

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
KATEDRA MECHANIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Historický vývoj krovů

Vypracovala:
Vedoucí diplomové práce:

Lenka Rapová
Doc. Ing. Jan Pašek, Ph.D

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svojí diplomovou práci na téma Historický vývoj krovů vypracovala samostatně, pod odborným dohledem pana Doc. Ing. Jana Paška, Ph.D. a s použitím odborné literatury, která je uvedena v seznamu jako součást diplomové práce.

Dále prohlašuji, že použitý software při psaní diplomové práce je legální.

V Domažlicích dne

.....

Lenka Rapová

Poděkování

Ráda bych poděkovala mému vedoucímu diplomové práce panu Doc. Ing. Janu Paškovi, Ph.D. za ochotu, trpělivost, čas strávený při pravidelných konzultacích a za užitečné rady, které mi pomohli práci dokončit. Mé poděkování patří farnosti v Domažlicích a také panu Antonínu Vlčkovi za půjčení projektů kostelů.

Dále bych chtěla také poděkovat své rodině za trpělivost a podporu.

ANOTACE:

Tato práce se zabývá historickým vývojem krovů. Popisuje vývoj krovových konstrukcí během doby gotiky, renesance, baroka, klasicismu a dnešní doby. V diplomové práci jsou popsány nejčastější poruchy krovů a jejich následná sanace. Je zde také uvedeno, čím se zabývá dendrochronologie a jaké jsou možnosti ochrany dřeva.

Druhá polovina diplomové práce se zabývá čtyřmi projekty krovů, které byly zapůjčeny na farnosti v Domažlicích. Podle výkresů jsou popsány jednotlivé krovy kostelů. Dále jsou popsány poruchy krovů a zhodnocení jejich následných oprav, použitých materiálů a technologií na opravy prvků. Popisy krovů jsou doplněny o fotografie.

Klíčová slova:

Historický krov, sklony střech, sanace poruch

Abstract:

This thesis deals with the historical development of the trusses structures during Gothic, Renaissance, Baroque, Classicist and contemporary times. In this thesis, there is a description of the most common faults of roof trusses and their subsequent remediation. There is also mentioned what dendrochronology is concerned with and the possibilities of wood preservation.

The second half of this diploma thesis deals with four projects of roof trusses, which have been loaned from the parish in town "Domažlice". According to the drawings, there are described the individual trusses of the churches. Another issue in this thesis is a description of the faults of the trusses and evaluate their subsequent repairs, applied materials and technologies for the repairs of the elements. The descriptions of the trusses will be completed with photos.

Key words:

Historic truss, roof pitch, the remediation

Obsah

1. Úvod	10
2. Krový	11
2.1. Používané materiály	11
2.2. Soustavy krovů	11
2.3. Popis prvků vaznicové soustavy	14
3. Historický vývoj krovů	15
3.1. Románské krový	15
3.2. Gotické krový	16
3.3. Renesanční krový	19
3.4. Barokní krový	21
3.5. Klasicistní krový	24
3.6. Krový 2. poloviny 19. století	26
4. Tesařské spoje tradiční	26
4.1. Vazby podélné	27
4.2. Vazby příčné	28
4.3. Spojovací prostředky tradičních krovů	31
5. Novodobé pojetí krovů	31
5.1. Hambalkové krový	32
5.2. Vaznicové krový	32
5.3. Vazníkové krový	32
5.4. Krový z lepeného dřeva	33
5.5. Spojovací prostředky novodobých krovů	34
6. Vývoj sklonů střech	34
7. Průzkum a analýza historického krovu	35
7.1. Průzkum krovu a jeho cíle	35
7.2. Dokumentace průzkumu krovů	36

7.3. Názvosloví	36
7.4. Kreslení.....	36
7.5. Fotodokumentace	37
7.6. Určení stáří krovu	37
8. Dendrochronologie	37
8.1. Princip dendrochronologického datování.....	37
8.2. Výsledky dendrochronologického datování.....	38
9. Vady a poruchy krovů	38
9.1. Vznik a příčina poruch	39
9.2. Poruchy od zatékání.....	39
9.3. Biotické poškození.....	40
9.3.1. Dřevokazné houby.....	40
9.3.2. Dřevokazný hmyz	43
9.4. Abiotické poškození	45
9.5. Nevhodné provedení dřívějších oprav	46
9.6. Poddimezování konstrukce a prvků krovů.....	46
9.7. Přetěžování konstrukce a prvků.....	46
10. Sanace vad a poruch	46
10.1. Okartáčování a nátěr dřeva	47
10.2. Sanace již napadeného dřeva	47
10.2.1. Tlaková hloubková injektáž.....	47
10.2.2. Horkovzdušná sanace.....	48
10.3. Příložkování a protézování dřevěných prvků	49
10.3.1. Příložkování	49
10.3.2. Protézování	50
10.4. Nahrazení celého prvku	52
11. Ochrana dřeva.....	53

11.1. Fyzická životnost tesařských krovů	53
11.2. Stavební a konstrukční ochrana dřeva	54
11.3. Ochrana dřeva chemickými prostředky	54
11.4. Protipožární nátěry a impregnace	54
12. Praktická část	55
12.1. Zkoumané objekty	55
12.2. Průzkumné metody	55
12.2.1. Nedestruktivní metody	56
12.2.2. Semi-destruktivní metody	56
12.2.3. Destruktivní metody	57
12.3. Kostel narození Panny Marie v Domažlicích	57
12.3.1. Průzkum stavby	57
12.3.2. Průzkum krovu	60
12.3.3. Poruchy kostela a krovu	63
12.3.4. Sanace poruch kostela a krovu	64
12.3.5. Zhodnocení provedených oprav krovu	71
12.4. Klášterní kostel nanebevzetí p. Marie v Domažlicích	71
12.4.1. Průzkum stavby	71
12.4.2. Průzkum krovu	74
12.4.3. Poruchy kostela a krovu	75
12.4.4. Sanace poruch kostela a krovu	75
12.4.5. Zhodnocení provedených oprav krovu	78
12.5. Kostel sv. Jiljí v Třebnicích	79
12.5.1. Průzkum stavby	79
12.5.2. Průzkum krovu	80
12.5.3. Poruchy kostela a krovu	83
12.5.4. Sanace poruch kostela a krovu	84

12.5.5. Zhodnocení provedených oprav krovu	86
12.6. Kostel sv. Vavřince u Domažlic.....	88
12.6.1. Průzkum stavby	88
12.6.2. Průzkum krovu	91
12.6.3. Poruchy kostela a krovu	92
12.6.4. Sanace poruch kostela a krovu	92
12.6.5. Zhodnocení provedených oprav krovu	93
12.7. Finanční náročnost staveb	93
13. Závěr	95
14. Seznam výkresů	96
15. Seznam použitých zdrojů	97

1. Úvod

Výběr diplomové práce byl celkem snadný, vybrala jsem dřevěné historické krovky. Hlavní důvod byl, že mě problematika krovů zajímá a chtěla jsem jí více porozumět. Popsala jsem krovky z hlediska historického i novodobého. Zajímala jsem se o tesařské spoje a hlavně řešila vady a poruchy krovů a jejich následné řešení.

Teoretickou část jsem doplnila o čtyři projekty památkově chráněných kostelů. Podle fotografií a výkresových podkladů jsem dané kostely popsala. Kostely prošly v minulosti rekonstrukcemi, zajímala jsem se tedy jejich problematikou a následným řešením. Porovnávala jsem teorii s praxí. Všechny kostely jsou památkově chráněné stavby, proto musí rekonstrukce podléhat určitým pravidlům. Ne všechny opravy kostelů jsou vhodné pro památky. Každá tato konstrukce je něčím zajímavá a zaslouží si, aby byla dochována pro další generace.

Historické krovky se stavěli převážně jen ze dřeva a tak snáze podléhali zkáze než konstrukce jiných materiálů. Dřevo nejvíce poškozuje dřevokazný hmyz a nebo hniloba. Ve starších dobách ničil krovky jednoznačně oheň, požárům podléhala i celá města. U historických staveb patří krov k nejvíce ohrožené konstrukci, právě kvůli nižší životnosti jeho materiálu - dřeva. Historické krovky starších 400 let již patří mezi památky.

Při psaní diplomové práce jsem zjistila, že problematika týkající se přímo krovových konstrukcí není nikde uceleně napsaná, neexistuje jednotný systém. Každá země řeší problematiku po svém, mají své technologické postupy, názvosloví. U nás jsou ucelené podklady jen obecně pro dřevěné konstrukce v normách.

2. Krov

Krov je nosná konstrukce střechy. Hlavním účelem krovu je přenášet zatížení od vlastní tíhy, skladby střechy, dále pak od sněhu a větru či dalších užitečných zatížení do svislých nosných konstrukcí.

Provedení krovů závisí především na tom, jak velkou máme stavbu. Závisí na rozpětí této stavby, na sklonu a tvaru střechy. Dále také hodně závisí na prostředí, kde je stavba stavěna, jiný sklon bude mít střecha v oblasti nížin a jiný sklon bude na horách nebo v památkové zóně budou jiné požadavky na krov než v nově stavěné okrajové části města. Při svatbě krovu se musíme také zamyslet nad využitím budovy, jestli budeme chtít využít půdní prostor. Při využívání podkroví se krov konstruuje co nejjednodušší, tak aby umožňoval bezproblémový pohyb.

Zatížení svislé nosné konstrukce krovem je hlavně ve svislém směru. Pomocí vodorovných a příčných prvků, jako jsou vazné trámy, kleštiny a táhla, se zachycují šikmé tlaky. Aby byla celá konstrukce krovu dostatečně tuhá ve směru podélném a příčném musíme ji zavětrovat, např. pomocí ondřejských křížů. Pomocí ondřejských křížů se zamezuje zkosení, deformacím konstrukce bočními silami, tyto deformace byly často vyvolané větrem, proto se nazývají zavětrování.

2.1. Používané materiály

- dřevo (tradiční)
- kov
- železobeton
- kombinace

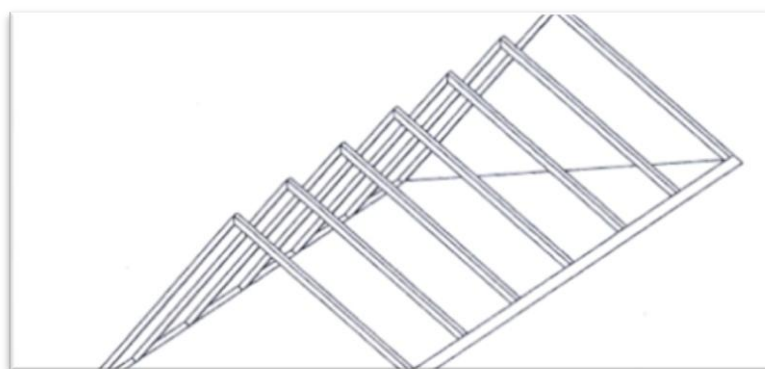
Když se řekne krov, každý si představí tradiční dřevěné trámy, které jsou uspořádány do pravidelných soustav. Jedná se o klasické zhotovení krokrových, hambalkových, vaznicových, vlašských a věžových soustav krovů. V módě jsou krovky z kovového materiálu nebo kombinací kovu a dřeva. V moderní architektuře se můžeme setkat s krovky z železobetonu nebo z oceli.

