodových zdí z cihel, kamene, nebo smíšených – u jejich porušení trhlínami, při nedostatečném svázání stávajících konstrukcí i při posílení vazby pouze preventivním.

Vyztužení provedeme pomocí kotev tvarovaných a vlepených do kombinace drážky a vrtu.

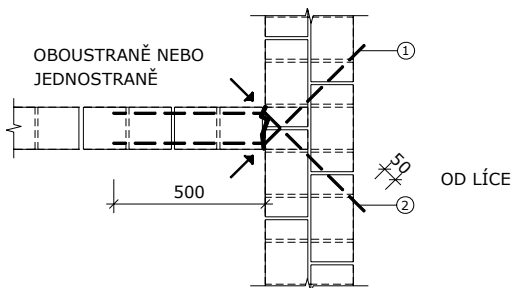
Po přípravě drážek a vrtů tvarujeme výztužné pruty přímo v pozici do potřebného tvaru, pak se provede vlepení do vrtu a následně do drážky.

Výztužná žebírka do vrtu provedeme dle vrstev zdiva vždy ve vertikální vzdálenosti 450 mm od sebe (Obr. 24).

Hloubka kotvení výztuže v drážce je min. 500 mm, hloubka kotvení výztuže ve vrtu je dle tl. obvodové zdi min. 400 mm, pokud toho nelze dosáhnout, pak výztuž necháme vyčnívat min. 50 mm a v líci ji pak zahne pod omítku po vytvrdnutí vlepění.

U tohoto způsobu vyztužení zdiva do kombinace vrtu a drážky vlepujeme vždy jeden výztužný prut, min. \varnothing 8 mm.

Dle možného přístupu a konkrétního rozsahu trhlin je vhodné kotvení dělicí příčky provádět střídavě z jedné i druhé strany příčky.



Obr. 24 Půdorys (šipka značí směr aplikace do vrtu)

6.2.7 Kotvení – vyztužení zdiva v místě trhliny mezi vnitřní dělicí zdí (příčkou) a obvodovou zdí dodatečnou helikální výztuží aplikovanou do vrtu z vnější strany (Obr. 25)

Uplatňuje se u styků vnitřních a obvodových zdí z cihel, kamene, nebo smíšených – u jejich porušení trhlinami, při nedostatečném svázání stávajících konstrukcí i při posílení vazby pouze preventivním.

Použití je vhodné při nemožné aplikaci dodatečné výztuže z interiéru.

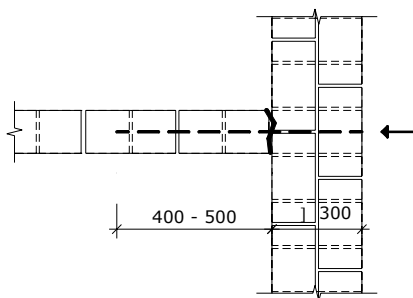
Vyztužení provedeme pomocí kotev vlepěných do vrtu aplikací z exteriéru.

Výztužná žebírka do vrtu provedeme dle vrstev zdiva vždy ve vertikální vzdálenosti 450 mm od sebe (Obr. 25).

Hloubka kotvení výztuže ve vrtu ve vnitřní dělicí zdi je min. 400 mm, hloubka kotvení výztuže ve vrtu v obvodové zdi je dle tl. zdi min. 400 mm, pokud toho nelze dosáhnout, pak výztuž necháme vyčnívat min. 50 mm a v líci ji zahne pod omítku po vytvrdnutí vlepění.

U tohoto způsobu vyztužení zdiva do vrtu vlepujeme vždy jeden výztužný prut, min. \varnothing 8 mm.

Oproti předchozí aplikaci lze dosáhnout srovnatelné kvality kotvení zhuštěním kotev na 1 bm trhliny.



Obr. 25 *Půdorys* (šipka značí směr aplikace do vrtu)

6.2.8 Dodatečné kotvení souvrství sendvičových nebo vrstvených konstrukcí dodatečnou helikální výztuží aplikovanou do vrtu z jedné strany (Obr. 26, 27)

Uplatňuje se u sendvičových konstrukcí u jejich porušení trhlinami, při nedostatečném svázání stávajících konstrukcí i při posílení vazby pouze preventivním.

Použití je výhodné při nemožné aplikaci dodatečné výztuže z interiéru.

