

D1.2 – STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

TECHNICKÁ ZPRÁVA – ČÁST 2

MODERNIZACE DOMOVA SV. VÁCLAVA

LÁZEŇSKÁ 61/1, 250 01 BRANDÝS NAD LABEM – STARÁ BOLESLAV

STATICKÉ A KONSTRUKČNÍ ÚPRAVY HISTORICKÉHO KROVU, NÁVRH SANACE TRHLIN V NOSNÉM OBVODOVÉM ZDIVU

INVESTOR: ARCIDIECÉZNÍ CHARITA PRAHA

STUPEŇ: DOKUMENTACE PRO VÝBĚR ZHOTOVITELE

ING. JAN JŮZA
A ODPOVĚDNÝ STATIK:

Karel Mikeš

ING. KAREL MIKEŠ, PH.D.

AUTORIZOVANÝ INŽENÝR

PRO OBORY STATIKA A DYNAMIKA STAVEB

A PRO OBOR POZEMNÍ STAVBY



OBSAH:

1	POPIS KONSTRUKCE	2
2	OPRAVY KROVU Z DŮVODU DEGRADACE DŘEVA ZPŮSOBENÉ BIOLOGICKÝMI ČINITELI	4
3	OPRAVY Z DŮVODU NEDOSTATEČNÉ ÚNOSNOSTI PRVKŮ ČI Z DŮVODU MECH. POŠKOZENÍ.....	5
3.1	A) VÝMĚNA HORNÍHO PODÉLNÉHO TRÁMU POD HŘEBENEM STŘECHY.....	5
3.2	B) ÚPRAVA NOS. PRVKŮ V MÍSTĚ NAPOJENÍ SEVERNÍ VALB. STŘECHY NA MANS. STŘECHU.....	6
3.3	C) ÚPRAVA NOS. PRVKŮ V MÍSTĚ NAPOJENÍ JIŽNÍ VALBOVÉ STŘECHY NA MANS. STŘECHU.....	8
3.4	D) VÝMĚNA STŘEDNÍ VAZNICE PO CELÉ DÉLCE SEVERNÍ ČÁSTI MANSARDOVÉ STŘECHY	9
3.5	E) DOPLNĚNÍ CHYBĚJÍCÍCH KROKVÍ VE ŠTÍTU SEVERNÍ VALBOVÉ STŘECHY.....	11
3.6	F) DOPLNĚNÍ CHYB. ČÁSTÍ KROKVÍ A HAMBALKU V JEDNÉ VAZBĚ SEVERNÍ VALBOVÉ STŘECHY	12
3.7	G) VÝMĚNA LATÍ	13
3.8	H) VYVĚŠENÍ STROPU NAD 2NP.....	13
4	OBECNÉ POKYNY PRO PROVÁDĚNÍ REKONSTRUKCE KROVU	13
5	POSTUP OPRAVY SEVERNÍ A ZÁPADNÍ ČÁSTI KROVU MANSARDOVÉ STŘECHY:.....	14
6	SOUHRN OPRAV DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ	15
7	POČTY NOVĚ PROVEDENÝCH TESAŘSKÝCH PŘÍPOJŮ.	17
8	NÁVRH POSTUPU PŘI SANACI TRHLIN V OBVODOVÉM A VNITŘNÍM ZDIVU	19
9	UPOZORNĚNÍ.	37
10	ZÁVĚR.	37

1 POPIS KONSTRUKCE

Předmětem stavebně-konstrukčního řešení jsou úpravy historického krovu budovy Probošství – Domova sv. Václava, Lázeňská 61/1, Stará Boleslav. Hlavní trakt objektu má svoji podélnou osu přibližně v severojižním směru, na obou koncích hlavního traktu symetricky navazují kolmá křídla budovy směřující na východ. Střední část budovy je mírně vyvýšena a je zastřešena mansardovou střechou, po stranách jsou k ní symetricky připojeny valbové střechy bočních křídel budovy.

Mansardová střecha má jedno zalomení střešních rovin, přičemž horní část střechy je rovinná a je ve spádu 32° a spodní část střechy je prohnutá dovnitř s průměrným sklonem 56° . Konstrukční systém mansardové střechy tvoří vaznicová soustava s ležatou stolicí a věšadlem.

Hlavní nosnou konstrukcí jsou dvě plné příčné vazby, mezi nimi je pět jalových příčných vazeb. Osová vzdálenost příčných vazeb je 0,9–1,05 m. Plná vazba je tvořena dvojicí šikmých vzpěr (170x290 mm) a vodorovnou rozpěrou (170x210 mm), které jsou navzájem spojeny rohovými pásky (140x160 mm) a tvoří tak tuhou konstrukci. V podélné ose krovu rozpěra prochází skrz věšadlo (210x420 mm). Věšadla jsou vynášena horními vzpěrami (145x150 mm) mansardové střechy, které jsou zapuštěny do sloupku věšadla.

V nárožích mansardové střechy jsou diagonálně osazené poloviční ležaté stolice konstruované stejně jako stolice příčných vazeb. Rozpěry diagonálních stolic se opírají o sloupek věšadla umístěný ve vrcholu valby. Ve valbách jsou dvě poloviční ležaté stolice osazené v podélném směru krovu. Rozpěry těchto podélně orientovaných polovičních stolic se opírají o diagonální rozpěry.

Plné vazby nesou střední vaznice a mají funkci příčného ztužení. Střední vaznice má lichoběžníkový průřez (délky hran cca 230x140x160x150 mm). Její funkcí je přenos zatížení z krokví do plných vazeb ležaté stolice.

Vazné trámy (220x260 mm) jsou v každé příčné vazbě, v podélných vazbách (ve valbách) jsou namísto nich kráčata připojená ke krajnímu vaznému trámu. Vazné trámy zachycují vodorovnou sílu ze spodních krokví a šikmých vzpěr a jsou uloženy na pozednice na obvodových stěnách. Příčné vazné trámy jsou vynášeny podélným trámem (230x230 mm, resp. 2x 230x230 mm), který prochází po celé délce krovu a je vynášen věšadly ve dvou plných vazbách.

Na vazných trámech je uložena spodní (pětiboká) vaznice. Do pětiboké vaznice se opírají vzpěry stolice, jsou do ní čepovány ondřejské kříže a opírají se o ni spodní krokve. Horní vnitřní plocha je kolmá ke vzpěře ležaté stolice, vnější plocha je rovnoběžná s krokví, spodní plocha kámpována do vazného trámu je vodorovná, zadní plocha je svislá.

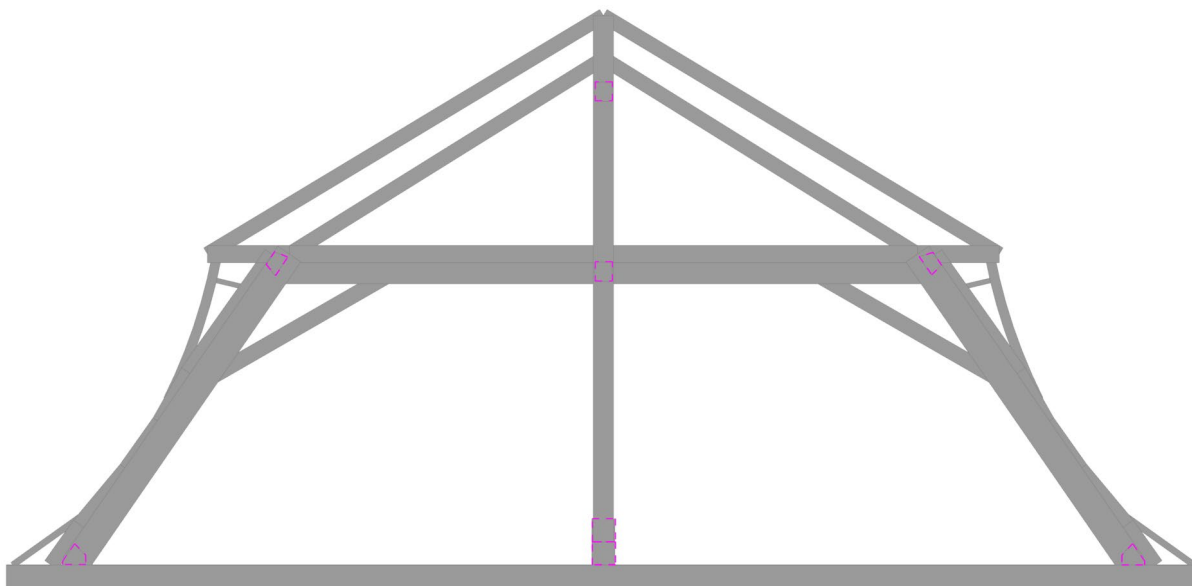
Spodní krokve mansardové střechy (160x160 mm) jsou čepovány do vazných trámů (nebo do krácat v příčných okrajích střechy). Na svém horním konci jsou spodní krokve mansardové střechy vynášeny střední vaznicí. Horní krokve mansardové střechy (140x150 mm) jsou na svém spodním konci uloženy do spodních hambalků (160x180 mm) a ve své horní části jsou vynášeny horními hambalky (140x160 mm).

Příčné i podélné ztužení je zajištěno ondřejskými kříži (115x155 mm, resp. 145x165 mm). Ondřejské kříže jsou umístěny v rovině vzpěr. Na jednom konci diagonála vždy podpírá střední vaznici nebo je začepována do spodní pětiboké vaznice, zatímco na svém druhém konci je diagonála vždy čepována do vzpěry. Ve vzájemném křížení jsou diagonály ondřejského kříže přeplátovány.

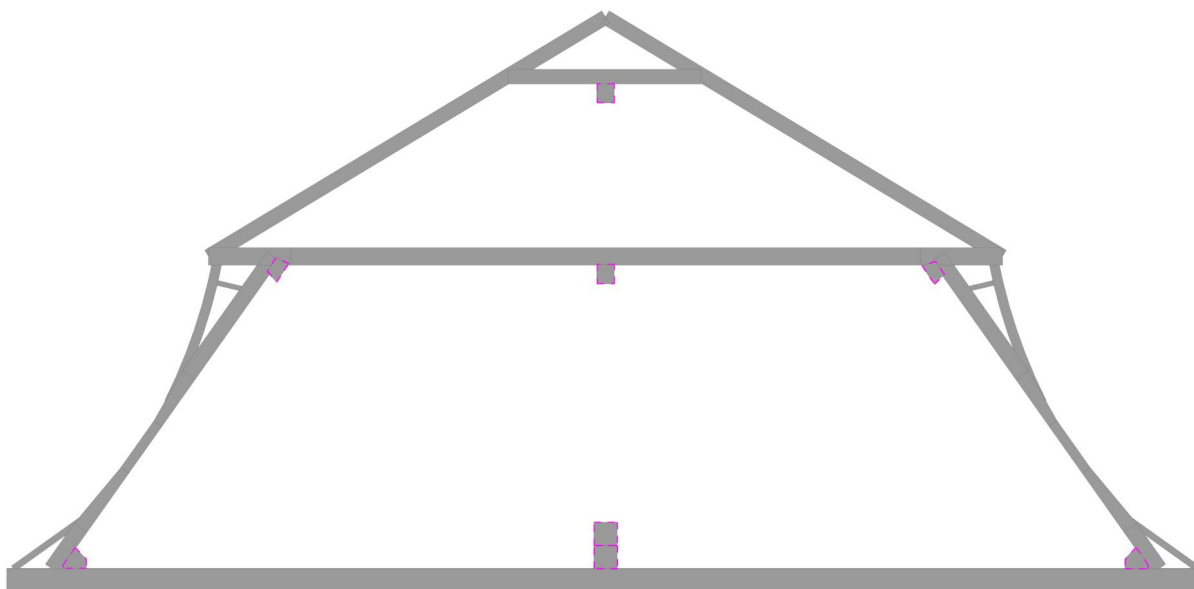
Prohnutí spodní části mansardové střechy je zajištěno dvěma námětky a též zhablováním střední části krokve až na tloušťku 100 mm. Spodní námětek překrývá část střechy mezi koncem spodní krokve a okapem. Horní námětek je na svém horním konci čepován do horního hambalku a vytváří zlom střechy mezi spodní krokví a mansardovou římsou. Mansardová římsa je čepována do přesahujícího konce spodního hambalku.