2.2. Soustavy krovů

- krokrová
- hambalková
- vaznicová
- vlašská
- věžová

Krokvová soustava

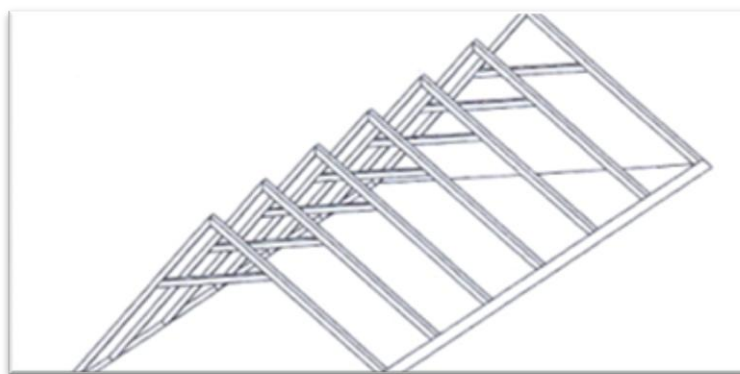
Tuto soustavu můžeme zařadit do krokevní soustavy prosté, protože v konstrukci krovu nejsou použity vaznice středové a vrcholové. Jedná se o nejjednodušší krov tvořen jen dvojicemi krokví, které se ve vrcholu vzájemně podpírají. V patě krovu jsou krokve připevněny buď k pozednici (řádné ukotvení), a nebo ke stropním trámům. Krokve jsou namáhané jak svojí tíhou, tak zatížením protější krokve. Používá se hlavně v případech, kdy je třeba maximálně využít podkroví nebo u velmi malých rozponů konstrukce, které nepřesahují rozpětí 7 m. U tohoto krovu je nutné zvolit dobré zavětrování konstrukce. Prostorové ztužení může být tvořeno např. bedněním z prken.



obr. 1 - Krokvová soustava [20]

Hambalková soustava

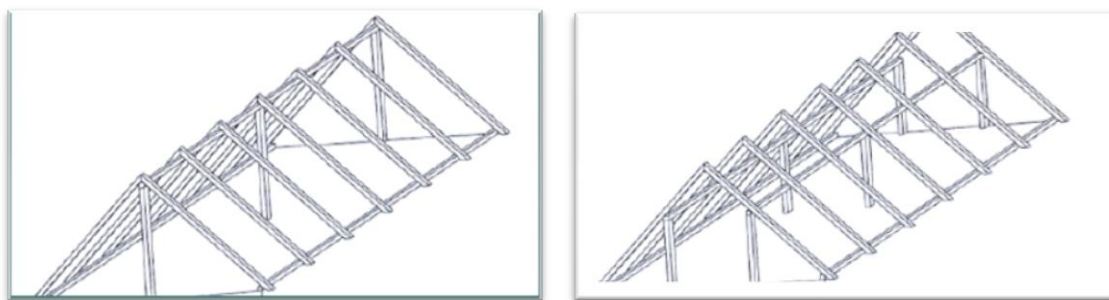
Tato soustava se skládá z krokví a z vodorovných výztuh, které se nazývají hambalky. Vzdálenost mezi vazbami je 0,9 - 1,2 m a každá vazba je považována za plnou vazbu. Hambalek zmenšuje rozpětí krokví, zajišťuje příčné ztužení (přenáší tah i tlak). Vhodné využití těchto krovů je u střech větších než 50 °, kdy u krokví převažuje příznivější namáhání tlakem. Prvek hambalku je typický pro středověké krovky. Připojení hambalku ke krokvim je provedeno pomocí rybinového plátování. Prostorová tuhost je zajišťována pomocí Ondřejských křížů.



obr. 2 - Hambalková soustava [20]

Vaznicová soustava

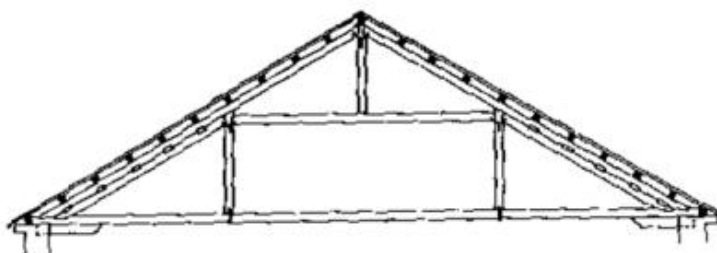
Charakteristickým prvkem pro krov této soustavy je rozlišení plných a prázdných vazeb krovu. Základním prvkem krovu je vodorovný trám, nazývaný vaznice. Zatížení od střešního pláště nesou krokve, které jsou podepřeny vaznicemi a v plných vazbách sloupky ve vzdálenostech max. 4 - 4,5 m. Mezi plnými vazbami jsou umístěny vazby jalové ve vzdálenosti 0,8 - 1,2 m. Vaznicovou soustavu můžeme rozdělit na ležatou stolici a na stojatou stolici.



obr. 3 - Vaznicová soustava [20]

Vlašská soustava

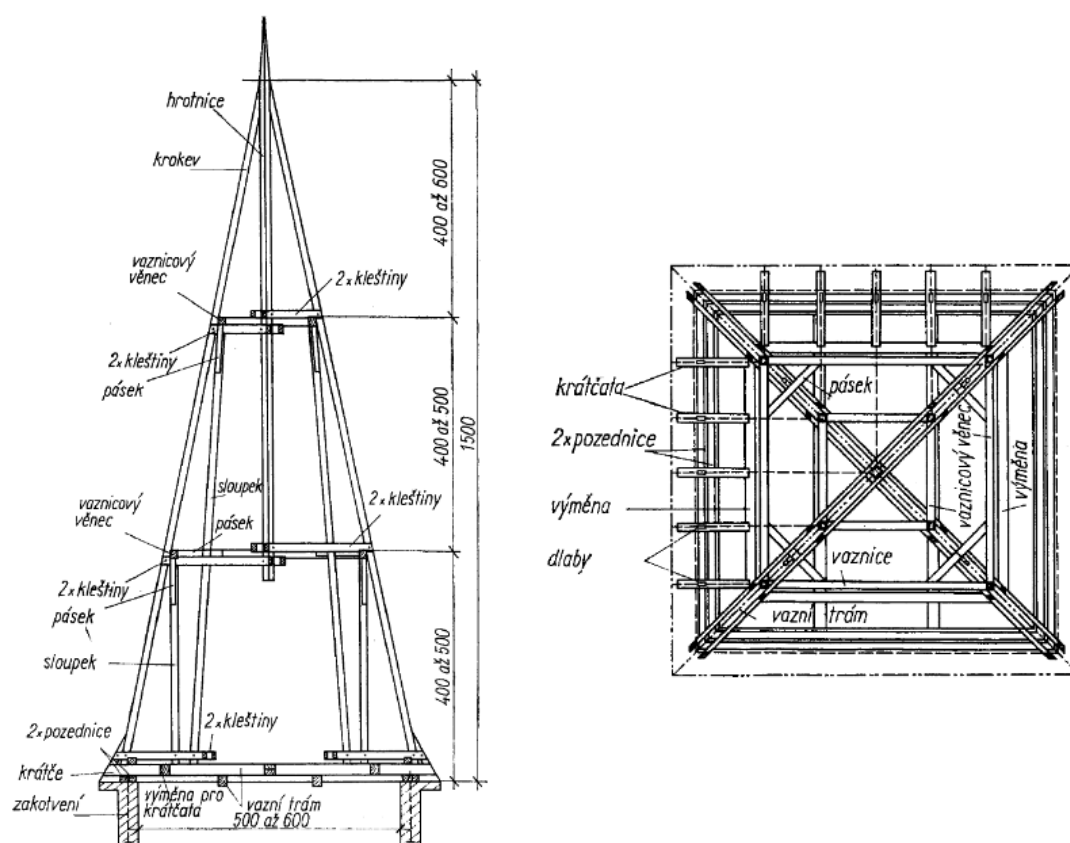
Jedná se o zastaralou soustavu, která se používala pro malé sklony střech a pro větší rozpětí. Dnes se již neužívá. Zatížení střechy zde nesou krokve vodorovné s okapem, nazývané vazničky po vzdálenosti cca 1,0 m. Její způsob podporování vodorovných krokví plnými vazbami se stal konstrukčním principem příhradových soustav. Vzdálenost plných vazeb je 4 - 5 m.



obr. 4 - Vlašská soustava [8]

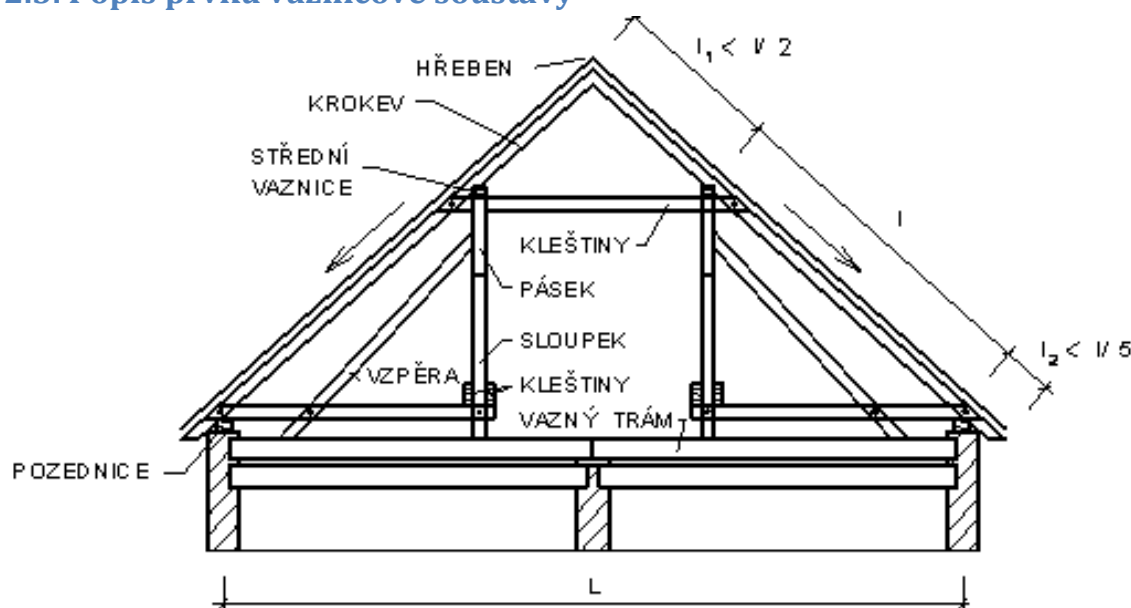
Věžová soustava

Patří ke konstrukčně nejsložitějším krovům, které bývají středově symetrické. Krov věže musí být dostatečně vyztužen a ukotven, aby odolával větru s dvojnásobnou bezpečností. Věžové krokve mají výšku větší jako dvojnásobek úhlopříček půdorysu věže. Vyztužení zajišťují vzpěry, sloupky, pásky, kleštiny, věnce, výztužné kříže.