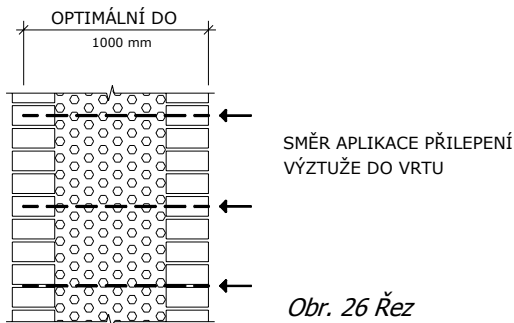
Vyztužení provedeme pomocí kotev vlepených do vrtu aplikací z exteriéru.

Výztužná žebírka do vrtu provedeme dle vrstev zdiva v síti vždy ve vertikální i horizontální vzdálenosti 450 mm od sebe (Obr. 26).

Hloubka kotvení výztuže ve vrtu ve vnitřní zdi je odvislá od tl. konstrukce min. 100 mm a min. 50 mm od vnitřního líce, hloubka kotvení výztuže ve vrtu ve vnější zdi je dle tl. zdi min. 100 mm, pokud toho nelze dosáhnout pak výztuž necháme vyčnívat min. 50 mm a v líci ji zahneme pod omítku po vytvrdnutí vlepení.

U tohoto způsobu vyztužení zdiva do vrtu vlepujeme vždy jeden výztužný prut, min. Ø 8 mm.

Pokud je vnitřní vrstva tvořena nehomogenním násypem, není nutné zde injektovat při aplikaci kotevní hmotu a vlepení je prakticky realizováno ve vnitřním a vnějším plášti.



Obr. 26 *Řez*

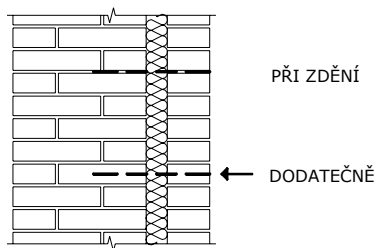
Stejně zásady platí u **kotvení vnější nebo vnitřní přízdívky z lícovek, nebo izolační**, k nosnému zdivu.

Kotevní délka v nosné zdi je nutná min. 150 mm.

Při kotvení dodatečném u stávajících přízdívek vrtáme přes cihlu.

Při kotvení u dodatečné přízdívky kotvíme do vrtu v nosné zdi a v přízdívce helikální výztuž zazdíváme do ložných spár.

Výztužná žebírka do vrtu provedeme v síti vždy ve vertikální i horizontální vzdálenosti 450 mm od sebe.



Obr. 27 Řez (šipka značí směr aplikace do vrtu)

6.2.9 Dodatečné kotvení bloků zdiva a vyboulených segmentů zdiva dodatečnou helikální výztuží aplikovanou do vrtu z jedné strany (Obr. 28)

Uplatňuje se u zděných konstrukcí, často např. u kamenných opěr mostů u jejich porušení, při posílení vazby pouze preventivním.

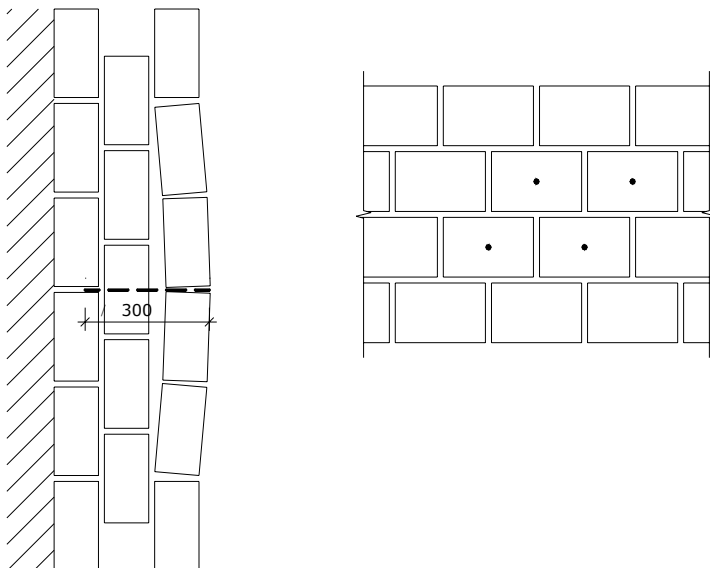
Vyztužení provedeme pomocí kotev vlepených do vrtu.

Výztužná žebírka do vrtu provedeme vždy do masivu kotveného bloku.

Hloubka kotvení výztuže ve vrtu ve vnitřní soudržné části je min. 150 mm, celková délka kotvy je min. 300 mm.