Valbové střechy na bočních křídlech budovy jsou neseny vaznicovou soustavou se stojatou stolicí, se šikmými sloupky. Krokve jsou čepovány do vazných trámů nebo kráčat. V některých částech krovu jsou provedeny půdní vestavby. Střešní plášť je tvořen pálenou krytinou – dvojitou bobrovkou.

Mansardový krov - plná vazba – ležatá stolice



Mansardový krov - jalová vazba



2 OPRAVY KROVU Z DŮVODU DEGRADACE DŘEVA ZPŮSOBENÉ BIOLOGICKÝMI ČINITELI

Navržené opravy jsou založené na výsledcích průzkumu a posouzení jakostního stavu dřevěných konstrukčních prvků krovových a stropních konstrukcí [1]. Byla vypracována tabulka shrnující nutné opravy krovu, která se číslováním zasažených míst odkazuje na tento posudek. Pro větší přehlednost byl zhotoven výkres se zakreslením plánovaných oprav, ve kterém je taktéž dodrženo číslování zasažených míst dle zmíněného posudku.

V naprosté většině případů byla navržena buď výměna celého zasaženého prvku, nebo nahrazení části prvku, tzn. odstranění degradované části prvku a nastavení prvku protézováním. Protézování bylo navrženo jako svislé přeplátování s dubovými kolíky. Typické detaily jsou rozkresleny v příloženém výkrese, jejich únosnost je prokázána příloženým statickým výpočtem.

Při protézování poškozených prvků je nezbytné zvolit optimální polohu navrženého přípoje. Přípoje protézování byly záměrně navrhovány tak, aby byly umístěny v polohách co možná nejmenšího namáhání daných prvků. Špatné umístění přípoje protézy by tedy znamenalo zásadní porušení statického návrhu rekonstrukce krovu. Optimální polohy přípojů protézování jsou následující:

Spodní hambalek: Protézování musí být provedeno ve vnitřní části prvku, tzn. nikoli na částech přečnívajících přes střední vaznici. Přípoj nesmí začínat blíže než 1 m od střední vaznice.

Vazný trám: Protézování musí být provedeno u konce prvku (v krajních čtvrtinách). Přípoj nesmí zasahovat dále než 3 m od konce prvku.

Vzpěra: Protézování může být provedeno kdekoli. Kromě použití dřevěných kolíků však přeplátování musí být staženo ocelovými vruty se zápusnou hlavou, dle výkresu detailu. Stažení ocelovými vruty je nutné z důvodu ohybového namáhání kolmo k rovině přeplátování (ohyb v rovině střechy vzniká připojením diagonál zavětrování do vzpěr).

Horní krokve: V případě krokví jdoucích do vrcholu valby může být protézování provedeno pouze v krajních třetinách krokve (kvůli chybějícímu hambalku a tím způsobeným větším ohybovým momentům). V případě běžných krokví může být protézování provedeno kdekoli.

Spodní krokve: Kolíky přípoje by neměly být umístěny do části zúžené zhoblováním. Přípoj je tedy nutné umístit u konců prvku tak, aby končil před začátkem zhoblované střední části. Pokud toto není možné, je třeba, aby přeplátování procházelo celou zhoblovanou částí, přípoj tak bude roztáhnut a krajní dvojice kolíků budou umístěny v neoslabené tloušťce průřezu. Obě varianty přeplátování jsou uvedeny ve výkrese.

V případě poškozených **kráčat** byla navržena výměna celého prvku, spoj kráčete s výměnou je taktéž rozkreslen jako rybinový spoj. Případné provedení spoje čepem s kolíkem by nebylo dostatečné, a to vzhledem k tahové vodorovné síle v kráčeti.

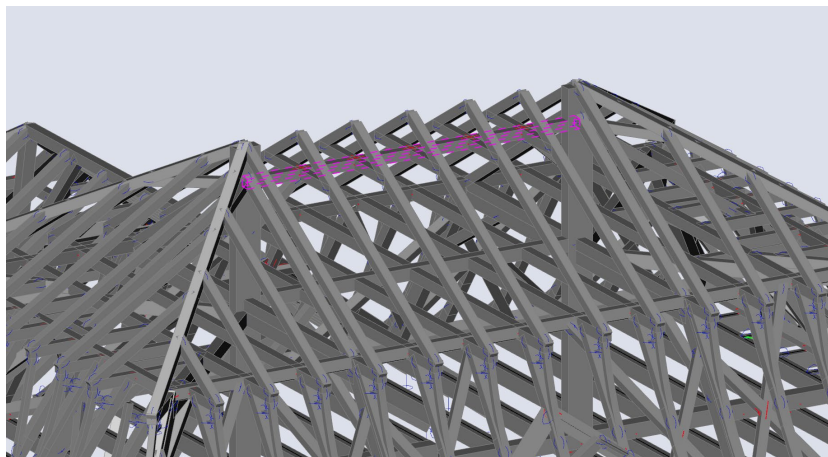
V případě dvou **ohořelých vazných trámů** (poloha v zákresu č. 39) bylo navrženo jejich zesílení příložkami (80x260) po obou stranách každého trámu. Spolupůsobení stávajících trámů s příložkami bude zajištěno vruty $\varnothing 8$ mm, délky 180 mm po 300 mm.

V případě poškozené **úžlabní krokve** (poloha v zákresu č. 42) je nutné výměna celého prvku. S ohledem na tuto skutečnost bylo navrženo nahrazení prvku masivnějším průřezem (160x200), neboť se jedná o silně namáhaný prvek (zejména v případě sněhové návěje v úžlabí střechy).

[1] Ing. Jiří Frankl, Ph.D. Průzkum a posouzení jakostního stavu dřevěných konstrukčních prvků krovových a stropních konstrukcí (biologický rozbor vzorků dřeva, včetně laboratorní zprávy). Duben 2024, Praha.

3 OPRAVY Z DŮVODU NEDOSTATEČNÉ ÚNOSNOSTI PRVKŮ ČI Z DŮVODU JEJICH MECHANICKÉHO POŠKOZENÍ

3.1 A) VÝMĚNA HORNÍHO PODÉLNÉHO TRÁMU POD HŘEBENEM STŘECHY



Horní podélný trám (vaznice) pod hambalky (160x160 mm) není vyhovující z hlediska mezního stavu únosnosti. Trám je nadměrně zatěžován normálovou tlakovou silou i ohybovým momentem především od působení podélného větru na mansardovou střechu.

Trám byl již opatřen příločkami, které však nemají dostatečný průřez a nejsou po celé délce prvku. Na trámu bylo také zjištěno poškození biologickými činiteli (místo č. 18 v odborném posudku jakostního stavu dřevěných konstrukčních prvků). Bude tedy nutné přistoupit k nahrazení celého prvku novým, masivnějším průřezem, a to **180 x 200 mm**. Stejně jako ve stávající podobě bude tento prvek čepován do věšadel, u obou konců připojen k páskům a kempován do spodního líce horních hambalků.

3.2 B) ÚPRAVA NOSNÝCH PRVKŮ V MÍSTĚ NAPOJENÍ SEVERNÍ VALBOVÉ STŘECHY NA MANSARDOVOU STŘECHU

Bude odstraněna výměna mezi krokvi. Namísto prostřední kratší krokve bude provedena celá nová krokev včetně zhoblování prostřední části. Stejně tak bude nahrazena zlomená krokev za novou. Nad zlomenou kroví bude provedena oprava hambalku protézováním. Budou odstraněna prkna nesoucí latě přiléhající valbové střechy. Namísto nich budou osazeny fošny **280x100 mm**. Na tyto fošny bude uložena krajní dvojice kroví boční valbové střechy (detail uložení kroví je rozkreslen). Dvojice kroví bude narovnána (napříměna) a zároveň bude nutné zkrácení obou kroví z důvodu větší výšky průřezu fošen.

Oprava hambalku (160x180 mm)
protézováním (svislé překlátování)



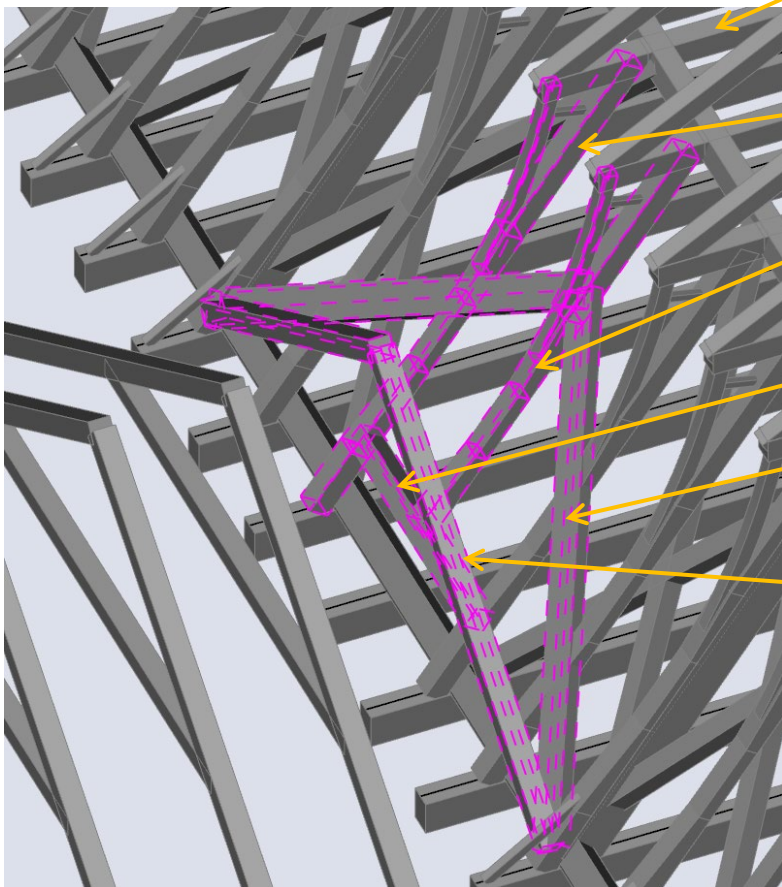
Nahrazení
prken masivními
fošnami (280x100 mm)

Nahrazení zkroucené
krokve celou novou
kroví (160x160 mm)
včetně námětku

Odstranění
výměny

Nahrazení zlomené krokve
novou kroví (160x160 mm,
zhoblovaná část 160x100
mm) včetně námětku

Detail porušeného průběžného spoje hambalku (vodorovné přeplátování) nad zlomenou krokví. Rovněž je zde viditelný pokles střední vaznice – rozpojený jednoduchý oboustranný kámp. Nastavovaná koncová část hambalku bude zcela odstraněna, hambalek bude zkrácen, a bude provedeno nové protézování hambalku svislým přeplátováním. Nový průběžný přípoj bude tedy proveden ve vnitřní části střechy a nikoli přímo nad vaznicí, kde je hambalek namáhán výrazným ohybovým momentem.