obr. 5 - Věžová soustava [21]

2.3. Popis prvků vaznicové soustavy



obr. 6 - Vaznicová soustava [22]

3. Historický vývoj krovů

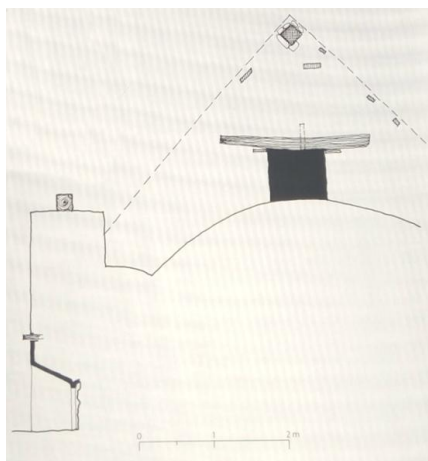
Všechny historické dřevěné stavby, krovy, byly vždy ručně opracovány pomocí různých druhů seker. Již ve středověku byla tradiční tesařská práce na tak dobré úrovni, že její technologický systém a nástroje přežívají do současnosti. Nejvíce využívané spoje dřevěných prvků byly plátované a čepované. Spoje byly rozebíratelné a jištěné dřevěnými kolíky. Na výrobu dřevěných trámů bylo používáno výhradně dřevo jehličnatých stromů, jedná se o tzv. měkké dřevo a patří sem například: jedle, smrk, borovice. Tvrdé dřevo listnatých stromů se moc nepoužívalo, maximálně se z něj dělaly kolíky.

Základní a také nejčastější spoj používaný u historických krovů bylo jednostranné rybinové přeplátování, obsahující v jednom prvku plát a v druhém dlab. Celé soustava byla geometricky tak propracovaná, že dobře vzdorovala tahu, tlaku i ohybu pomocí systému styčných ploch. Takto provedené krovky byly kvalitní a trvanlivé.

Při ruční přípravě dřeva bylo nutné znát jaký typ krovu bude na dané stavbě konstruován, podle toho se zpracovávali kulatiny na hraněné profily různých délek a šířek. Opracovávání hraněných profilů probíhalo na čerstvém dřevu. Před zabudováním profilů do konstrukce se nechávalo čerstvé dřevo nějakou dobu vyschnout.

3.1. Románské krovky

O krovech z této doby není známo moc informací. Konstrukčně byly podobné "vlašským" vaznicovým a věšadlovým typům krovů. Střechy románských staveb měly nižší sklon než střechy staveb gotických. Z raně středověké doby se u nás dochoval jen otisk konstrukce ve štítu nad vítězným obloukem románského kostela ve Zbynicích u Sušice. Tento otisk dokládá postup budování historických krovů, nejdříve byly vyzdívané štíty, poté konstruován krov.



obr. 7 - Románský kostel ve Zbynicích u Sušice [5]

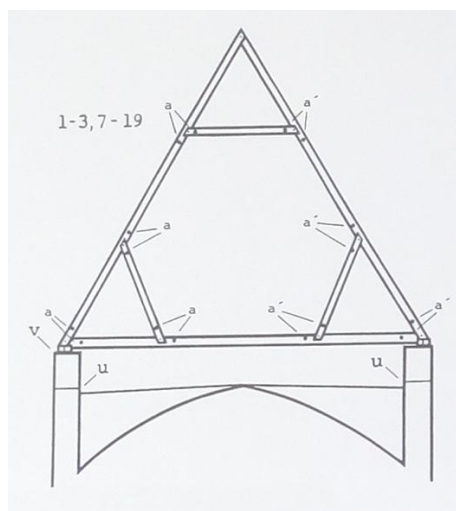
Předlohou pro románské krovby se staly stavby ze středomoří, podle nichž můžeme usuzovat stavební postupy výstavby. Nejdříve se vyzdily štíty a poté se konstruoval krov. V období staveb gotických se při výstavbě postupovalo opačně.

3.2. Gotické krovby

Konstrukce krovů z této doby se již u nás dochovaly. Gotické krovby i jejich prvky nebo spoje byly konstruovány jen z dřevěných prvků. Nejjednodušší krovby pouze s hambalky a patními vzpěrami se používali již od rané gotiky. Dále se pak používali složitější typy s ondřejským křížem mezi krokvy a důkladnější podélné ztužení je patrné u pozdně gotických krovů. Všechny u nás dochované gotické stavby mají vazný trám jako součást každé vazby.

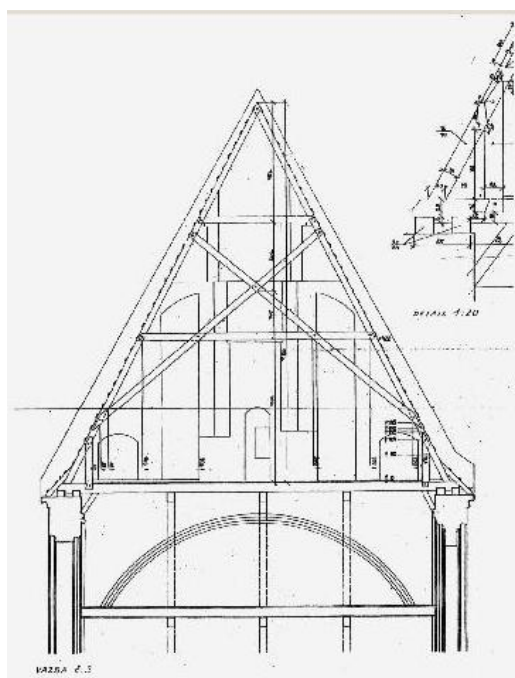
Raná a vrcholná gotika

U nejstarších dochovaných krovů chybí podélné ztužení, které je typické pro pozdní gotiku. U jednoduchých staveb je tvořen krov pouze krokvy s hambalky, zpravidla ve dvou úrovních, případně s patními stojkami či vzpěrami. Vzpěry a patní spojky spojovali konce vazných trámů s krokvy. Nejstarší dochovaný krov tohoto typu u nás se nachází na presbytáři klášterního kostela minoritů v Chebu.



obr. 8 - Gotický klášterní kostel v Chebu [5]

Krov s ondřejským křížem mezi krokvy je nazýván krov "typu sv. Anna". Tento typ krovu je nazýván podle našeho největšího a prvního známého dochovaného krovu na pražském staroměstském klášterním kostele dominikánek sv. Anny. Ondřejský kříž v každé vazbě protíná spodní hambalek a je umístěn v příčném směru. V podélném směru byly krovby ztužovány pouze laťováním. Vazby v krovech jsou poměrně husté, je zde použito velké množství dřevěných prvků (trámů).

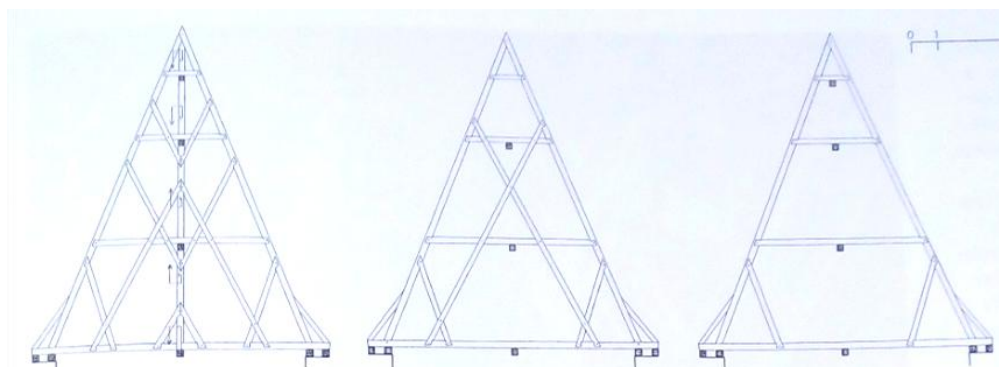


obr. 9 - Řez klášterním kostelem sv. Anny [5]

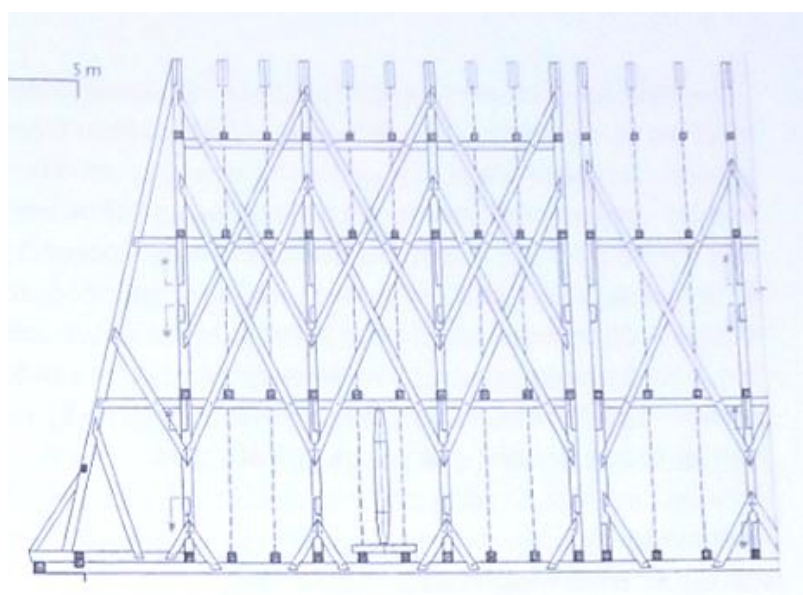
U gotických staveb probíhala výstavba krovu opačně než tomu bylo u staveb románských. Po vyzdění obvodových stěn vyzdvihla nejprve konstrukce krovu a až poté se dokončily štítové stěny. Náročnější části stavby byly dokončovány již pod ochranou střechy.