U tohoto způsobu vyztužení zdiva do vrtu vlepujeme vždy jeden výztužný prut, min. \varnothing 8 mm.

Pokud je vnitřní vrstva tvořena nehomogenním násypem je nutné kotvu prodloužit, nebo souvrství před kotvením dodatečných helikálních výztuží injektovat cementovým mlékem.



Obr. 28 Řez (šipka značí směr aplikace do vrtu)

6.3 Lokální zesílení a kotvení konstrukčních betonových celků a segmentů k sobě dodatečnou helikální výztuží

6.3.1 Vyztužení, zesílení betonového dílce dodatečnou helikální výztuží v rovině dílce v místě trhliny (Obr. 29)

Uplatňuje se u trhlin v betonových montovaných dílcích – u jejich porušení trhlinami vzniklých z důvodů působení tepelné roztažnosti materiálu, nebo při degradaci betonu způsobené korozí stávající výztuže.

Vyztužení provedeme pomocí kotev tvarovaných a vlepených do drážky, nebo do kombinace drážek a vrtů.

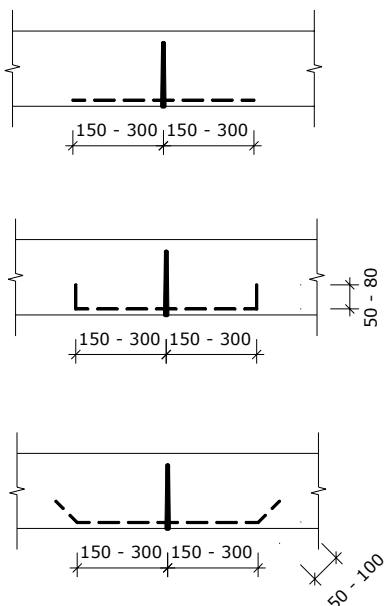
Tvar kotvy určíme dle charakteru poruchy a kvality betonu.

Po přípravě drážek a vrtů tvarujeme výztužné pruty přímo v pozici do potřebného tvaru, pak se provede vlepení do vrtu a následně do drážek.

Výztužná žebírka provedeme vždy ve vzdálenosti ve směru podél trhliny 100–250 mm od sebe, dle namáhání sanovaného prvku.

Kotvení délka výztuže v drážce je min. 150 mm za trhlinou, hloubka kotvení výztuže ve vrtu je min. 50 mm.

U tohoto způsobu vyztužení betonových dílců do kombinace vrtu a drážky vlepujeme vždy jeden výztužný prut, min. \varnothing 6 mm.



Obr. 29 Půrdorysy

6.3.2 Vyztužení, zesílení „T“ styků a rohových styků betonových dílců dodatečnou helikální výztuží (Obr. 30)

Uplatňuje se ve styčích dílců betonových montovaných staveb: u jejich porušení trhlinami vzniklých z důvodů zatékání do styků a koroze stávajících kotevnicích ok a výztuží; při působení tepelné roztažnosti materiálu obvodových plášťů montovaných staveb, nedostatečně zateplených; také k zesílení styků při ztužení celého objektu v celém obvodu stavby.

Vyztužení provedeme pomocí kotev tvarovaných a vlepených do drážky, nebo do kombinace drážek a vrtů.

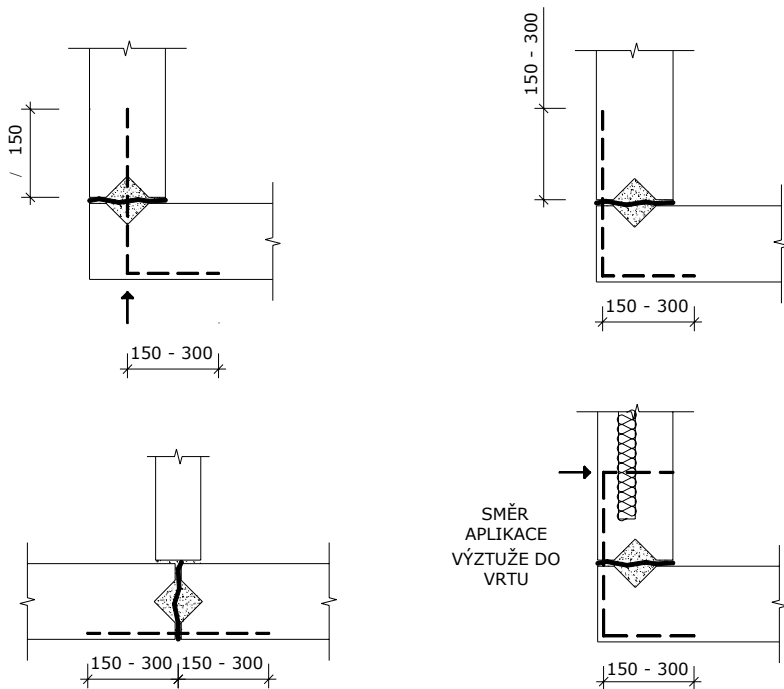
Tvar kotvy určíme dle charakteru poruchy a kvality betonu.