Nové svislé protézování hambalku

Nahrazení zlomené krokve novou krokví (160x160 mm, zhoblovaná část 160x100 mm) včetně námětku

Nahrazení zkroucené krokve celou novou krokví (160x160 mm) včetně námětku

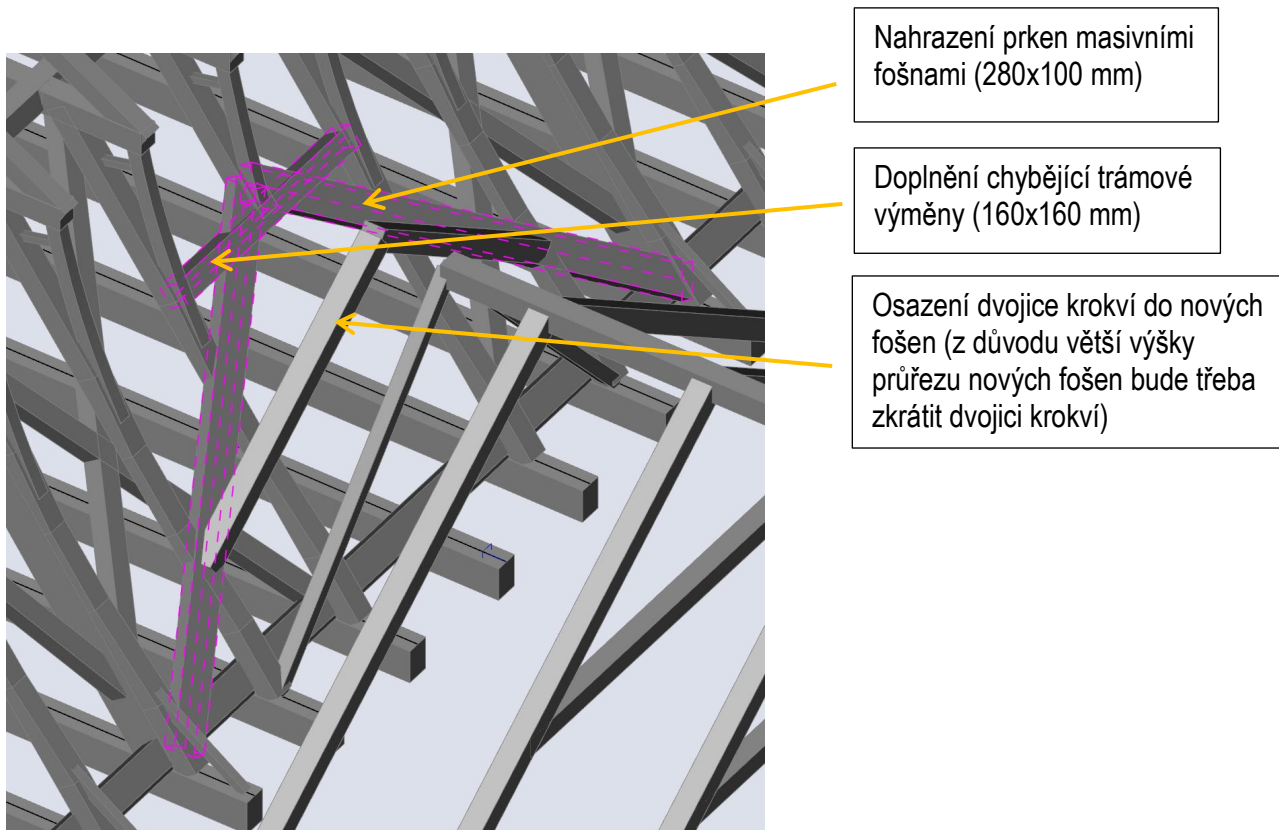
Odstranění trámové výměny

Nahrazení prken masivními fošnami (280x100 mm)

Napřímení nakloněné dvojice krokví a osazení do nových fošen (z důvodu větší výšky průřezu nových fošen bude třeba zkrátit dvojici krokví)

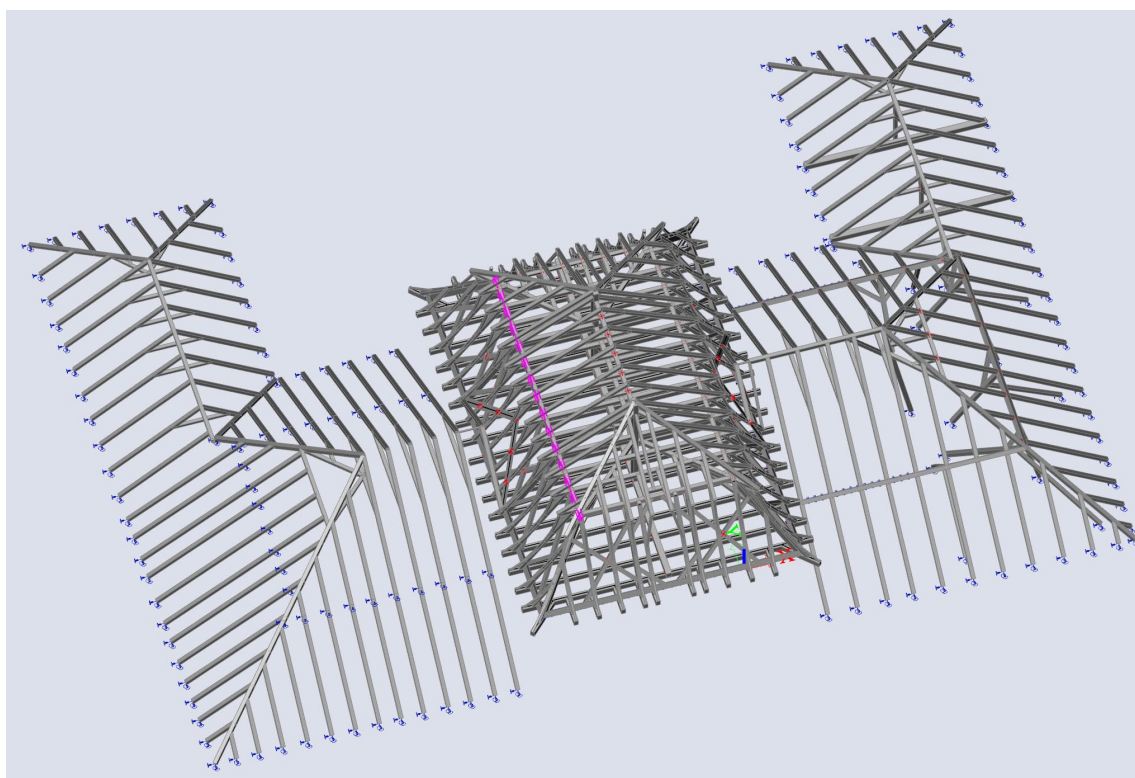
3.3 C) ÚPRAVA NOSNÝCH PRVKŮ V MÍSTĚ NAPOJENÍ JIŽNÍ VALBOVÉ STŘECHY NA MANSARDOVOU STŘECHU

Obdobně jako v místě napojení severní valbové střechy na mansardovou střechu, budou i zde nahrazena prkna fošnami (280 x 100 mm), na které bude uložena krajní dvojice krokví boční střechy. Navíc bude doplněn vodorovný trám (výměna, 160 x 160 mm) vynášející zkrácenou krokev do vedlejších neporušených krokví.



3.4 D) VÝMĚNA STŘEDNÍ VAZNICE PO CELÉ DÉLCE SEVERNÍ ČÁSTI MANSARDOVÉ STŘECHY

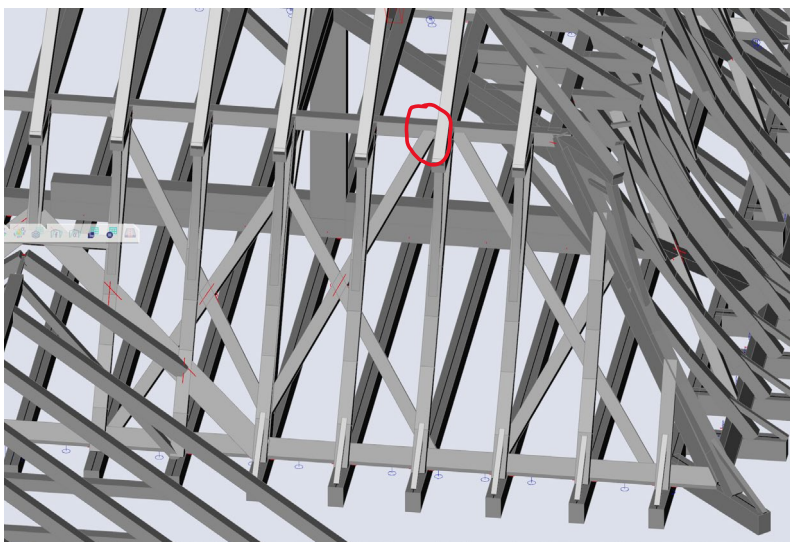
Deformovaná střední vaznice je níže zvýrazněna:



Pokles střední vaznice, rozpojený jednoduchý oboustranný kamp na severní podélné straně mansardové střechy:



Vysunutí čepu ondřejského kříže:



Střední vaznice bude po celé délce severní podélné části střechy nahrazena novým prvkem stejného (lichoběžníkového) průřezu. Nová vaznice bude osazena na původní vzpěry ležaté stolice a na vzpěry ondřejských křížů, a do ní budou osazeny spodní hambalky. Krajiní vzpěra ondřejského kříže, která byla v nedávné minulosti nově osazena, bude muset být zkrácena, aby byl přípoj k vaznici na jedné výškové úrovni s vedlejší (původní) vzpěrou ondřejského kříže.

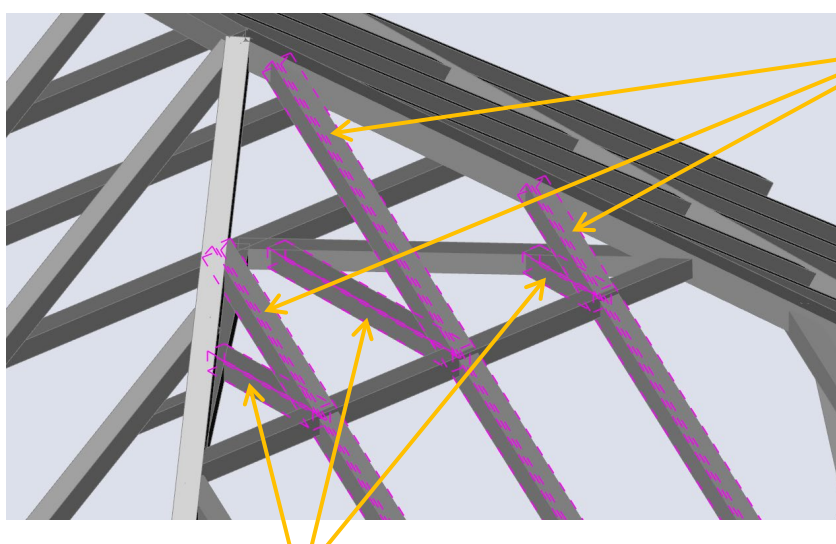
3.5 E) DOPLNĚNÍ CHYBĚJÍCÍCH KROKVÍ VE ŠTÍTU SEVERNÍ VALBOVÉ STŘECHY

V horní části severního štítu valbové střechy budou doplněny krokve. Nové části krokví budou navazovat na stávající krokve ve spodní části štítu, na svém horním konci budou připojeny ke stávajícím nárožním krokvím. Také budou doplněny hambalky k nově osazeným krokvím. Tyto nové hambalky budou připojeny do stávajících nárožních hambalků.