Pozdní gotika

Přechodem mezi vrcholnou gotikou a gotikou pozdní jsou krov, kde příčné ondřejské kříže doplnily i další prvky, především ondřejské kříže podélného zavětrování. Spojení dřevěných konstrukcí bylo zajišťováno jednostranným rybinovým ručně tesaným plátováním. Konstrukce krovů byly velmi složité a těžké, proto se využívalo vazeb plných a mezilehlých k odlehčení.



obr. 10 - Příčné řezy pozdně gotickým krovem (vpravo vazba plná, uprostřed a vlevo vazby mezilehlé) [5]



obr. 11 - Podélný řez pozdně gotickým krovem [5]

Pro pozdně gotické krovy jsou typické varianty tzv. klasového krovu. „Ten je opět hambalkový, zpravidla alespoň s dvěma úrovněmi hambalků, přičemž v plných vazbách má střední sloupek (či věšadlo, resp. věšák) až do vrcholu.“ [5] Příčné ztužení zajišťují párové šikmé vzpěry podobné písmenu „V“.

Správné sestavení krovů zajišťovaly tesařské značky. U jednodušších krovů to byly jen vytesané čárky nebo vruby. U složitých krovů byly používány značky různých tvarů tesaných za pomoci dlát. Značky byly tesané pomocí seker nebo značené červenou barvou, kterou používali tesaři. Toto značení bohužel patřilo k méně trvanlivým.



obr. 12 - Tesařské značky pěti vazeb pozdně gotického krovu [5]

Krovy věží

Krovy věží měly kuželový i jehlanový tvar, kde byl střední hrot a soustava strmých vzpěr. Šikmé vzpěry byly usazené na základovém roštu. U větších krovů věží se užívaly vazby s ondřejským křížem, které byly natáčené a i výškově posouvané. Nejsložitější střechou byly jehlanové věže, doplňované menšími rohovými věžičkami. Některé věžičky byly půdorysně natáčené o 45 stupňů. Takto bohatě tvarovanou střechu věže můžeme vidět například na věži znojemské radnice.

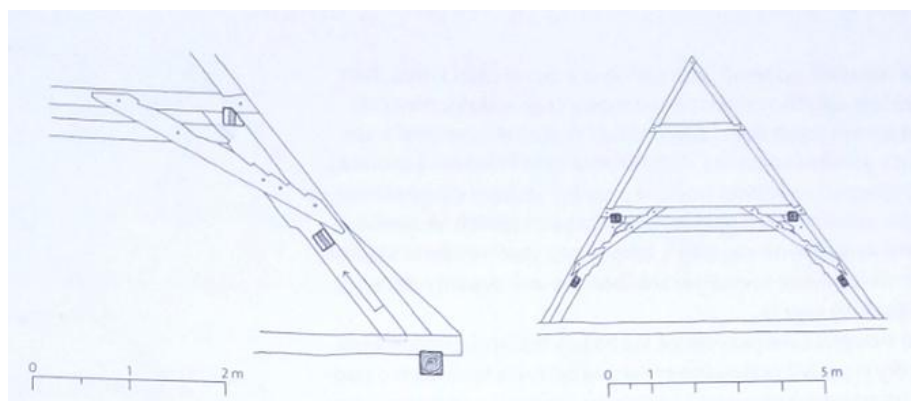


obr. 13 - Radniční věž ve Znojmě [5]

3.3. Renesanční krovy

V období renesance se dochovaly principy konstrukcí z klasového krovu, především se jednalo o podélné ztužení ondřejskými kříži, věšadla. Postupem času, pomocí ležaté stolice, se začal krov ve spodní části uvolňovat. U venkovských staveb se stále stavěly jednoduché hambalkové krovy zavětrované latěmi a i krovy klasového typu.

Za krov ležaté stolice považujeme takový systém, kde jsou vaznice pod hambalky v plných vazbách podpírány šikmými sloupky, umístěnými těsně vedle krokví. Ke zpevnění plné vazby byly užívány pásky, které spojovaly rozpěry se šikmými sloupky, připevněny do konstrukce byly pomocí rybinového přeplátování. Rozpěry se umísťovaly pod hambalky, kde vznikla mezera.



obr. 14 - Příčný řez krovu ležaté stolice renesančního typu [5]

Nástupem úsporného systému se začaly rozlišovat vazby plné a vazby jalové (prázdné). Plné vazby obsahovaly vazné trámy a nosné, podpůrné části konstrukce. Součástí vazeb jalových byly pouze hambalky a podélné podpory.

V 16. století se začaly objevovat krovu skružové. Krokve měli zpravidla tvar oblouku. Tvarované díly se napojovaly pomocí plátových spojů nebo se kratší díly z fošen sbíjely většinou ve dvou vrstvách a postupně se překrývaly. Na plátované spoje se používaly kolíky a u fošnových skruží se používaly především hřebíky, pro jejichž zajištění se konce ohýbaly.

Krovu věží

Jako krovu věží se stále využívají systémy klasového typu z pozdně gotické doby. V renesanční době se začaly na věžích objevovat první bání cibulového tvaru. Sestava skružových krokvi tvoří vnější vyboulený tvar a je podepřená nosnou konstrukcí se svislými sloupky a šikmými vzpěrami. Celá konstrukce byla směrem dolů zajištěna masivními kovanými táhly proti převrácení větrem.

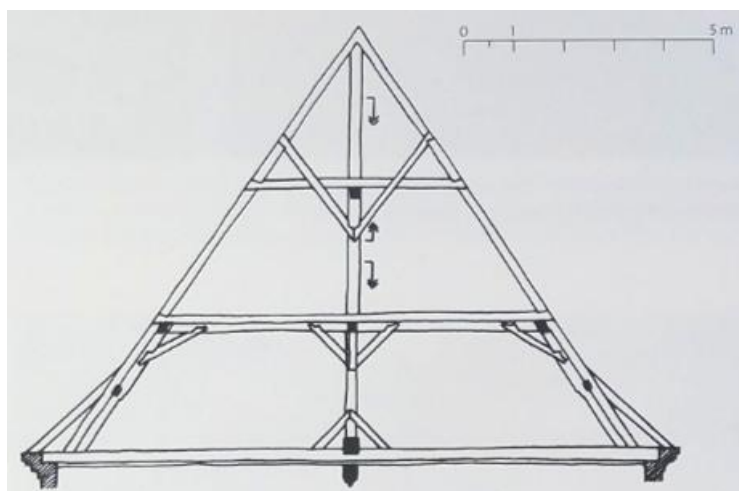


obr. 15 - Příčný řek krovu renesanční věže [5]

3.4. Barokní krov

Mezi typické krovky této doby patří krovky s ležatými stolicemi a značná prostorová tuhost konstrukce krovu. Krovky se byly často spojovány se zděnou klenbou, např. táhla kleneb kotvená do krovu. Základním prvkem této doby byl vazný trám uložený na jednu nebo dvě pozednice.

U barokních staveb se začínají používat hojně spoje čepované, hlavně u náročnějších krovů. Čepované spoje spojovaly např. vzpěry a pásy. U krovů bylo prováděno rozšíření horních konců sloupků, sloupky musely pojmout jak vaznice, tak rozpěry i pásy. Jako běžná součást krovů byly nápisy, kde byli uvedeni řemeslníci, kteří se na stavbě účastnili. Nápisy byly buď vytesané do silnějších částí krovů anebo vyryté do omítky přilehlé stěny.



obr. 16 - Příčný řez krovu, kde je vidět zesílení sloupků [5]

U velkých krovů barokních staveb se využívalo vytahovací zařízení. Jako vytahovací zařízení se používal rumpál buď svislý nebo vodorovný či vrátek ovládaný nasouvacími tyčemi. Toto zařízení sloužilo jednak pro dopravu materiálu na opravy střechy v budoucnu a také pro vytahování a spouštění věcí vně budovy. Krovky často sloužily jako skladovací prostory. Vrátky či rumpály byly často umístěné ve vazbě na vhodně situovaný vikýř, aby šlo snadněji manipulovat s vytahovaným materiálem.



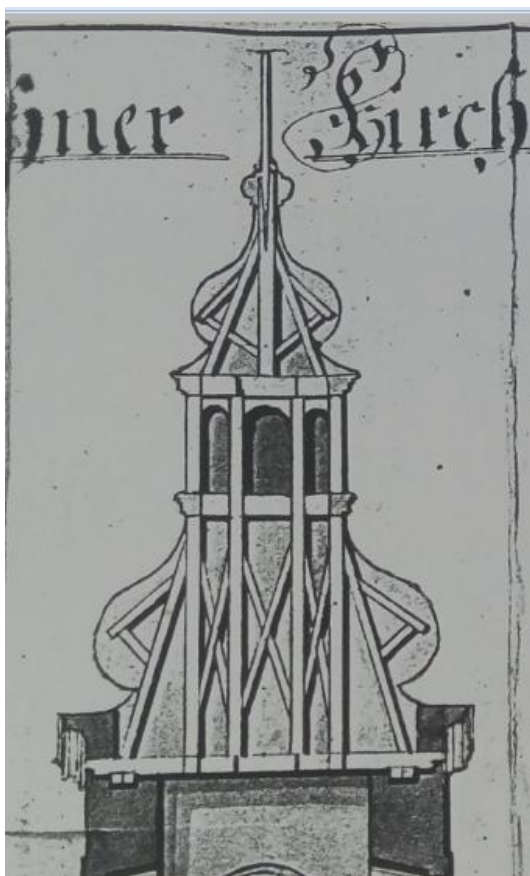
obr. 17 - Dva příklady svislých vrátek na stavbách v Chebu [5]

Běžně se již používalo železo u závěsů krovů. Věšadlový systém se používal u velkých krovů. Železné spoje, jako např. železné svorníky či šrouby s podložkami a matkami, se používali u významných staveb k jistění spojů. Šroubové spoje u zvlášť velkých krovů stahovaly věšáky, které byly provedené ze dvou trámů. U paty věšáků se provádělo železné přepásání.

V krovech s ležatými stolicemi existují i stolice stojaté, které měli v krovu jen pomocnou funkci. Využití spojení ležaté i stojaté stolice bylo prováděno u náročně provedených staveb výhradně v posledním „patře“ plných vazeb. U staveb venkovských byl tento krov velmi oblíbený. Stojatá stolice začala být stále více oblíbenější, zvláště když byla doplněna mezi sloupky a krokviemi párem vzpěr ve směru krokví. Stavba krovu dostává pak charakter věšadla nebo vzpěradla, které nadlehčují krov a zmenšují účinky opření sloupů do vazného trámu.