Po připravení drážek a vrtů tvarujeme výztužné pruty přímo v pozici do potřebného tvaru, pak se provede vlepení do vrtu a následně do drážek.

Výztužná žebírka provedeme vždy ve vzdálenosti ve směru podél styku 100–250 mm od sebe, dle namáhání sanovaného prvku.

Kotevní délka výztuže v drážce je min. 150 mm za trhlinou, hloubka kotvení výztuže ve vrtu je min. 50 mm.

U tohoto způsobu vyztužení betonových dílců do kombinace vrtu a drážky vlepujeme vždy jeden výztužný prut, min. \varnothing 6 mm.



Obr. 30 Půdorysy, různé alternativy tvaru kotev

6.3.3 Vyztužení, zesílení styku mezi předloženou lodžiovou příčkou a vnitřním dělicím betonovým dílcem dodatečnou helikální výztuží (Obr. 31)

Uplatňuje se ve stycích dílců betonových montovaných staveb: u jejich porušení trhlinami vzniklých z důvodů zatékání do styků a koroze stávajících kotevních ok a výztuží; při působení tepelné roztažnosti materiálu obvodových plášťů montovaných staveb, nedostatečně zateplených.

Vyztužení provedeme pomocí kotev tvarovaných a vlepených do drážky v kombinaci s vrtem, který je proveden v odklonu od roviny lodžiové příčky, tak aby zajistil dostatečnou kotevní délku ve vnitřním betonovém dílcu.

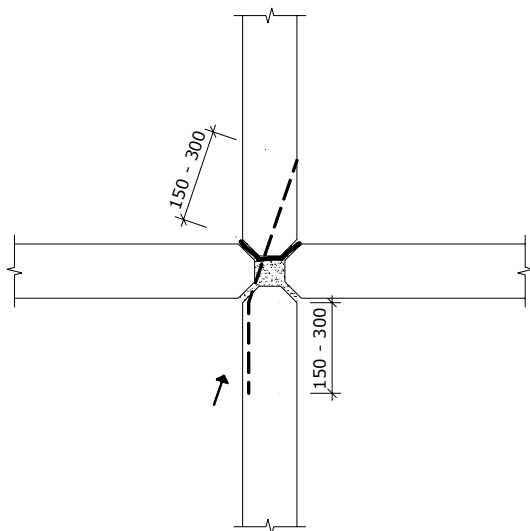
Tvar kotvy určíme dle charakteru, rozsahu poruchy a kvality betonu.

Po připravení drážek a vrtů tvarujeme výztužné pruty přímo v pozici do potřebného tvaru, pak se provede vlepení do vrtu a následně do drážek.

Výztužná žebírka provedeme vždy ve vzdálenosti ve směru podél styku 100–250 mm od sebe, dle namáhání sanovaného styku.

Kotevní délka výztuže v drážce je min. 150 mm za trhlinou nebo stykem, hloubka kotvení výztuže ve vrtu je min. 50 mm.

U tohoto způsobu vyztužení betonových dílců do kombinace vrtu a drážky vlepujeme vždy jeden výztužný prut, min. \varnothing 6 mm.



Obr. 31 Půdorys

6.3.4 Vyztužení, zesílení čel betonových dílců, např. u lodžiových příček, dodatečnou helikální výztuží (Obr. 32, 33)

Uplatňuje se u čel dílců betonových montovaných staveb vystavených intenzivnějšímu působení povětrnostních vlivů – u jejich porušení trhlinami vzniklých z důvodů koroze stávající výztuže, většinou v případech nedostatečného krytí.

Vyztužení provedeme pomocí kotev tvarovaných a vlepených do drážky, nebo v kombinaci drážky s vrtem.