Současná podoba štítu s provizorními podpěrami:



Nová podoba štítu se štítovými krokvi připojenými k nárožním krokvím:

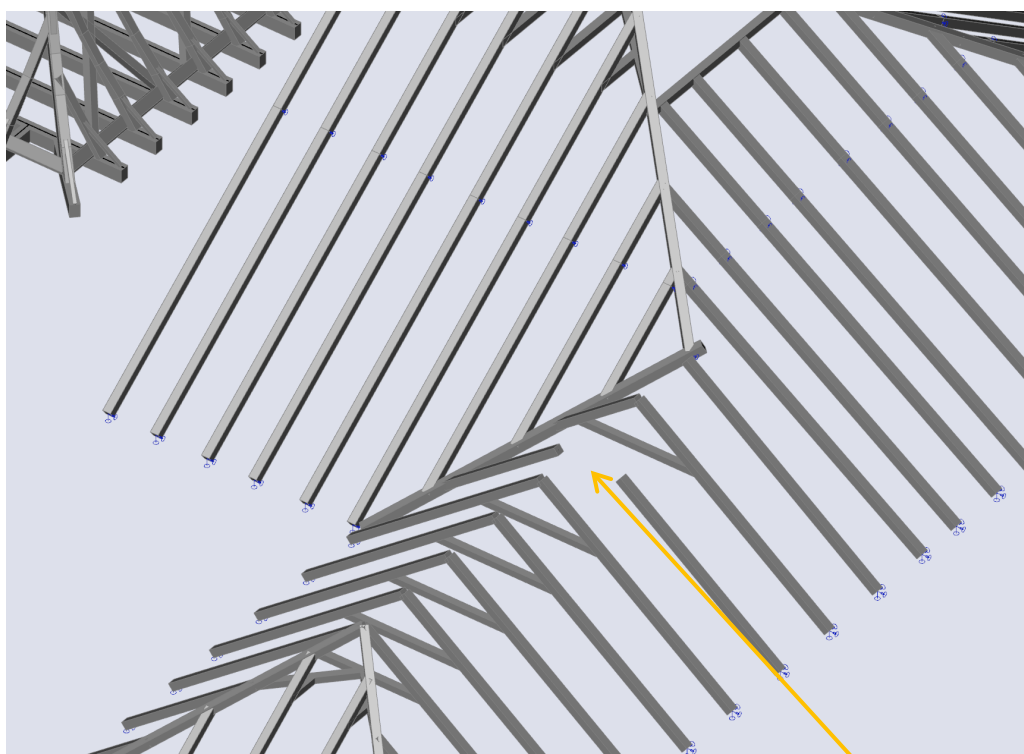


Doplnění chybějících krokví
(160x160 mm) v horní části
štítu

Doplnění hambalků

3.6 F) DOPLNĚNÍ CHYBĚJÍCÍCH ČÁSTÍ KROKVÍ A HAMBALKU V JEDNÉ VAZBĚ SEVERNÍ VALBOVÉ STŘECHY

Bude provedena výměna celé příčné vazby, tj. bude osazena nová dvojice krokví (160x160 mm) a hambalek.



Oslabená vazba

3.7 G) VÝMĚNA LATÍ

V celém rozsahu střechy objektu budou vyměněny stávající latě (50x30 mm) za větší průřez (60x40 mm). Stávající průřez není vyhovující z hlediska mezního stavu únosnosti.

3.8 H) VYVĚŠENÍ STROPU NAD 2NP

Dvojice rákosníkových trámů budou vyvěšeny pomocí ocelové pásoviny na ŽB průvlaky, které tvoří nosnou konstrukci stropu. Tím dojde k výrazné redukci rozpětí rákosníkových trámů a tím i snížení ohybových momentů. Detail přípoje závěsu je rozkreslen, stejně tak i dispozice jednotlivých závěsů v půdorysu stropu.

4 OBECNÉ POKYNY PRO PROVÁDĚNÍ REKONSTRUKCE KROVU

Opravy nosných prvků krovu budou prováděny za současného odtížení krovu střešní krytinou. Rozebrání střešní krytiny je vhodné provádět po částech, které budou svým rozsahem úměrné opravovanému celku krovu. Části střechy s rozebranou střešní krytinou musí být provizorně zakryty, aby do konstrukce nezatékala dešťová voda.

Nově vkládané části dřevěných prvků by měly zachovat tvar původního prvku a měly by být vyrobeny ze stejného druhu dřeva. Také vlhkost a další fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva by měly být kompatibilní se stávající konstrukcí.

Všechny nové dřevěné prvky musí být ručně tesané.

Uvedené rozměry průřezů prvků jsou pouze orientační. Během provádění výměn prvků či protézování prvků bude třeba vždy změřit rozměry opravovaného prvku a nahradit jej novým prvkem shodného průřezu.

Všechny použité hřebíky budou ručně kované, tedy čtyřhranné. Ve výkresech a technické zprávě jsou uváděny ekvivalentní rozměry pro kruhový průřez hřebíku.

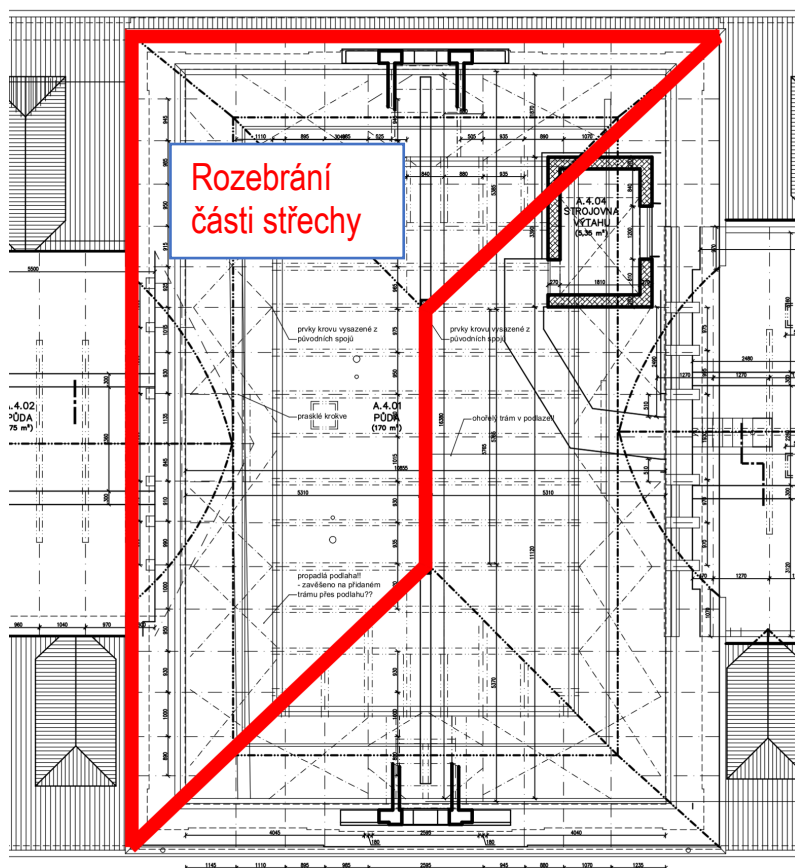
V případě poškození prvku menšího než 15 % průřezové plochy lze přistoupit k sanaci prvku bez dalších mechanických oprav.

Všechny původní dřevěné prvky ponechané v konstrukci budou mechanicky očištěny.

Vzhledem k napadení dřevěných prvků v objektu dřevokaznými houbami a dřevokazným hmyzem je doporučeno aplikovat na dřevo chemickou povrchovou nebo hloubkovou impregnaci s kombinovaným fungicidním a insekticidním účinkem. To bude provedeno jak na původní dřevěné prvky ponechané v konstrukci, tak i na nové prvky doplněné v rámci rekonstrukce. Použitý chemický prostředek nesmí ovlivňovat vzhled dřeva ani bobtnání dřeva, má mít vysokou penetrační schopnost a být stabilní, dále má být reverzibilní a nesmí být toxický pro člověka.

5 POSTUP OPRAVY SEVERNÍ A ZÁPADNÍ ČÁSTI KROVU MANSARDOVÉ STŘECHY:

1) Úplné rozebrání vyznačené části krovu včetně vikýře, zajištění stability zbývajících částí.



2) Výměna shnilých částí pozednice, výměna shnilých krácat, nastavení uhnílych vazných trámů protézováním (svislým přeplátováním).

3) Protézování (svislé přeplátování) pětiboké vaznice, krokví, vzpěr, hambalků atd.

4) Vyrovnání příčných / podélných vazeb do roviny, provizorní zajištění stability.

5) Osazení nové střední vaznice po celé severní stěně mansardové střechy. Zajištění jejího pevného připojení ke všem příčným vazbám krovu.

6) Opravení vysunutých přípojů námětků ke krokví, nahrazení uhnílych námětků novými.

7) Výměna uhnílych částí římsy tvořící rozhraní mezi dvěma sklony mansardové střechy.

6) Opětovné sestavení všech částí krovu a vyzdění nového vikýře.

7) Položení nových (masivnějších) latí.

8) Položení střešní krytiny.

6 SOUHRN OPRAV DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Opravy z důvodu degradace dřeva způsobené biologickými činiteli