Krovy věží

Typickým prvkem pro barokní věže je bání s cibulově vydutým tvarem. Tvar bání byl tvořen krokviemi sestavenými jako skružové lamely. Jádrem konstrukce tvoří sestava sloupků umístěna na základovém roštu v pravidelném tvaru. Ke sloupkům jsou připojeny šikmé vzpěry, na které se pak přibíjí skružové krokve. Krov věže bývá z pravidla rozdělen na dvě části. Horní část je užší a otevřená, bývá v ní zavěšen zvon. Část se nazývá jako lucerna. Nad lucernou je umístěná menší bání a soustava je ukončena hrotnicí.



obr. 18 - Příklad barokní věže [5]

3.5. Klasicistní krov

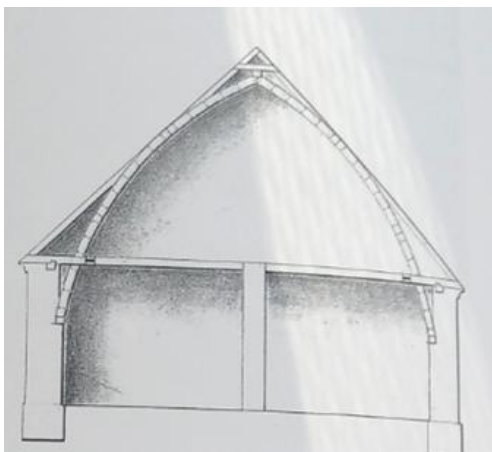
Jako nejvíce používaný krov v této době byl krov hambalkový se dvěma stojatými stolicemi. Sloupky podpírali hambalky na jejich koncích. Příčné ztužení krovů bylo provedeno pomocí vzpěr, rovnoběžných s krokviemi, které přecházelo přes sloupky až do hambalků. Podélné ztužení bylo provedeno pomocí dvojic pásků mezi sloupky a vaznicemi. Stále se využívá rozdělení plných a prázdných vazeb, mezi dvěma plnými vazbami se běžně nachází alespoň 3 prázdné. S postupem času je vidět snaha o co největší úsporu používání vazných trámů. Krov tohoto typu se nejvíce uplatňovali u staveb v jižních Čechách.

Tento typ krovů byl nejvíce oblíbený u venkovských malorozponových krovech. Postupem času se začala stojatá stolice užívat i ve velkých krovech, většinou ve dvou patrech nad sebou. U hodně širokých rozponů se takové krovky doplňovaly v plných vazbách věšadly s kovaným třmenem. U takto velkých krovů se již nedělalo složité zavětrování v rovině mezi věšáky a pomalu se začalo přecházet na zavětrování pomocí dvojic pásků. U velkých krovů byla také viděna kombinace ležaté a stojaté stolice. Ležaté stolice byly ve spodní části krovu a stojaté naopak v jeho horní části.

Na krovech se nejvíce uplatňovaly čepované spoje, tradiční rybinový plát byl k vidění maximálně jen na venkově. Rybinový plát byl nejvíce viděn u vazby mezi hambalky a krokviemi.

Opracování dřeva stále zůstává tradiční ruční, ale už se začínají vyskytovat případy mechanického opracování strojem. Trámy měly strojně opracovanou jednu až dvě strany, při půlení či rozčtvrcení kmene a zbylé strany byly dosekané ručně.

V období 1. poloviny 19. století se nejvíce uplatňovaly skružové krovky. Krokve skružových krovů byly sbíjeny fošnovými díly do tvaru oblouků a vypadaly jako dřevěné klenby.



obr. 19 - Krov se skružemi [5]

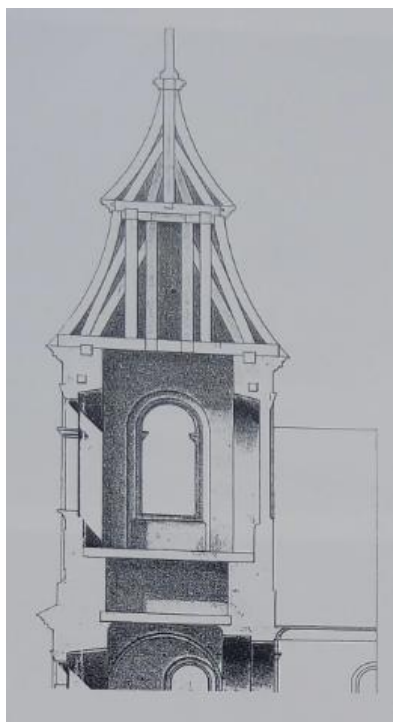
Rankův krov

Tento krov se nazývá po jednom pražském tesaři. Jedná se o krov, který je konstrukčně mezi hambalkovým a vaznicovým krovem. Princip tohoto krovu navazuje na ležatou stolic, ale chybí zde hambalek, ten je nahrazen rozpěry mezi sloupky šikmých stolic. Podélné zavětrování je tvořeno pomocí pásků z šikmých sloupků do vaznic. Šikmé sloupky jsou prodloužené až do vrcholu střechy a budí tím dojem dvojitých krokví v plných vazbách. V patě krovu byl použit práh ve smyslu prahové vaznice situované nad pozednici, do něhož se osedlaly konce krokví. Toto řešení bylo problémové, zatékala jsem často dešťová voda.

V 19. století byly provedeny řady rekonstrukcí starších krovů ještě pomocí tradiční tesařské práce, bez železných protéz a spojů. Opravy se často týkaly výměn vazných trámů, které byly tak dokonalé, že se dají rozeznat až při bližším průzkumu. V průběhu 1. poloviny 19. století nastupují vaznicové krovky. Vaznicové krovky nemají hambalky. Krokve jsou osedlané přímo na vaznice.

Krovky věží

V klasicistních stavbách se začínají i u konstrukcí krovů používat jednodušší tvary. Začínají se uplatňovat jehlanové tvary věží. Takto provedenou věž můžeme vidět na kostele sv. Bartoloměje v Plzni.



obr. 20 - Krov věže jehlanového tvaru [5]

3.6. Krovky 2. poloviny 19. století

Pro toto období jsou charakteristické vaznicové krovky. Nejvyžívanější je přitom krov se dvěma stojatými stolicemi, který místo hambalku (užívaný dřívě) využívá rozpěry mezi stolicemi, umístěný pouze v plných vazbách. Krokve jsou opřeny přímo do vaznic. V závěru století byla rozpěra nahrazována dvojicí prvků, zvaných kleštiny. Profil kleštin byl plošší, fošnový.

Kleštiny se umísťovaly těsně pod vaznice a byly spojeny s krokvy pomocí železného svorníku (dlouhého šroubu). Na přelomu století byly kleštiny montovány jen ke sloupku za pomoci šroubu (později svorníku). Stále více rostl podíl železných spojů ve stavbě krovů, hlavně díky rozvíjení železářské výroby.

V závěru 19. století bylo oblíbené navyšování domů pomocí půdních nadezdívek. Vazný trám zůstal v patě nadezdívky a v její koruně byly umístěny pozednice. Roztlaku krovové konstrukce bylo čeleno jednak pomocí páru kleštin, které byly umístěné těsně u pozednice, tak i pomocí ocelového pásku, který propojoval pozednici a vazný trám.

Počátky ocelových krovů

Díky tovární výrobě stále většího množství ocelových konstrukčních a spojovacích prvků dřevěných konstrukcí, se začal tento materiál uplatňovat jako hlavní. Hojně bylo využito ocelových tyčových prutů pro táhla a také používání svorníků. Konstrukci zcela ocelových krovů umožnila strojová výroba tenkostěnných válcovaných profilů. Složitější krovky tvořil základní prvek úhelníků, které byly spojovány nýtováním. Z úhelníků se sestavovaly příhradové soustavy. Příhradové soustavy krovů můžeme nalézt u významných budov, např. v pražském Rudolfinu, v Národním divadle nebo v Národním muzeu.

4. Tesařské spoje tradiční

Tesařské spoje se používají ke spojování dřevěných prvků krovu a vyžadují kvalitní provedení. Spoje musí přenášet vnitřní síly z jednoho prvku na druhý pomocí tlaku, který mezi nimi vzniká. Styčné plochy spojů musí k sobě správně doléhat, aby byly síly přeneseny celou plochou a ne jen částí nebo bodem. Tesařské spoje musí být dobře zabezpečeny, aby nedošlo k jejich rozpojení. Statickým výpočtem se prokazuje jejich únosnost, protože spoje značně oslabují dřevo.

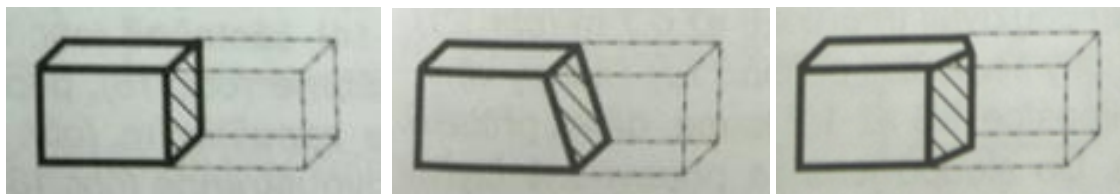
Tesařské spoje mohou být provedeny buď ručně (pilami a dláty) nebo strojně. Při použití motorových pil nemusí být spoje tak přesné. Velké firmy používají pro přesný výsledek stroje řízené počítačem.

Tesařské spoje se dělí na vazby podélné, příčné a vazby rozšiřující (pro deskové řezivo). Mezi vazby podélné patří srazy, spoje s příložkami a plátování. Mezi vazby příčné můžeme zařadit lípnutí, zapuštění, čepování, přeplátování, karpování a osedlání. Často se používá i vzájemná kombinace uvedených druhů spojů. Spoje jsou doplněny hřebíky a svorníky. U historických krovů tradiční spoje doplňovaly dřevěné kolíky, vyrobené z tvrdého dřeva.

4.1. Vazby podélné

Sraz

Spoj na sraz patří k nejjednodušším spojům rovnoběžných dřev, která se čely přikládají k sobě. Používá se tam, kde je trám podepřený např. u pozednic.