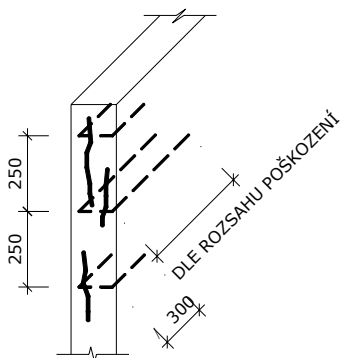
Tvar kotvy určíme dle charakteru, rozsahu poruchy a kvality betonu.

Po přípravě drážek a vrtů tvarujeme výztužné pruty přímo v pozici do potřebného tvaru, pak se provede vlepení do vrtu a následně do drážek.

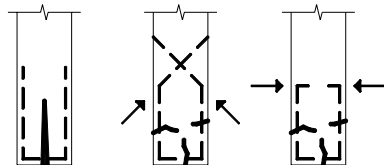
Výztužná žebírka provedeme vždy ve vzdálenosti max. 250 mm od sebe v podélné ose čela.

Délka výztuže v drážce je min. 300 mm, nebo dle rozsahu poruch min. 150 mm za poslední trhliny.

U tohoto způsobu vyztužení betonových dílců do kombinace vrtu a drážky vlepujeme vždy jeden výztužný prut, min. \varnothing 6 mm.



Obr. 32 Axonometrie



Obr. 33 Půdorysy (šipky značí směr aplikace konce výztuže do vrtů)

7. Aplikační postupy – technologický prováděcí předpis dodatečné helikální výztuže

7.1 Technologický postup vlepění dodatečné helikální výztuže do drážky ve zdivu nebo betonu

1. Drážka se frézuje drážkovací frézou se dvěma diamantovými kotouči, nejlépe frézou s nastavitelnou hloubkou řezu. Rozměr drážky se volí dle typu vyztužení, viz předchozí kapitoly.
2. Drážka se vyfouká nebo vysaje, zbaví hrubších nečistot a prachových částí. Před vlepěním se navlhčí, vypláchne čistou vodou, je vhodné penetrovat či jinak sanovat dle zásad reprofilace a oprav zdiva a betonu.
3. Kotevní malta se rozmíchá přímo v originálním kyblíku míchacím nástavcem na vrtačku, smícháním suché a tekuté složky v balení, dle návodu výrobce. Po pěti minutách znovu maltu promícháme a plníme jí vodou navlhčenou aplikační pistolí.
4. Na aplikační pistolí nasadíme nástavec pro aplikaci do drážek a nanese na zadní stěnu drážky spojitou min. 8–10 mm silnou vrstvu malty.
5. Předem nakráčený a tvarovaný výztužný prut vtláčíme do malty v celé délce tak, aby jím byl dokonale obalen ze zadní strany.
6. Na výztužný prut nanese druhou spojitou vrstvou malty, v případě instalace pouze jednoho profilu helikální výztuže až po vrch drážky.

7. Spárovací špachtlí zatlačíme tmel do drážky a srovnáme povrch kotevní malty v drážce.

8. Pokud je drážka vyplněna do roviny stávající konstrukce, nejsou nutné žádné další úpravy, či krycí vrstvy. V jiném případě je možno na kotevní maltu, která je na bázi polymer cementu, provést jakoukoli povrchovou úpravu (omítku), jež je vhodná pro okolní materiál.

9. Pokud se vlepuje více výztuží do hlubší drážky za sebe, postup se opakuje dle bodů 5, 6, 7.

7.2 Technologický postup vlepění dodatečné helikální výztuže do vrtu ve zdivu nebo betonu

1. Provedeme vrt do konstrukce elektrickou rotační příklepovou vrtačkou. Průměr vrtu se volí dle typu vyztužení, viz předchozí kapitoly.

2. Vrt se vyfouká nebo vysaje, zbaví hrubších nečistot a prachových částí. Před vlepěním helikální výztuže se navlhčí, vypláchne čistou vodou, je vhodné penetrovat.

3. Kotevní malta se rozmíchá přímo v originálním kyblíku míchacím nástavcem na vrtačku, smícháním suché a tekuté složky v balení, dle návodu výrobce. Po pěti minutách znovu maltu promícháme a plníme jí vodou navlhčenou aplikační pistolí.

4. Na aplikační pistolí nasadíme trubicový nástavec pro aplikaci tmelu do vrtů zkrácený na konkrétní hloubku vrtu.

5a. V případě pokračování výztuže z drážky do vrtu vsuneme nástavec až na konec vrtu a celý ho vyplníme pomocí aplikační pistole kotevní maltou.