	Číslo místa dle zákresu	Prvek	Průřez prvku (orientační) [mm]	Rozsah poškození [%]	Navrhovaná oprava	Celková délka opravovaných částí [m]	Objem dřeva [m³]	Detaily
severní část	1	Kráče	240x200	26 - 50	Výměna celého prvku	0,8	0,04	Kráče X Pozednice, Kráče X Vazný trám
	1	Pozednice	200x200	26 - 50	Výměna části prvku	2	0,08	Přeplátování pozednice (2x)
	1	Krokev	160x160	26 - 50	Výměna části prvku	1	0,03	Přeplátování krokve, Krokev X Kráče
	1	Vazný trám	220x220	10 - 25	Výměna části prvku	1,5	0,07	Přeplátování vazného trámu (2x)
	2	Kráče (3x)	240x200	10 - 25	Výměna celého prvku	2,4	0,13	Kráče X Pozednice (3x), Kráče X Vazný trám (3x)
	3	Pozednice	200x200	10 - 25	Výměna části prvku	3	0,12	Přeplátování pozednice (2x)
	4	Vazný trám	240x270	26 - 50	Výměna části prvku	3	0,19	Přeplátování výměny vazného trámu (2x)
	5	Zbytek hambalku	160x160	26 - 50	Rekonstrukce štítu valbové střechy ze statického hlediska			
	6	Vazný trám	240x270	10 - 25	Výměna části prvku	5	0,32	Přeplátování vazného trámu (2x), Vazný trám X Kráče (6x)
	7	Kráče	240x200	26 - 50	Výměna celého prvku	1	0,05	Kráče X Pozednice, Kráče X Vazný trám
	7	Krokev	160x160	?	Výměna části prvku	1,5	0,04	Přeplátování krokve, Krokev X Kráče
	7	Pozednice	200x200	?	Výměna části prvku	3	0,12	Přeplátování pozednice (2x)
Střední část - prvky nad úrovní plochy vazných trámů	8	Nárožní spodní krokev	160x160	51 a více	Výměna celého prvku	3	0,08	Krokev X Kráče, Krokev X Hambalek, Krokev X Námětek (2x)
	8	Krokev	160x160	26 - 50	Výměna části prvku	1	0,03	Krokev X Hambalek, Krokev X Námětek, Přeplátování krokve
	9	Krokev	160x160	26 - 50	Výměna části prvku	1	0,03	Krokev X Kráče, Krokev X Námětek, Přeplátování krokve
	10	Vzpěra	170x290	26 - 50	Výměna části prvku	1,2	0,06	Vzpěra X Pětiboká vaznice, Vzpěra X Ondřejský kříž (2x), Přeplátování vzpěry
	10	Krokev	160x160	26 - 50	Výměna části prvku	1,2	0,03	Krokev X Kráče, Krokev X Námětek, Přeplátování krokve
	11	Pětiboká vaznice	240x220	51 a více	Výměna celého prvku po částech	5	0,26	Podélný spoj pětiboké vaznice (4x)
	11	Krokev (2x, u vikýře)	160x160	26 - 50	Výměna části prvků (2x)	5	0,13	Krokev X Hambalek, Krokev X Námětek, Přeplátování krokve
	11	Diagonály spodní (2x, u vikýře)	150x150	26 - 50	Výměna celých prvků (2x)	2	0,05	Diagonála X Vzpěra (2x), Diagonála X Pětiboká vaznice (2x)
	12	Vzpěra	170x290	26 - 50	Výměna části prvku	1	0,05	Vzpěra X Pětiboká vaznice, Vzpěra X Ondřejský kříž (2x), Přeplátování vzpěry
	12	Krokev	160x160	26 - 50	Výměna části prvku	1,5	0,04	Krokev X Kráče, Krokev X Námětek, Přeplátování krokve
	13	Římsa (2x)	60x180	26 - 50	Výměna části prvku	1,5	0,02	Průběžný spoj římsy (2x), Římsa X Hambalek (4x)
	13	Nárožní horní krokev	160x160	26 - 50	Výměna části prvku	1	0,03	Horní krokev X Hambalek, Přeplátování krokve
	13	Nárožní hambalek	150x170	26 - 50	Výměna části prvku	1,5	0,04	Hambalek X Spodní krokev, Hambalek X Námětek, Hambalek X Vzpěra, Přeplátování hambalku
	14	Krokev	160x160	26 - 50	Výměna části prvku	1	0,03	Krokev X Kráče, Krokev X Námětek, Přeplátování krokve
	15	Vzpěra	170x290	51 a více	Výměna části prvku	1,5	0,07	Vzpěra X Pětiboká vaznice, Vzpěra X Ondřejský kříž (2x), Přeplátování vzpěry
	15	Pětiboká vaznice	240x220	51 a více	Výměna části prvku	3	0,16	Podélný spoj pětiboké vaznice (2x)
	15	Krokev	160x160	?	Výměna části prvku	1,5	0,04	Krokev X Kráče, Krokev X Námětek, Přeplátování krokve
	16	Hambalek	160x180	26 - 50	Výměna části prvku	1,5	0,04	Hambalek X Spodní krokev, Hambalek X Horní krokev, Hambalek X Námětek, Hambalek X Vzpěra, Přeplátování hambalku
	17	Krokev	160x160	26 - 50	Výměna části prvku	1	0,03	Krokev X Kráče, Přeplátování krokve
	18	Horní krokev (2x)	140x150	26 - 50	Výměna části prvků (2x)	2	0,04	Ostřih ve vrcholu krokvi, Krokev X Horní hambalek (2x), Přeplátování krokve (2x)
	18	Horní podélný průvlak	160x160	10 - 25	Nahrazení celého prvku masivnějším profilem ze statického hlediska			
	18	Horní hambalek	140x160	?	Výměna celého prvku	1,2	0,03	-
	19	Římsa	60x180	51 a více	Výměna části prvku	5	0,05	Průběžný spoj římsy (2x), Římsa X Hambalek (5x)
	19	Horní krokev	140x150	?	Výměna části prvku	1	0,02	Horní krokev X Hambalek, Přeplátování krokve
	19	Hambalek (4x)	160x180	26 - 50	Výměna části prvků (4x)	6	0,17	Hambalek X Spodní krokev (4x), Hambalek X Horní krokev (4x), Hambalek X Námětek (4x), Hambalek X Střední vaznice (4x), Přeplátování hambalku (4x)
	20	Krokev	160x160	26 - 50	Výměna části prvku	1	0,03	Krokev X Kráče, Přeplátování krokve
	21	Krokev (2x)	160x160	26 - 50	Výměna celých prvků (2x)	4	0,10	Krokev X Kráče (2x), Krokev X Námětek (4x), Krokev X Hambalek (2x), Zhoblování středové části krokve (2x)
	21	Pětiboká vaznice	240x220	26 - 50	Výměna části prvku	1,5	0,08	Podélný spoj pětiboké vaznice (2x)
	22	Římsa	60x180	26 - 50	Výměna části prvku	2	0,02	Průběžný spoj římsy (2x), Římsa X Hambalek (3x)
	22	Hambalek	160x180	51 a více	Výměna celého prvku	1	0,03	Krátký hambalek X Nárožní hambalek, Hambalek X Střední vaznice, Hambalek X Námětek, Hambalek X Horní krokev, Hambalek X Spodní krokev
	23	Římsa	60x180	10 - 25	Výměna části prvku	1	0,01	Průběžný spoj římsy (2x), Římsa X Hambalek (1x)
	24	Opravené konstrukční prvky						
	25	Pozednice (2x)	180x150	51 a více	Výměna části prvků (2x)	6	0,16	Přeplátování pozednice (4x)
	25	Kráče (2x)	220x260	51 a více	Výměna celých prvků (2x)	3	0,17	Kráče X Pozednice (2x), Kráče X Vazný trám (2x), Kráče X Námětek (2x)
	26	Prvky pod podlahou u vikýře						
		Pozednice (2x)	180x150	51 a více	Výměna celých prvků (2x)	25	0,68	Přeplátování pozednice (4x)
		Kráče (2x)	220x260	51 a více	Výměna celých prvků (2x)	3	0,17	Kráče X Pozednice (2x), Kráče X Vazný trám (2x), Kráče X Námětek (2x)
	27	Kráče	220x260	51 a více	Výměna celého prvku	1,5	0,09	Kráče X Pozednice, Kráče X Vazný trám, Kráče X Námětek
	28	Vazný trám	220x260	26 - 50	Výměna části prvku	2	0,11	Vazný trám X Pozednice, Vazný trám X Krokev, Vazný trám X Námětek
	29	Pozednice (2x)	180x150	26 - 50	Výměna části prvků (2x)	3	0,08	Přeplátování pozednice (4x)
	29	Vazný trám	220x260	51 a více	Výměna části prvku	2	0,11	Vazný trám X Pozednice, Vazný trám X Námětek
	30	Pozednice (2x)	180x150	51 a více	Výměna části prvků (2x)	6	0,16	Přeplátování pozednice (4x)
	30	Vazný trám (3x)	220x260	51 a více	Výměna části prvků (3x)	4,5	0,26	Vazný trám X Pozednice (3x), Vazný trám X Námětek (3x)
	31	Vazný trám	220x260	51 a více	Výměna části prvku	1,5	0,09	Vazný trám X Pozednice, Vazný trám X Námětek
	32	Vazný trám	220x260	26 - 50	Výměna části prvku	1,5	0,09	Vazný trám X Pozednice, Vazný trám X Krokev, Vazný trám X Vzpěra
	33	Vazný trám	220x260	26 - 50	Výměna části prvku	1,5	0,09	Vazný trám X Pozednice, Vazný trám X Vzpěra
	34	Pozednice (2x)	180x150	51 a více	Výměna části prvků (2x)	4	0,11	Přeplátování pozednice (4x)
	34	Vazný trám	220x260	51 a více	Výměna části prvku	1,5	0,09	Vazný trám X Pozednice, Vazný trám X Námětek
	35	Pozednice (2x)	180x150	51 a více	Výměna části prvků (2x)	4	0,11	Přeplátování pozednice (4x)
	35	Kráče (nárožní)	220x260	51 a více	Výměna celého prvku	3	0,17	Kráče X Pozednice, Kráče X Vazný trám, Kráče X Námětek, Kráče X Vzpěra, Kráče X Krokev
	36	Kráče	220x260	26 - 50	Výměna celého prvku	1,5	0,09	Kráče X Pozednice, Kráče X Vazný trám, Kráče X Námětek, Kráče X Krokev
	37	Opravené konstrukční prvky						
	38	Kráče	220x260	26 - 50	Výměna celého prvku	1,5	0,09	Kráče X Pozednice, Kráče X Vazný trám, Kráče X Námětek, Kráče X Krokev
	39	Vazný trám (2x, ohořelý)	220x260	10 - 20	Zesílení trámů příložkami 80x260 oboustranně	16	0,33	Prošroubování vruty á 300 mm
Střední část - prvky pod úrovní plochy vazných trámů	40	Pozednice	160x140	26 - 50	Výměna celého prvku	8	0,18	Přeplátování pozednice (2x), Pozednice X Kráče (7x)
	40	Kráče	220x260	26 - 50	Výměna celého prvku	1,5	0,09	Kráče X Pozednice, Kráče X Vazný trám, Kráče X Krokev
	40	Krokev (2x)	160x160	26 - 50	Výměna celého prvku	7	0,18	Krokev X Nárožní krokev (2x)
	41	Pozednice	160x140	51 a více	Výměna rozsáhlé části prvku	10	0,22	Přeplátování pozednice (6x), Pozednice X Kráče (9x)
	42	Pozednice	160x140	51 a více	Výměna části prvku	3	0,07	Přeplátování pozednice (2x), Pozednice X Kráče (3x)
	42	Krokev (úžlabní)	160x180	51 a více	Nahrazení celého prvku průřezem 160x200	4	0,13	Úžlabní krokev x Krokev (7x), Krokev X Kráče
	42	Krokev	160x160	26 - 50	Výměna celého prvku	2	0,05	Krokev x Kráče
	42	Vazný trám (2x)	220x260	51 a více	Výměna části prvků (2x)	4	0,23	Přeplátování vazného trámu (2x), Vazný trám x Krokev
	43	Vazný trám	220x260	10 - 25	Výměna části prvku	3	0,17	Přeplátování vazného trámu (2x), Vazný trám x Krokev
	44	Krokev	160x160	10 - 25	Výměna celého prvku	3	0,08	Ostřih ve vrcholu krokvi
	45	Krokev	160x160	26 - 50	Výměna celého prvku	4	0,10	Krokev X Nárožní krokev, Krokev X Kráče
	46	Pozednice	160x140	51 a více	Výměna části prvku	8	0,18	Přeplátování pozednice (4x), Pozednice X Kráče (7x)
	47	Pozednice	160x140	10 - 50	Výměna části prvku	6	0,13	Přeplátování pozednice (2x), Pozednice X Kráče (6x)
jižní část		Nové námětky - odhad						
		Horní námětek (8x)	100x100	-	Výměna celého prvku	8	0,08	
		Spodní námětek (15x)	70x70	-	Výměna celého prvku	10,5	0,05	
jižní část	A	Podélný trám pod hřebenem	180x200		Výměna celého prvku	6	0,22	Podélný trám X Věšadlo (2x), Podélný trám X Horní hambalek (5x), Podélný trám X Pásek (2x)
	B	Fošny nesoucí latě boční střechy	280x100		Výměna celých prvků (2x)	8	0,20	Fošna X Krokev boční střechy (uložení, 2x), Fošna X Spodní krokev mansardové střechy (křížení, 8x)
	B	Krokev (2x)	160x160		Výměna celých prvků (2x)	8	0,20	Krokev X Vazný trám (2x), Krokev X Námětek (4x), Krokev X Hambalek (2x), Zhoblování středové části krokve (2x)
	B	Hambalek	160x180		Výměna části prvku	1,5	0,04	Hambalek X Spodní krokev, Hambalek X Horní krokev, Hambalek X Námětek, Hambalek X Střední vaznice, Přeplátování hambalku
	C	Fošny nesoucí latě boční střechy	280x100		Výměna celých prvků (2x)	8	0,20	Fošna X Krokev boční střechy (uložení, 2x), Fošna X Spodní krokev mansardové střechy (křížení, 8x)
	C	Trámová výměna	160x160		Doplnění prvku	2	0,05	Výměna X Krokev zkrácená, Výměna X Krokev boční (2x)
	D	Střední vaznice	230x150x160x140		Výměna celého prvku	12,5	0,58	Střední vaznice X Příčný hambalek (13x), Střední vaznice X Příčná rozpěra (2x), Střední vaznice X Ondřejský kříž (6x), Střední vaznice X Nárožní hambalek (2x), Střední vaznice X Nárožní rozpěra (2x)
	E	Krokev (4x)	160x160		Doplnění prvků (4x)	5	0,13	Krokev X Trámová výměna (4x), Krokev X Nárožní krokev (4x)
	E	Hambalek (4x)	160x160		Doplnění prvků (4x)	5	0,13	Hambalek X Krokev (4x), Hambalek X Nárožní hambalek (4x)
	F	Krokev (2x)	160x160		Výměna celých prvků (2x)	10	0,26	Krokev X Kráče (2x), Ostřih ve vrcholu krokvi
	F	Hambalek	160x160		Doplnění prvku	2,5	0,06	Hambalek X Krokev (2x)
	G	Latě	60x40		Výměna celých prvků	3100	7,44	
	H	Vyvěšení stropu nad ZNP	Jeden přípoj: závěs z pásoviny (3x), chemická kotva (6x), vrut (10x), úhelník dl. 300 mm (2x)					Vyvěšení dvojíc trámů, celkem 26x