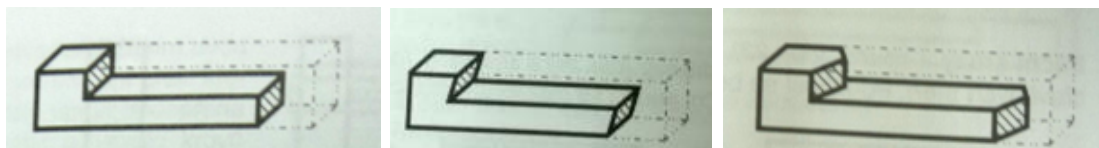


obr. 21 - Tesařský spoj - sraz tupý, šikmý a klínový [6]

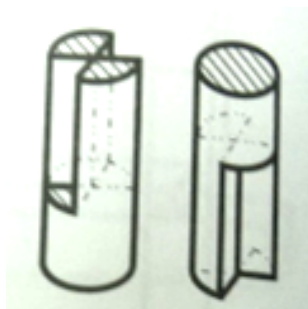
Čelní srazy se zajišťují buď tesařskými skobami, nebo pomocí příložek z oceli či dřeva. Ocelové příložky jsou do dřevěných prvků přišroubovány vruty a dřevěné příložky jsou připevněné většinou hřebíky, vruty nebo svorníky. Příložky mohou být jen nasazené, částečně zapuštěné, úplně zapuštěné nebo provedené se zapuštěním. Nejčastěji se příložky používají ze dvou nebo ze čtyř stran.

Plátování

Používá se tam, kde se nemůže podepřít sraz a jedná se o podélné nastavování dřev. Spojované prvky se stýkají částí čel a částí podélných ploch, které se nazývají tzv. pláty. Dělí se podle počtu dosedacích ploch (jednoduché, dvojité, vícenásobné a křížové plátování), podle sklonu dosedacích ploch (rovné, šikmé plátování) a podle tvaru čel plátů (rovnočelné, šikmočelné, klínočelné).



obr. 22 - Tesařský spoj - plátování jednoduché, šikmočelné, klínočelné [6]

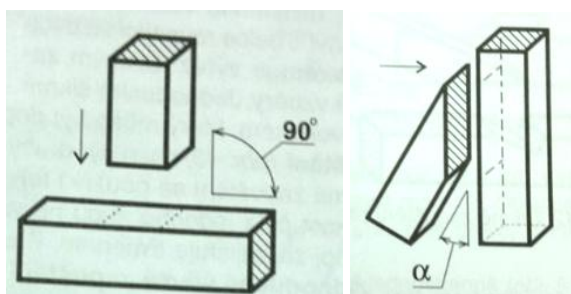


obr. 23 - Tesařský spoj - plátování křížové [6]

4.2. Vazby příčné

Lípnutí

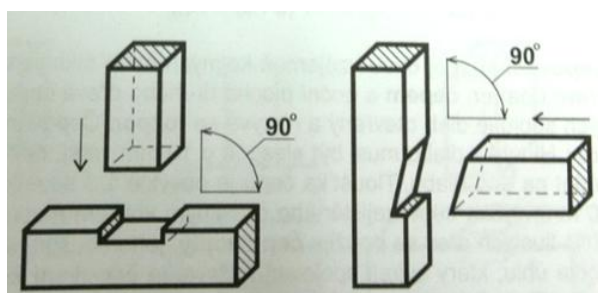
Jedná se o nejjednodušší spoj dvou k sobě kolmých nebo šikmých prvků. Jeden kus dřeva je přiložen k podélné ose dřeva druhého. Podle úhlu, který tyto dva prvky svírají je lze rozdělit na lípnutí kolmé a šikmé. Spoj je zpevňuje ocelovými prvky a nebo lepením. Spoj není vhodný pro přenos ohybového momentu, chová se jako kloub.



obr. 24 - Tesařský spoj - lípnutí rovné, šikmé [6]

Zapuštění

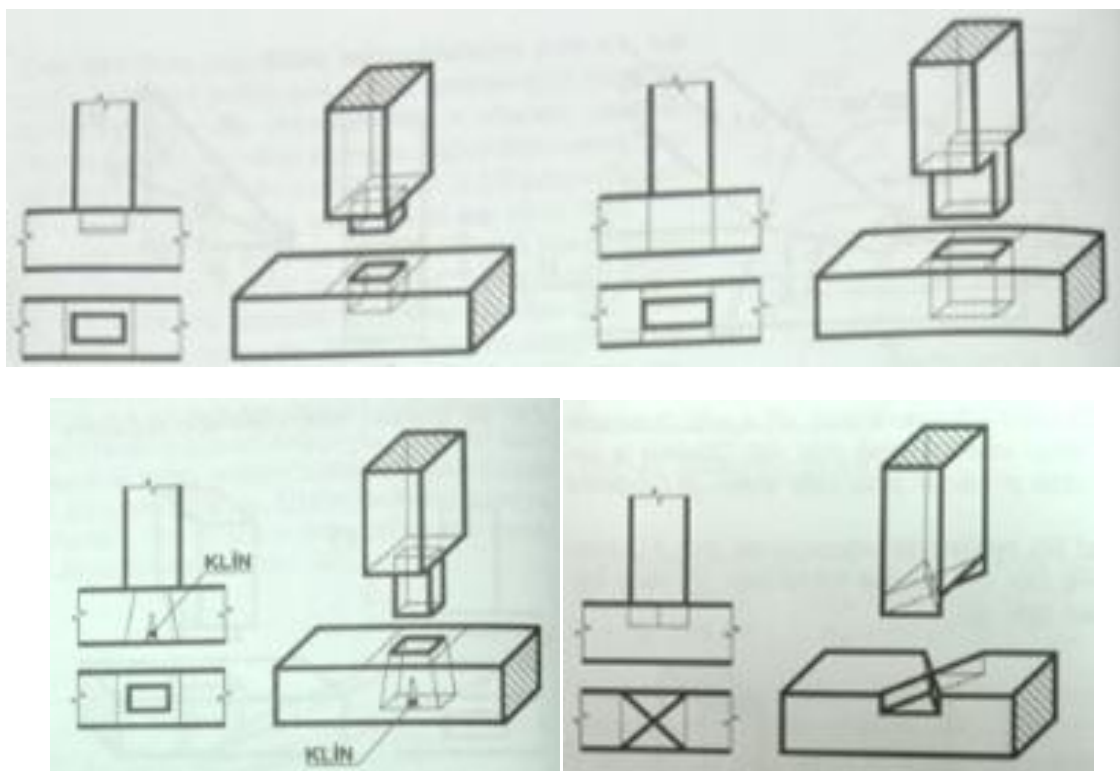
Jedná se o spoj dvou k sobě kolmých nebo šikmých prvků. Jeden kus dřeva je zapuštěn celou dosedací plochou do odpovídajícího výřezu dřeva druhého. Podle úhlu, který tyto dva prvky svírají je lze rozdělit na zapuštění kolmé a šikmé.



obr. 25 - Tesařský spoj - zapuštění rovné, šikmé [6]

Čepování

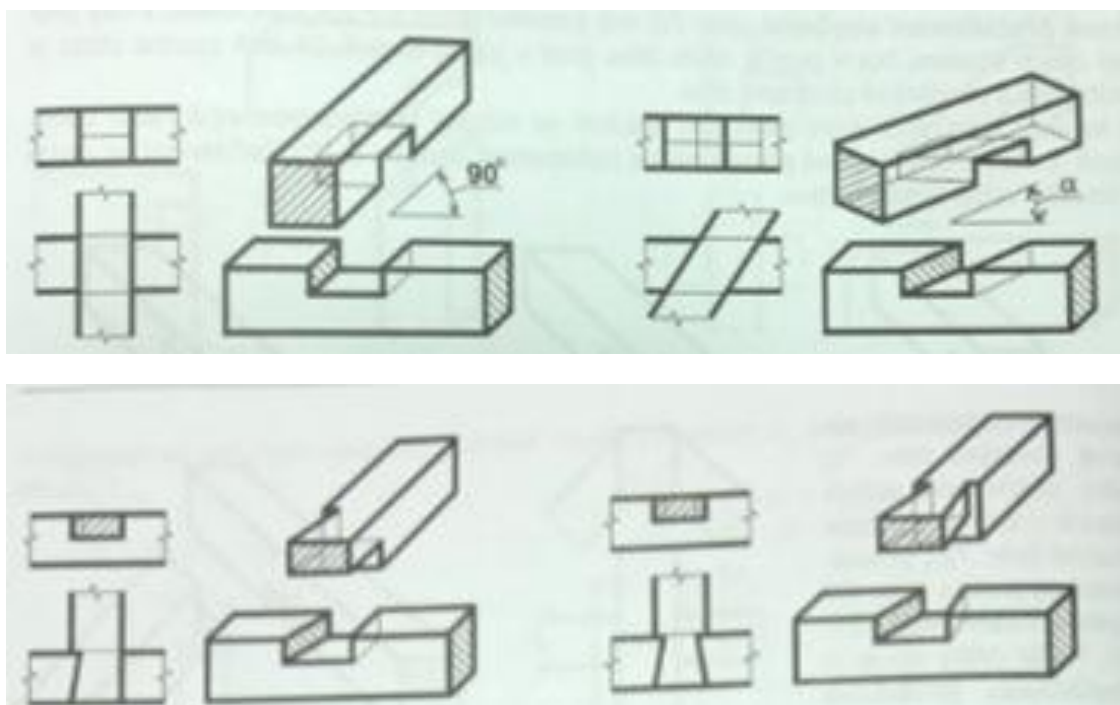
Jedná se o spoj dvou k sobě kolmých nebo šikmých prvků. Na jednom konci dřeva je vytvořen čep, který odpovídá dlabu v druhém prvku dřeva. Hloubka dlabu by měla být aspoň o 10 mm větší než je výška čepu, čep by neměl dosedat na dno dlabu. Používá se nejčastěji u sloupů, buď u jejich nastavování, nebo při ukotvení sloupu k trámu. Čepování můžeme rozdělit podle tvaru na rovné, rybinové, křížové, úhlové, rohové, kónické nebo na pokos.



obr. 26 - Tesařský spoj - čepování odsazené dvoustranně, procházející, rybinové dvoustranně, křížové [6]

Přeplátování

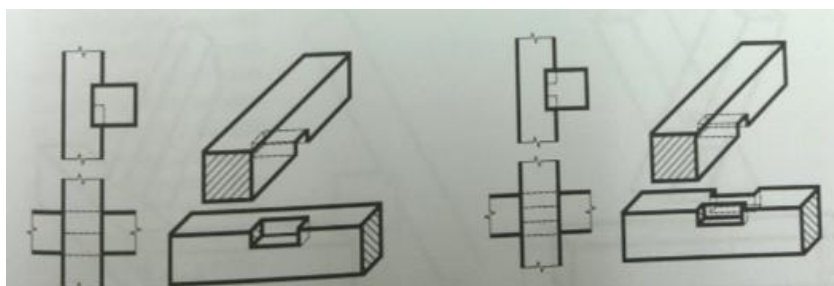
Jedná se o spoj dvou k sobě kolmých nebo šikmých prvků. Prvky mají vzájemně si odpovídající zářezy, kde se hloubka přeplátování rovná součtu hloubek obou zářezů. Přeplátování je zajišťováno buď kolíky nebo svorníky. Nejvíce se užívají tam, kde se vodorovně či svisle křížují dva trámy. Rozlišujeme několik druhů přeplátování jako je: kolmé, šikmé, úplné, částečné, rybinové, rohové přeplátování.