Helikální výztuž vtlačíme do celé hloubky vrtu a současně do přilehlé drážky do první připravené vrstvy malty, kde prut pokračuje.

5b. V případě samostatné kotvy lepené do vrtu, do nástavce vytlačíme maltu z aplikační pistole až na jeho konec a do plného nástavce vešroubujeme nakráčnou helikální výztuž, jako „náboj“. Nástavec s tmelem a výztuží pak vsuneme na dno vrtu a pomocí aplikační pistole vyinjektujeme výztuž do vrtu dokonale obalenou kotevní maltou.

6. Upravíme dle potřeby ústí vrtu jako u aplikace do drážky.

8. Závěr

Základním motivem autorů je podání uceleného přehledu možných aplikací systému helikální dodatečné výztuže v podmínkách stavebnictví ČR. Předkládaná příručka není univerzálním všelékem pro navrhování. Podává základní metodické postupy a alternativy aplikace systému, které však v podmínkách konkrétní konstrukce musí projektant upřesnit, dle správně vyhodnocené analýzy příčin vad a poruch zesilované konstrukce. Hodnocení existujících konstrukcí s návrhem opatření pro trvalou a bezpečnou provozuschopnost stavebních objektů je v současnosti významným technickým úkolem. Návrh opatření dodatečného statického zajištění vychází z podstatně odlišného pojetí, než je navrhování nových konstrukcí a vyžaduje znalosti překračující rozsah návrhových norem.

Při správném návrhu i vlastní aplikaci dodatečného statického zajištění systém dodatečné helikální výztuže jednoznačně prokazuje, že se nejedná pouze o „módní hit“, ale moderní a efektivní opatření, které dlouhodobě zajišťuje požadovanou spolehlivost a bezpečnost stavebních konstrukcí.

9. Použitá literatura

Literatura

- [9.1] J. Witzany – Poruchy a rekonstrukce budov
- [9.2] D. Pume, F. Čermák a kol. – Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí
- [9.3] P. Schmid a kolektiv – Základy zkušebnictví
- [9.4] T. Vaněk: Rekonstrukce staveb. SNTL/ALFA Praha 1985
- [9.5] Vyhláška MMR 137/98 Sb. O obecných technických požadavcích na výstavbu

Normy

- [9.6] ČSN 73 0038 „Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách“
- [9.7] ČSN ISO 13822 „Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí“
- [9.8] ČSN 73 2577 „Stanovení přídržnosti povrchové úpravy stavebních konstrukcí k podkladu“
- [9.9] ČSN EN 206-1 „Beton. Vlastnosti, výroba, ukládání a kritéria hodnocení“
- [9.10] ČSN 73 1317 „Stanovení pevnosti betonu v tlaku“
- [9.11] ČSN EN 12504-1 „Zkoušení betonu v konstrukcích, část 1: Vývrty“
- [9.12] ČSN EN 12390-3 „Pevnosti v tlaku zkušebních těles“

Publikované odborné články

- [9.13] P. Štěpánek – Zpevnování zděných a betonových konstrukcí dodatečným vyztužováním
- [9.14] F. Hájek – Zateplovanie panelových stavieb z pohľadu statika
- [9.15] I. Kozubíková – Zajištění trvanlivosti obvodových stěn panelových domů při jejich regeneraci. Časopis Střechy 10/2000
- [9.16] J. Kubanek – Problematika poruch panelových domů a jejich řešení. X. mezinárodní sympozium SANACE bet. k-cí 2000
- [9.17] P. Štěpánek – Vady, poruchy a metody sanace zděných konstrukcí. Konference Zděné a smíšené konstrukce 2000
- [9.18] J. Kubanek – Zesilování betonových konstrukcí dodatečně aplikovanou výztuží. Časopis Beton TKS 4/2002
- [9.19] P. Štěpánek, J. Hladil – Zesilování pilířů přídatnou výztuží. 2. konference Zděné a smíšené konstrukce 2002
- [9.20] P. Štěpánek – Současný stav navrhování při zesilování zděných konstrukcí pomocí nenapjaté výztuže vkládané do drážek. Seminář – zesilování betonových a zděných konstrukcí 2005

Firemní technické materiály

- [9.21] SARON spol. s r. o. – brožura systému Kompakt, certifikáty a průkazné zkoušky materiálů systému

Sazba a tisk

VYDAVATELSTVÍ MASARYKOVY UNIVERZITY
Areál VUT Kraví Hora, pavilon T, 602 00 Brno
www.muni.cz/press