Celkový objem dřeva

17,64 m³

7 POČTY NOVĚ PROVEDENÝCH TESAŘSKÝCH PŘÍPOJŮ

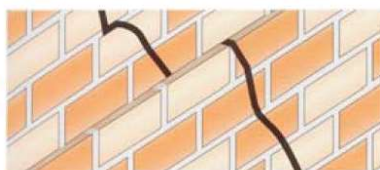
Počty nových tesařských spojů	
Vazný trám resp. Kráče X Pozednice	55
Kráče X Vazný trám (výměna)	20
Krokev X Kráče resp. Vazný trám	27
Krokev (spodní) X Hambalek (spodní)	13
Krokev (horní) X Hambalek (spodní)	9
Krokev (horní) X Hambalek (horní)	2
Vzpěra X Pětiboká vaznice	3
Vzpěra X Ondřejský kříž	8
Hambalek X Námětek	8
Krokev X Námětek	17
Vazný trám resp. Kráče X Námětek	15
Ondřejský kříž X Pětiboká vaznice	6
Ostříh ve vrcholu krokví	3
Římsa X Hambalek	14
Hambalek X Střední vaznice	17
Střední vaznice X Rozpěra	4
Střední vaznice X Ondřejský kříž	6
Hambalek X Nárožní hambalek	7
Úžlabní krokev x Krokev	5
Krokev X Nárožní krokev	7
Podélný trám pod hřebenem X Věšadlo	2
Podélný trám pod hřebenem X Pásek	2
Podélný trám pod hřebenem X Horní hambalek	5
Fošna v rovině mansardové střechy X Krokev boční střechy (uložení)	4
Fošna v rovině mansardové střechy X Spodní krokev mansardové střechy (křížení)	16
Trámová výměna X Krokev	7
Zhoblování středové části krokve	4
Počty protézování	
Přeplátování hambalku	7
Přeplátování vzpěry	3
Přeplátování vazného trámu	10
Přeplátování pozednice	46
Přeplátování krokve	15
Průběžný spoj římsy	8
Průběžný spoj pětiboké vaznice	8

8 NÁVRH POSTUPU PŘI SANACI TRHLIN V OBVODOVÉM A VNITŘNÍM ZDIVU

Aplikační postup při sanaci trhlin ve zdivu pomocí helikální výztuže:

Aplikační postup

1



Vyřežte drážky do horizontálních ložných spár minimálně 500mm na každé straně praskliny do požadované hloubky

2



Vyčistěte drážky profouknutím pumpou a naneste Primer HeliBond nebo vypláchněte vodou

3



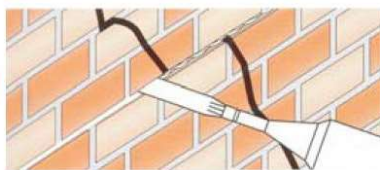
Pomocí aplikační pistole naneste dozadu do drážky 10mm vrstvu zálivky HeliBond

4



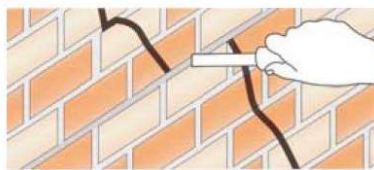
Vtlačte HeliBar do zálivky pomocí špachtle tak, aby byl dobře obalen zálivkou

5



Naneste další vrstvu HeliBond na HeliBar tak, že skončíte 10-15mm od povrchu zdi a vyhladíte spárovací špachtlí

6



Začistěte a upravte znovu ložnou spáru

7



Vertikální prasklinu vyplňte vhodným tmelem

	Příčka	Nosná zeď
Vertikální umístění	Každých 4 - 6 cihel (300 - 450 mm)	
Hloubka drážky	25 - 35 mm	35 - 45 mm

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.

1. Dva komponenty systémů dodatečné helikální výztuže

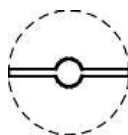
Helikální výztužné pruty (Obr. 1, 2)

Vyrábí se v průřezích 3; 4,5; 6; 8; 10; 12 mm z nerezové austenitické oceli. Tyto ušlechtilé oceli patří mezi nejvyšší 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 výztuž unikátního tvaru a vlastností. Např. ohebnost, manipulovatelnost, životnost atd. Konkrétní parametry výztužných prutů deklarují dodavatelé ve svých technických podkladech.

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

Tyto výztužné 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 výztuže



Obr. 2 Tvar helikální výztuže v pohledu

Kotevní malty pro lepení dodatečné helikální výztuže 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.

Přidržitost ke keramickému střepe 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“.

2. 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*.

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.

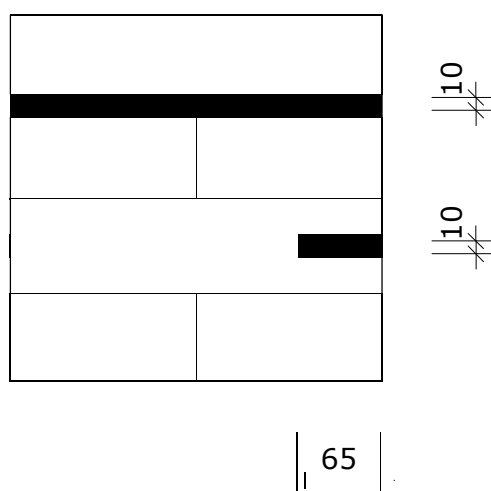
Tloušťky drážek (T) jsou MIN. vždy o 4 mm větší než profil použité výztuže. Např.:

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

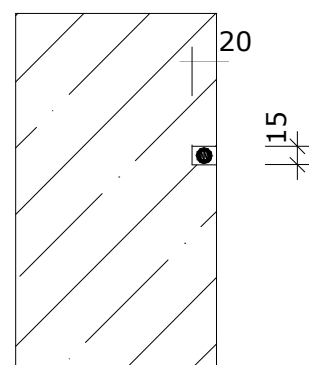
Hloubky drážek (H) jsou MIN. a pro všechny průměry jednotné:

pro jednu helikální výztuž	drážka hluboká	H=35 mm
pro dvě helikální výztuže za sebou	drážka hluboká	H=55 mm
pro tři helikální výztuže 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 výztuže v betonu.

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

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

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

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

Větší drážka, např. 20/15 mm (Obr. 4), je možná pokud nám to umožňuje dostatečné krytí zabudované výztuže, 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:

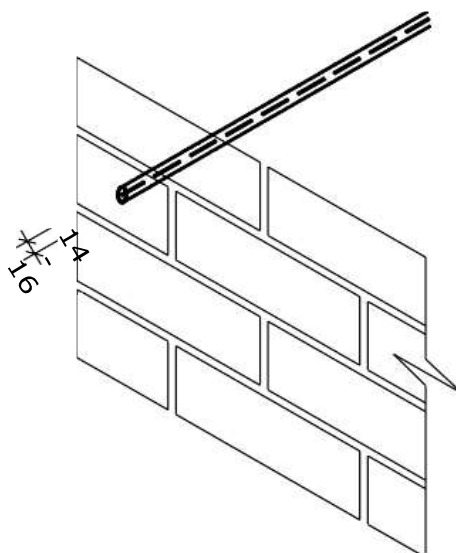
pro výztuž helikální 3–6 mm vrt prům. R=14 mm

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 vrty 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 výztuženy 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 umístit dle možností a zásad v co největší vertikální vzdálenosti.*

3. 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**.

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.

4. 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.

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

4.1.1 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.

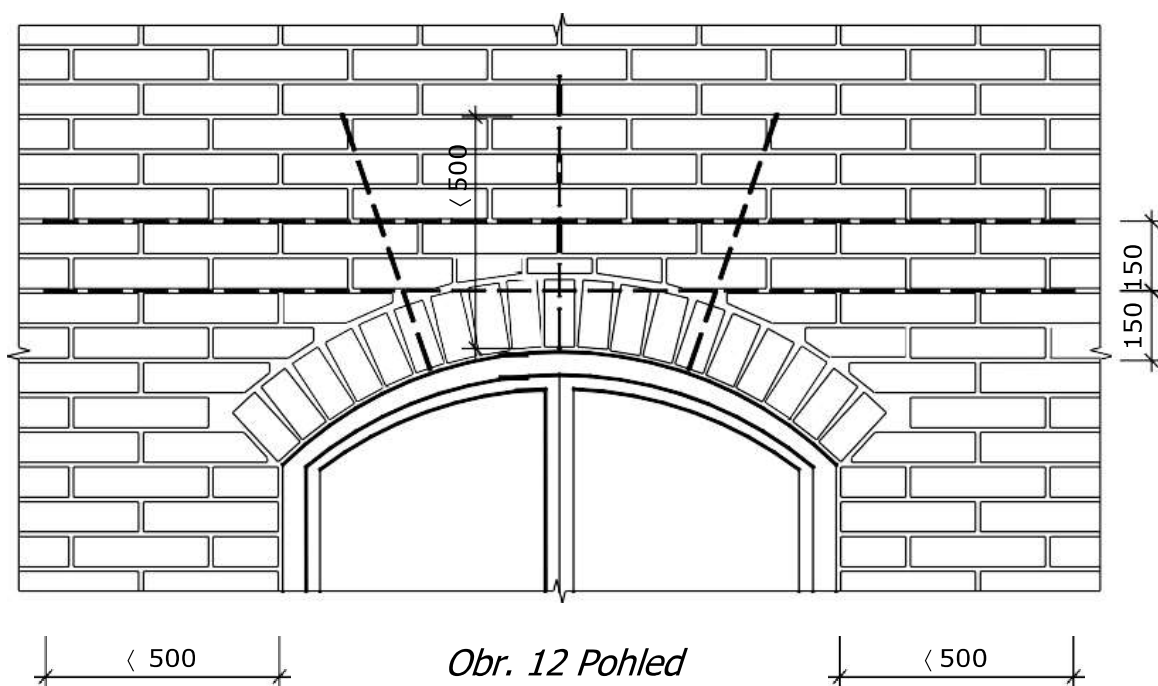
- Výztužné pruty instalujeme s přesahem min. 450 mm za kraj otvoru.