obr. 27 - Tesařský spoj - přeplátování kolmé, šikmé, rybinové jednostranné a dvoustranné [6]

Kampování

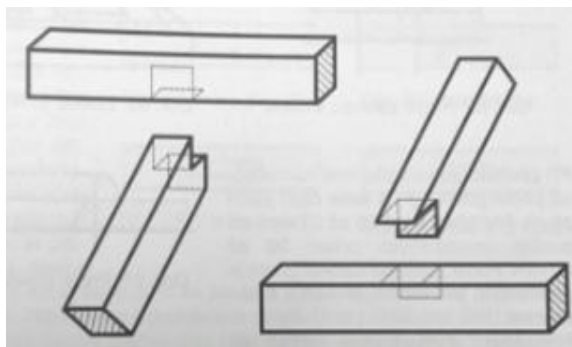
Jedná se o spoj dvou k sobě kolmých nebo šikmých prvků, kdy jeden prvek má zářez a druhý prvek je buď bez zářezu nebo má zářez, který je potřebný pro dobré spojení obou prvků. Hloubka zářezu se rovná hloubce zapuštění. Dřevěný prvek je při kampování oslaben méně než při přeplátování. Kampováním se zabraňuje vzájemnému pootočení a posunutí (ve směru jejich os) obou prvků.



obr. 28 - Tesařský spoj - kampování dvoustranné jednoduché a dvojité [6]

Osedlání

Jedná se o spoj, který spojuje dva prvky v různých rovinách. Jeden kus dřeva je opatřen zářezem (tzv. sedlem) a druhý kus dřeva je bez zářezu. Používá se při spojení šikmých prvků s prvkem vodorovným, nejčastěji při spojení krokve a pozednice.



obr. 29 - Tesařský spoj - osedlání [6]

4.3. Spojovací prostředky tradičních krovů

U historických krovů se používali jako tradiční spojovací prostředky dřevěné kolíky a klíny, které byly vyrobeny z tvrdého dřeva (dub, javor, akát). Kolíky slouží v krovové konstrukci pouze jako fixace polohy spoje a jejich průměr se pohybuje okolo 25 mm. Kolíky se zarážejí do předvrtaných otvorů a jejich délka se volí větší než je předvrtaný otvor. Mezi výhody použití dřevěných kolíků patří: splnění estetických požadavků u viditelnosti spojů, využití u rekonstrukce historického objektu pomocí původních technologií.

V dnešní době se již kolíky tolik nepoužívají. Dřevěné prvky se nahrazují kovovými spojovacími prvky, jejichž zhotovení je daleko jednodušší. U tesařských spojů docházelo k oslabování průřezu. Ocelové prvky umožňují zachovat charakter spoje.

5. Novodobé pojetí krovů

V dřívějších dobách byl prostor pod střechou využíván pouze jako půda nebo skladovací prostor. Jako materiál krovu se používalo dřevo. V dnešní době se prostory pod střechou využívají daleko více, především k pobytu osob. Konstrukce krovu by tedy měla maximálně uvolnit dispozici prostoru s minimálním počtem konstrukčních prvků. Stále více se proto začíná využívat ocelových prvků jako materiálu ke stavbě krovu.

Úpravy krovů do dnešní nové podoby probíhaly u soustav hambalkových, vaznicových a vazníkových krovů. Vlašské krovky jsou pro dnešní dobu již zastaralé. Nové krovky jsou prováděny z materiálů dřevěných, ocelových a železobetonových.

5.1. Hambalkové krovy

Jsou odvozené od klasických hambalkových krovů, jen nejsou tolik složité. Tato novodobá hambalková soustava vytváří nejvýhodnější podmínky pro využití prostoru podkroví. Soustavy neobsahují žádné podélné konstrukční prvky, zavětrování se provádí v rovině hambalku nebo v rovině krokve nad hambalky.

Soustavy hambalkových krovů se užívají hlavně na malé rozpony rodinných domů, max. do 10 m. Únosnost krovu je maximální, když jsou hambalky umístěny ve dvou třetinách výšky krokve.

Mez výhody patří vytvoření velkého podkrovního prostoru. Nevýhodou je, že tento krov nelze vytvářet pro půdorysy tvaru L, vikýře a složitější konstrukční prvky.

5.2. Vaznicové krovy

V dnešní době se tzv. plné vazby zjednodušují, vypouštějí se vazné trámy. V krovu se využívá hlavně středových vaznic a pozednic. Při vypuštění vazného trámu z plné vazby je nutné např. zesílit podpory nebo minimalizovat počet plných vazeb. Minimalizovat plné vazby můžeme pomocí středních dělicích stěn nebo schodišťových stěn.

Vazné trámy lze také nahradit staticky více únosnými vaznicemi. Tyto trámy by měly být např. z ocelových prvků, lepeného dřeva nebo I nosníků na bázi dřeva. Umožní se tak zvětšení volného prostoru mezi podporami. Soustava vaznicového krovu je využívána u budov max. rozpětí do 12 m.

5.3. Vazníkové krovy

Hlavní výhodou soustav vazníkových krovů je jejich užití na střechy středních i velkých rozponů. Střechy jsou malého spádu.

Vazníky se používají plnostěnné, příhradové nebo plnostěnné vylehčené otvory. Materiály pro stavbu vazníkových soustav se používají dřevěné, ocelové nebo železobetonové. Tvary střech mohou být různé, nejčastěji se využívají obloukové, pultové a sedlové tvary.



obr. 30 - Druhy vazníkových krovů [8]

5.4. Krovy z lepeného dřeva

Lepené lamelové dřevo se používá jako nosný prvek zastřešení velkorozponových hal nebo jako celodřevěné nosné skelety budov. Tyto konstrukce při dodržení správné statiky splňují požadavky na tvar střechy, ale i estetickou funkci stavby.

Lepené lamelové dřevo je daleko více odolnější vůči vzniku trhlin než řezané dřevo. K jejich výrobě se nejčastěji používá smrkové dřevo. U konstrukcí které jsou hodně namáhané povětrnostními vlivy se uplatní více dřevo modřínu.



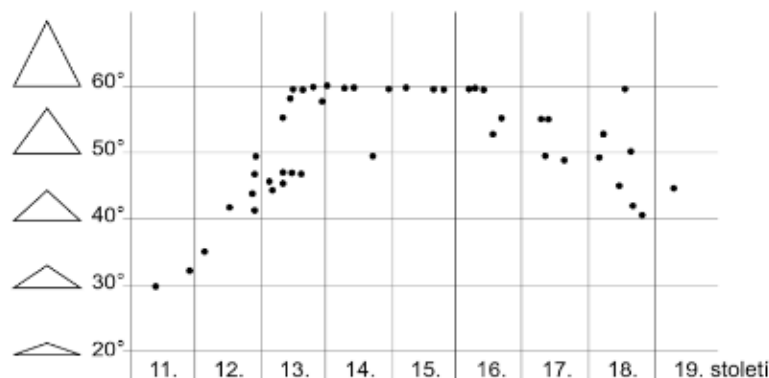
obr. 31 - Využití lepeného lamelového dřeva [8]

5.5. Spojovací prostředky novodobých krovů

Novodobé spojovací prostředky používané v dnešní době jsou všechny převážně kovové. Patří mezi ně styčnicková deska, ocelová zubová deska typu bulldog, šroubový svorník s matkou, úhelníky, spojovací desky, třmeny, kotevní prvky, zavětrovací pásy. Například zavětrovací pás slouží ke zpevnění střešních konstrukcí, připevňovány jsou úhlopříčně ke konstrukci pomocí hřebíků. Výhoda těchto ocelových pásů je jejich snadná aplikace.

6. Vývoj sklonů střech

V průběhu historie se v naší zemi měnily sklony střech a také jejich tvary. Sklony střech kostelů v románském období nebyly nějak velké. Sklon se pohyboval okolo 30° - 40° , patrné jen z dochovaných otisků na štítech pod pozdějšími krovky. V době gotiky měly střechy sklon okolo 60° , poté se už sklony jen zmenšovaly. Renesanční i barokní kostely mají střechy ve sklonu 55° - 40° . V klasicismu se opět objevují střechy malého sklonu jako v románské době a to okolo 30° . V průběhu 19. století se sklon střechy ustaluje na 45° a tento sklon je charakteristický až do dnes.



obr. 32 - Proměny sklonů střech [2]

Pro suché oblasti jsou typické ploché střechy, které se často dále využívají. Konstrukce střechy se shoduje s konstrukcí stropu, je pokryta dlažbou nebo má hliněnou podlahu. Při krátkých deštích je nepropustná a dobře vysychá. V našich podmínkách se ploché střechy také využívají, jen je třeba vzít v úvahu působení sněhu a dlouhotrvajících dešťů.

V oblastech s velkým množstvím srážek se nejvíce užívají sklony střech od 40° do 60° . Střechy musí odolávat převážně dlouhým a prudkým dešťům. V horských oblastech, především v alpských zemích, mají střechy sklon menší než 30° . U střech je

minimalizováno zatížení větrem a naopak zatížení sněhem je veliké, protože plní i funkci tepelné izolace.

7. Průzkum a analýza historického krovu

Průzkumem historických památek se zabývá stále více památkářů, historiků či projektantů, aby zjistili nové poznatky o historických krovech. Abychom mohli historické krovky správně chránit, musíme je dobře prozkoumat, popsat a zdokumentovat. K nejlepšímu porovnání výsledků průzkumu z různých odvětví, bylo nutné sjednotit určité metodiky a terminologie. V materiálech Národního památkového ústavu můžeme tyto poznatky a metodiky nalézt.

7.1. Průzkum krovu a jeho cíle

Stavebně-historický průzkum se provádí hlavně u objektů, které jsou kulturní památkou. Z různých historických pramenů by se měla zjistit historie objektu a její stavební vývoj. Důležité je zařazení objektu do vývoje architektury v ČR, zjištění stáří jednotlivých prvků nebo stáří případných oprav. Hlavním úkolem tohoto průzkumu je zachování všech cenných stavebních prvků a zajistit jejich opatrnou opravu.

Architektonicko-urbanistický průzkum se zabývá aspekty území, ve kterém se nachází historický objekt. Průzkum je nutné vést v širším rozpětí a nezabývat se pouze vybranou lokalitou.