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

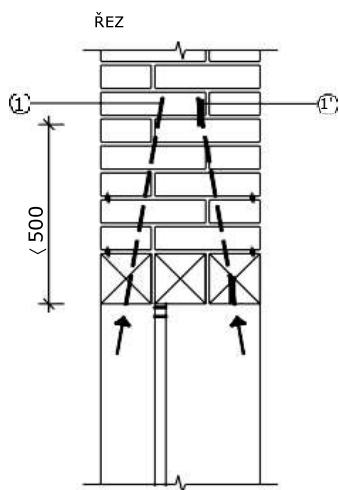
Ve druhé fázi provedeme „vyvěšení“ nadpraží do již zesílené části zdiva z prvního kroku.

- 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.

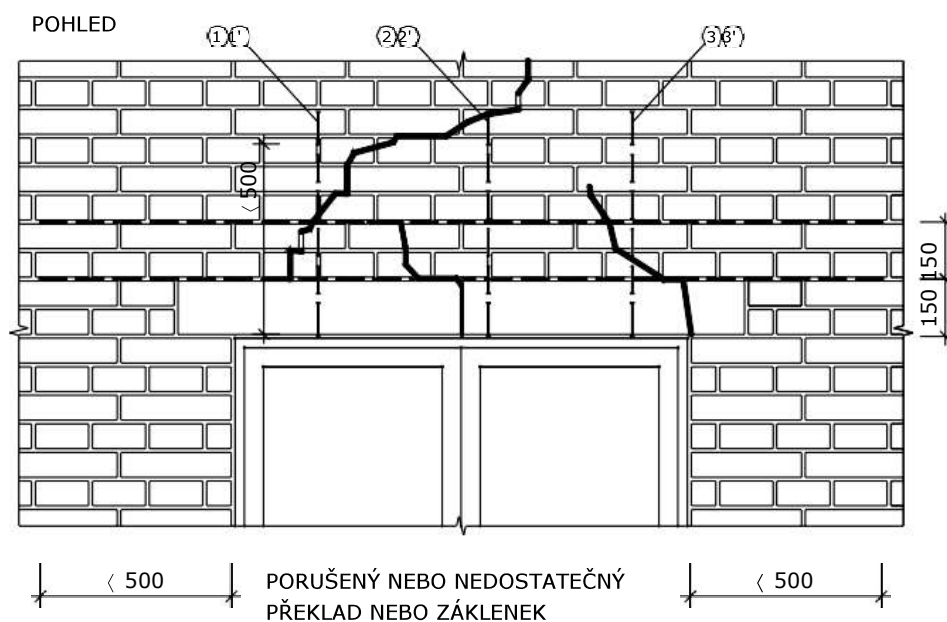
ADEKVÁTNĚ APLIKOVAT U KLENEBNÝCH OBLOUKŮ



Obr. 13 Svislý řez



Obr. 14 Pohled



4.1.2 „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).

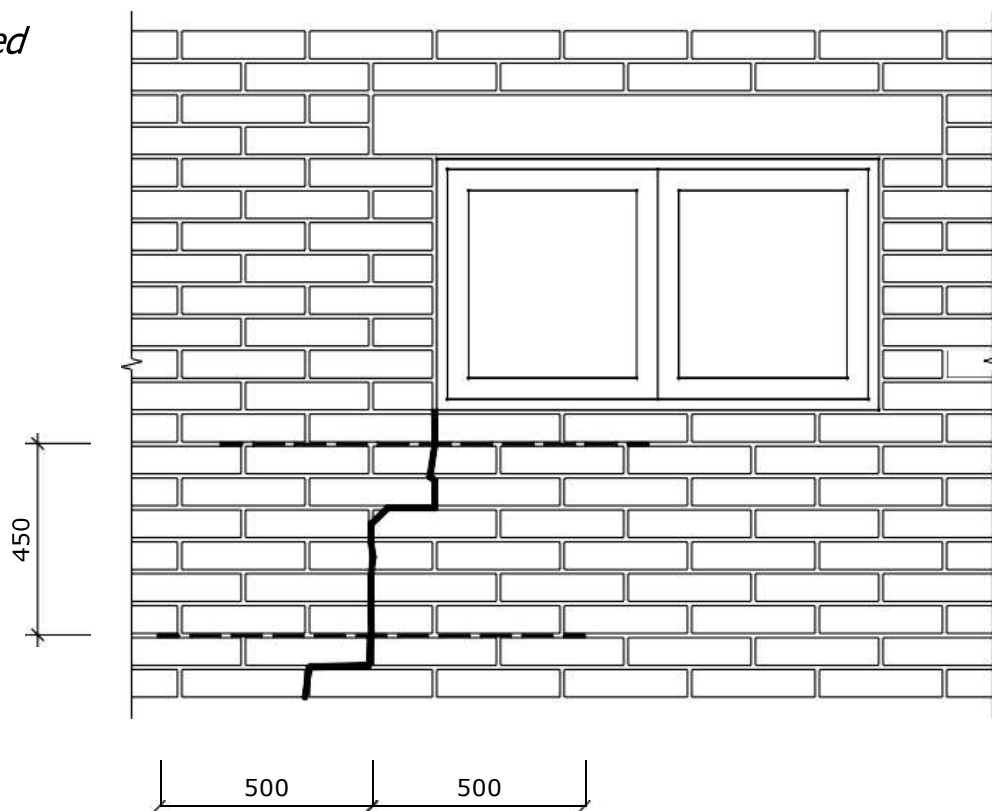
Pokud se jedná o více trhlin blízko sebe, výztužné žebírko je delší a přesah za poslední trhlinou je 500 mm.

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

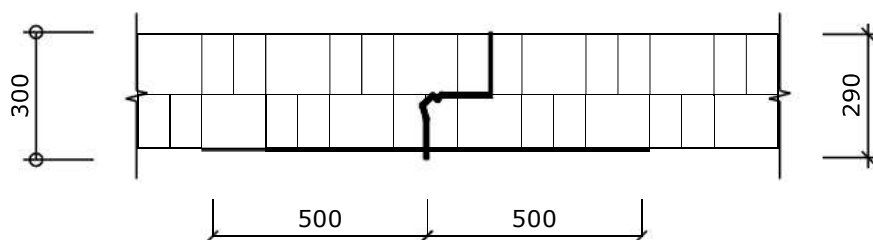
U zdí masivních, širších než 600 mm se zvýší účinnost kotvení výztuže zahnutím do vrtů pod úhlem 45 ° (Obr. 18). Délka kotvení za trhlinou je 300 mm v drážce a 300 mm ve vrtu.

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

Obr. 15 Pohled



Obr. 16 Půdorys



600

590

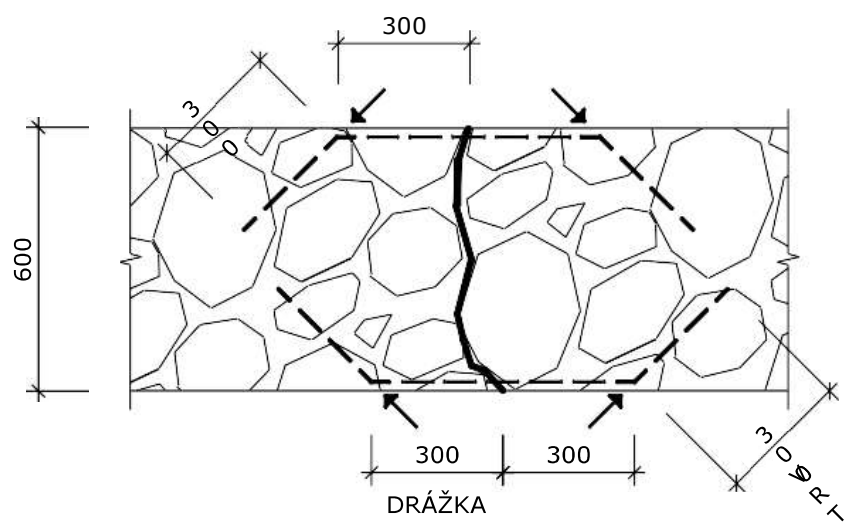
300

300

300

300

DRÁŽKA



4.1.3 „Sešití“ – 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.

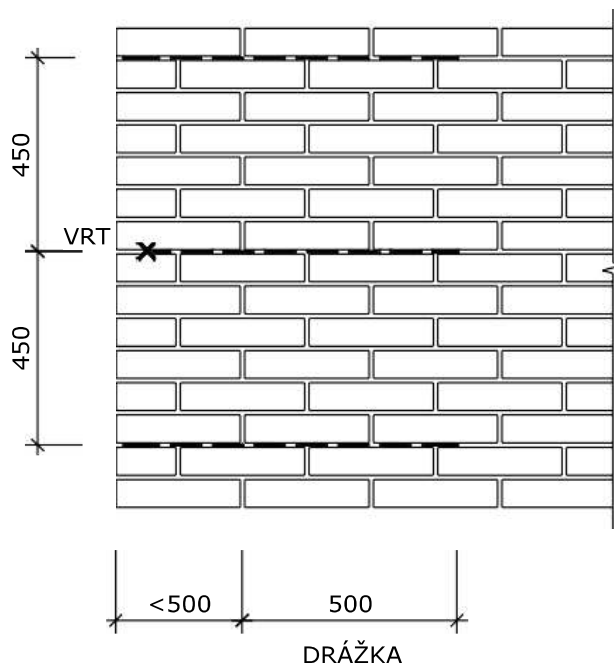
Výztužná žebírka provedeme dle vrstev zdiva vždy ve vertikální vzdálenosti 450 mm od sebe (Obr. 19).

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.

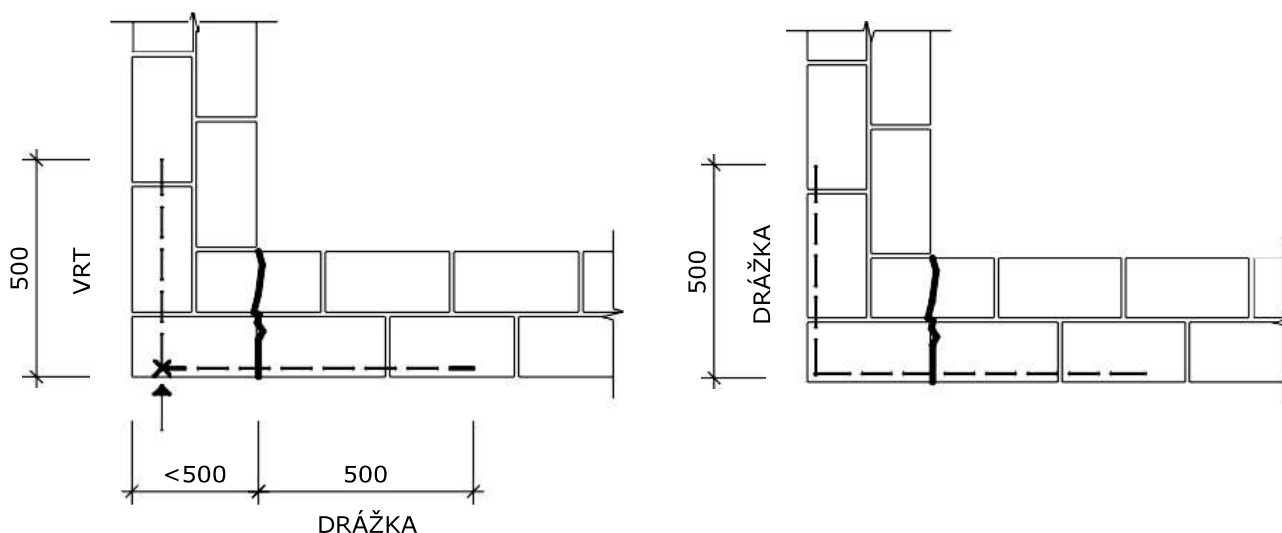
U zdí masivních, širších než 600 mm, se zvýší účinnost kotvení výztuže zahnutím do vrtů pod úhlem 45 °.



Obr. 19 Pohled

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. 20 Půdorysy

4.1.4 „Sešití“ – 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.

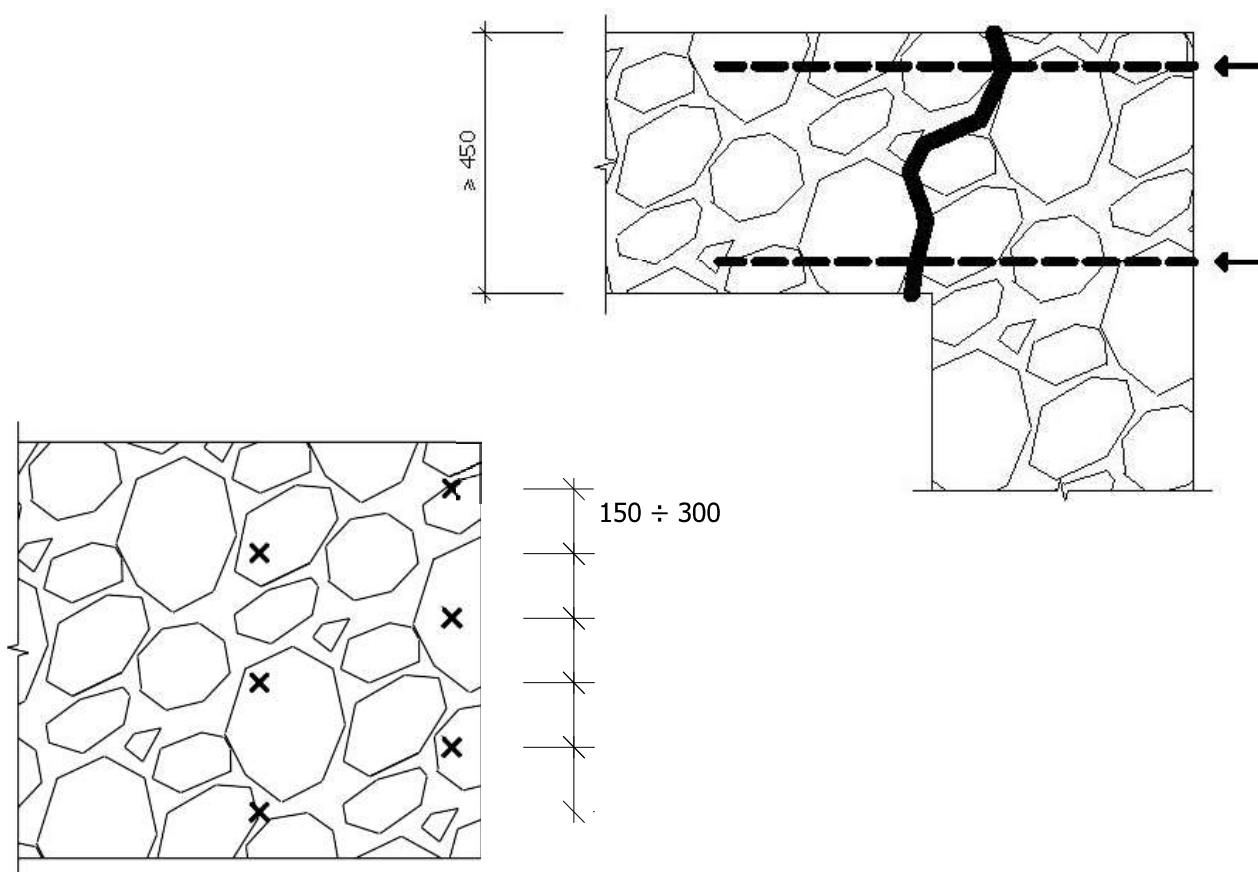
U zdiva širšího než 450 mm se dle rozsahu poruch vyztuží dle stejných zásad také zdivo blíže vnitřního líce, tak, že se vrty ve vertikální ose střídají.

U fixace – „sešívání“ trhlin tímto způsobem do vrtu vlepujeme vždy jeden výztužný prut, min. Ø 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.

The image contains two technical drawings. The top drawing is a perspective view of a brick wall corner with a crack. A dashed line represents a helical reinforcement bar being applied along the crack. A vertical dimension line on the left indicates a height of approximately 450 mm. Two horizontal arrows point towards the crack from the right. The bottom drawing is a plan view showing the layout of the reinforcement bars. It shows a grid of bars with 'X' marks indicating specific points. A vertical dimension line on the right indicates a spacing of 150 to 300 mm.

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)*

4.1.5 „Sešití“ – 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.

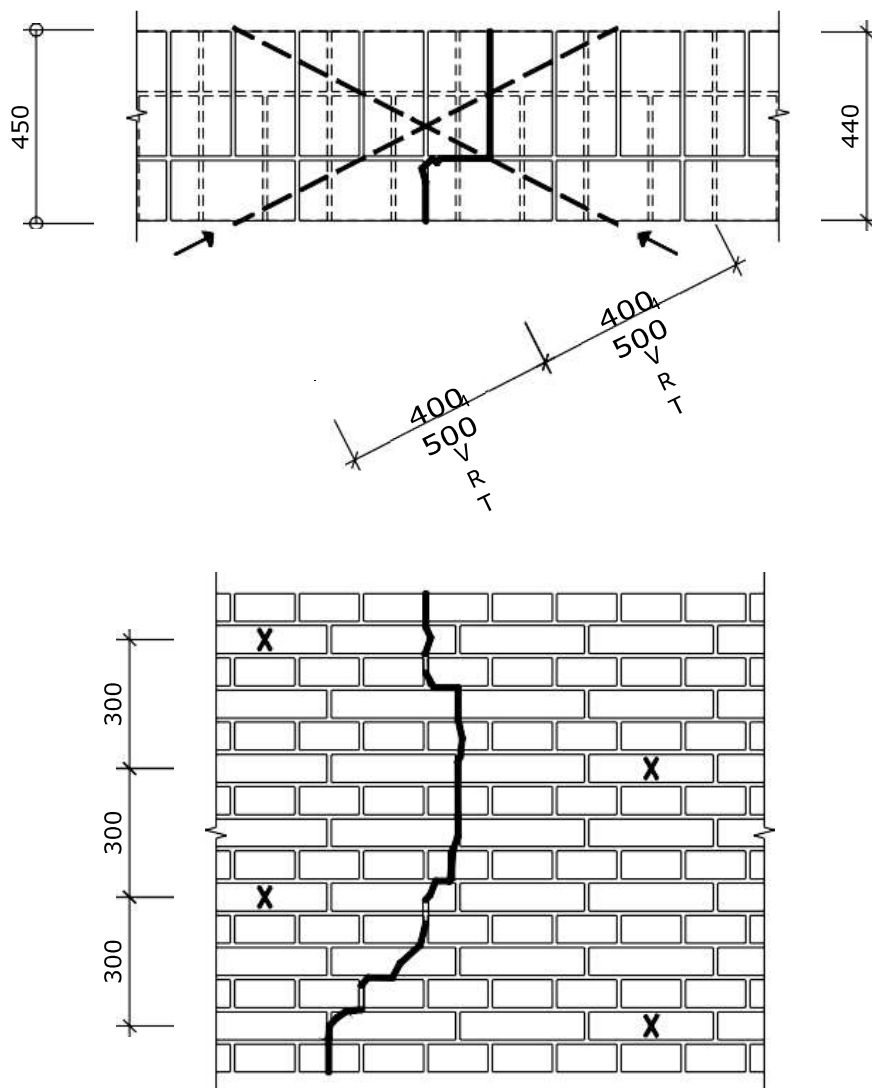
Vyztužení provedeme pomocí kotev vlepených do vrtů. Při tomto způsobu dochází k minimálnímu zásahu do fasád objektu.

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. Ø 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)*

4.1.6 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.

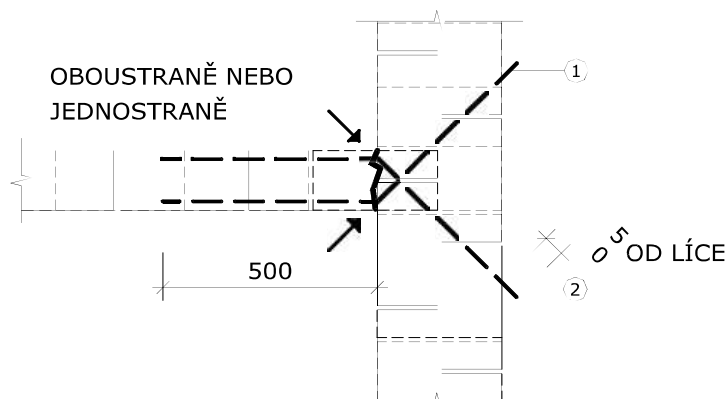
Po připravení drážek a vrtů tvarujeme výztužné pruty přímo v pozici do potřebného tvaru, pak se provede vlepení do vrtu a následně do drážky.

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 zahneme pod omítku po vytvrnutí vlepění.

U tohoto způsobu vyztužení zdiva do kombinace vrtu a drážky vlepujeme vždy jeden výztužný prut, min. Ø 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)

4.1.7 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.

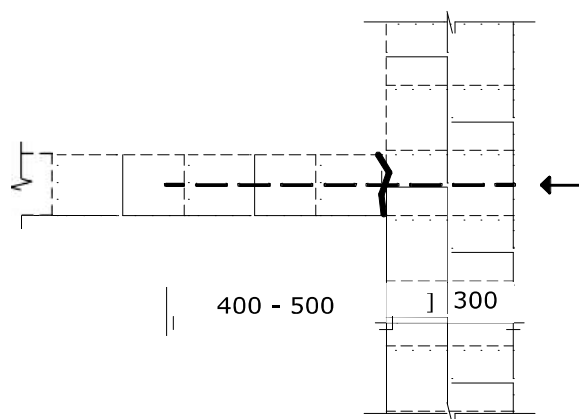
Vyztužení provedeme pomocí kotev vlepěných do vrtu aplikací z exteriéru.

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 zahneme pod omítku po vytvrnutí vlepění.

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

5. Aplikální postupy – technologický prováděcí předpis dodatečné helikální výztuže

5.1 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 vlepáním 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 vtlačíme 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.

5.2 Technologický postup vlepení 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 vlepením 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.

9 UPOZORNĚNÍ

K celkovému objemu plánovaných oprav je třeba připočíst **rezervu ve výši 30 %**. Vzhledem k historické povaze objektu a rozsahu jeho poškození není možné předem odhadnout rozsah nutných oprav s větší přesností.

10 ZÁVĚR

Navržené opravy dřevěných prvků jsou nezbytné z hlediska bezpečného přenosu vnitřních sil v konstrukci krovu. Navržené konstrukční řešení v maximální možné míře respektuje historickou hodnotu objektu.

V Praze 04/2024

Vypracovali:

Ing. Jan Jůza



Ing. Karel Mikeš, Ph.D.

Autorizovaný inženýr pro obory statika
a dynamika staveb a pozemní stavby