Stavebně-technický průzkum se zabývá realizací změn konstrukce stávajícího stavebního objektu (přestavba nebo oprava objektu). Nebo se u nových objektů zabývá, jestli by nemohly způsobit změny u stávajících objektů. Rozsah je dán účelem, pro který se průzkum provádí. Pokud jsou k dispozici původní výkresy z doby výstavby nebo alespoň z doby předešlé rekonstrukce, lze je porovnat se skutečným stavem konstrukce a zaměřit se jen na potřebné věci nutné k opravě objektu.

Památkáře nejvíce zajímá stáří krovu a jeho celková vzácnost. První čím se projektant zabývá je technický stav krovu, musí správně porozumět jeho funkci. Dále se musí zabývat památkovou hodnotou krovu a jeho historickým vývojem, musí rozlišit opravy a změny. Krov je nosná konstrukce, proto je nutné u průzkumu používat statiku. Další pomocná věda používaná u historických krovů je dendrochronologie, která pomocí letokruhů určuje stáří stromů. Průzkum by neměl být zaměřený jen na krov, ale i na ostatní části stavby. Průzkum by se měl také zabývat stropy pod krovem, zdivem,

římsami nebo střechou. Tvar střechy je rozhodující pro volbu konstrukčního systému. Tyto všechny prvky jsou důležité jak pro průzkum historie krovu, tak i pro celou stavbu.

7.2. Dokumentace průzkumu krovů

Dokumentace současného stavu krovu by měla být cílem průzkumu. Průzkum by měl začínat od popisu střechy a její krytiny, následně popisem krovu a konstrukcí v podkroví. Například volba střešní krytiny a sklon střechy měly pro volbu konstrukce krovu zásadní význam.

Dobré je rozlišovat pro jaký účel je průzkum děláný. Pro stavebně historický průzkum postačí provést archivní průzkum, datování krovu či analýzu konstrukce. Pro opravu krovu bychom měli zjistit jeho technický stav (stav dřeva a vhodnost jeho systému) i jeho památkovou hodnotu. Úplný průzkum by měl obsahovat tyto údaje:

- popis konstrukce (tvar a její uspořádání)
- vztah k dalším částem stavby
- rozměry jednotlivých prvků a jejich dimenze
- materiál
- stav konstrukce
- historický vývoj (vznik a změny konstrukce)

7.3. Názvosloví

Názvosloví jednotlivých prvků krovů nelze úplně sjednotit mezi jednotlivými obory (tesaři, projektanti, statici, památkáři, historici). Pro praxi je však velmi důležité, aby si všichni tito uživatelé mezi sebou rozuměli. Názvosloví vychází z tradičního pojmenování, z dané funkce prvku nebo názvu používaného ve stavební mechanice. Řada prvků používá jen obecné názvy, které je nutné doplnit dalším určením (směr uložení, umístění prvku, tvar nebo způsob osazení).

7.4. Kreslení

Ne každý prvek krovu je dobře popsán. Proto je dobré popis krovu doplnit alespoň skicou plné vazby. *Úplná dokumentace krovu by měla obsahovat [2]:*

- zaměření (příčný a podélný řez, půdorysný řez vedený 1 m nad podlahou půdy)
- podrobnosti krovů (spoje, kování, nápisy, značky tesařů)
- detaily střechy (vikýře, komíny, hrotnice)

Zaměření se provádí v měřítku 1:50, u jednodušších staveb stačí i měřítko 1:100. V rysech by měly být zachyceny jak stávající konstrukce, tak konstrukce skryté pod podlahou. Skryté konstrukce (vazné trámy, pozednice) je možné doplnit až po sondáži. Kreslená dokumentace se liší podle toho kdo jí zpracovával. Jinak vypadá dokumentace zpracovaná stavaři (rýsovaná dle norem) a jinak dokumentace zpracovaná historiky (zachycení tesařských spojů, detailů, značek).

7.5. Fotodokumentace

V dnešní době je již nezbytnou součástí dokumentace krovu. Fotografie nemůžou nahradit kreslenou dokumentaci, mohou ji jen doplnit o fotografie např. detailů.

7.6. Určení stáří krovu

Jen u mála konstrukcí lze určit stáří krovu na základě archivních údajů, proto se stáří určuje na základě srovnávací analýzy typu konstrukce, také pomocí detailů, spojů či značek. Některé konstrukce mají na sobě nápisy, které nám pomáhají určit stáří krovů. Věda, která se zabývá určování stáří krovu se nazývá dendrochronologie.

8. Dendrochronologie

Věda, která umožňuje určit stáří dřeva na základě analyzování letokruhů. Odběr vzorků se provádí pomocí vývrtů ze živých stromů nebo z dřevěných trámů.

8.1. Princip dendrochronologického datování

Odebraný vzorek je změřen, buď na speciálním stole anebo v případě památek pomocí měřicí lupy. Změřené informace se zaznamenávají do počítače, kde se zobrazí formou křivky. Křivka se pak dále porovnává se standardní křivkou dané dřeviny. Aby byl výsledek co nejpřesnější a nejkvalitnější, měli bychom zpracovat větší množství vzorků, protože ojedinělý vzorek může být ovlivněný lokálními podmínkami růstu stromu.



obr. 33 - Odběr a vyjmutí vzorků pomocí Presslerova vrtáku [2]

8.2. Výsledky dendrochronologického datování

Pomocí dendrochronologie lze určit stáří dřeva s přesností na kalendářní rok. Aby bylo datování co nejpřesnější, měl by vzorek obsahovat tzv. podkorní letokruh. Podkorní letokruh je poslední letokruh, který byl vytvořen před skácením stromu. Bohužel tento letokruh často na vzorku chybí, byl odstraněn při opracování dřeva. U každého dřeva je třeba připočíst čas potřebný k jeho vysušení. Rok, kdy byl strom pokácen nemusí být stejný, jako rok, kdy bylo opracované dřevo použito při stavbě dřevěné konstrukce.

9. Vady a poruchy krovů

Vady lze rozdělit na konstrukční a realizační. Konstrukční vady jsou spojeny s nevhodným návrhem nosné konstrukce. Realizační vady souvisejí s nevhodnou výrobou nosné konstrukce nebo jejích částí.

Porucha může i nemusí vzniknout jako důsledek vady. Poruchy mohou být zapříčiněny různými faktory, mezi které patří např. použití nevhodného či nekvalitního materiálu, neodborný zásah do konstrukce, změna vlhkosti prostředí, zanedbání údržby, napadení konstrukce biotickými škůdci. Mezi výrazné poškození krovů můžeme zařadit požár, vichřici a jiné živelné události.

Rozdíl mezi vadou a poruchou

Například nevhodná konstrukce krovu, může mít příčinu v chybě projektu nebo v chybě dodavatele, jde o vadu. Pokud v důsledku této vady dojde k přetížení konstrukce a vzniknou trhliny v nosném zdivu, je tato trhlina poruchou.

9.1. Vnik a příčina poruch

Dřevo jako stavební materiál mohou znehodnocovat různí činitelé. Záleží na druhu dřeva a na klimatických podmínkách, ve kterých se daná konstrukce nachází. Dřevěné prvky jsou vystaveny opakovaně slunečnímu záření, vodě, kyslíku a prachu, to vše může na konstrukci zanechat stopy poškození.

Vzniklou poruchu je důležité co nejrychleji odstranit. Aby se porucha již nadále neopakovala je nutné odstranit její příčinu. Například při poškození střešního pláště dochází k vniknutí dešťové vody do konstrukce a k její následné degradaci, při nadměrném zatížení krovu dochází u různých prvků k deformacím.

9.2. Poruchy od zatékání

Tyto poruchy vznikají v důsledku porušení funkce střešní krytiny v ploše střechy nebo poruchami v místech detailů, jako jsou odvodňovací žlaby, úžlabí, nároží, komíny. Poruchu krytiny může způsobit buď její stárnutí nebo zanedbání její údržby. Při zatékání dešťové vody do konstrukce je zasaženo nejprve dřevěné bednění či laťování, následně pak krokve a vaznice.



obr. 34 - Nadměrná vlhkost dřevěného bednění v ploše střechy [10]

U okrajů střech jsou při zatékání vody zasaženy pozednice, námětky nebo vazné trámy, které jsou uloženy na zdivu.



obr. 35 - Nadměrná vlhkost dřevěného bednění u okraje střechy [10]

Konstrukce, které jsou vystavené dlouhodobému působení vlhkosti, jsou většinou napadeny dřevokaznými houbami nebo hmyzem, pro které je vlhkost vhodná k jejich uchycení.

9.3. Biotické poškození

Hlavní příčinou biotického znehodnocení krovů je voda, která se do konstrukce střechy dostane při poškození střešního pláště. Pokud se dřevokazné houby uchytí do dřevěné konstrukce, potřebnou vlhkost si získávají sami z ovzduší. Mezi nejnebezpečnější škůdce patří houba dřevomorka, která dokáže rozložit dřevo do rozpadávajících se krychliček.

9.3.1. Dřevokazné houby

Dřevokazné houby jsou mikroorganismy, které napadají dřevěné konstrukce. Houby vytvářejí na dřevě plísňové porosty, které buď vyvolávají zbarvení dřeva nebo způsobují jeho rozklad, hnilobu. „Stupeň napadení dřev dřevokaznými houbami je závislý na obsahu polysacharidů, ligninu a původních látek ve dřevu, podílu vody a vzduchu ve dřevě, teplotě okolního prostředí, záření v různých vlnových délkách a kyselosti dřevní hmoty.“ [11] Houby lze rozdělit podle toho kterou složku upřednostňují na houby celulózožravé a ligninožravé. V tabulce 01 jsou uvedeny požadavky dřevokazných hub na vlhkost, teplotu a pH.

Druh houby	Životní podmínky ve dřevě		
	Vlhkost [%] *	Teplota [°C] **	pH
Dřevomorka domácí	30 - 40 (18 - 20)	18 - 22 (3 - 26)	5 - 7
Koniofora sklepní	46 - 90	23 (3 - 35)	5,7 - 6,3
Pórnatka Vaillantova	35 - 50	27 (3 - 37)	7
Trámovka plotní	50 - 60	35 (5 - 44)	3,8 - 6
Houževnatec šupinatý	30	27 (8 - 37)	6
Outkovka pestrá	30	29 (5 - 38)	6

* v závorce hodnoty minimální vlhkosti

** v závorce minimální a maximální teploty, při kterých dochází k růstu

Tabulka 01 [11]

Dřevomorka domácí

Jedná se o jednu z nejznámějších dřevokazných hub u nás. Dřevomorka má hnědou barvu, která je na okrajích zbarvena bíle. Houba se dokáže velmi dobře šířit přes jiné materiály, jako je dřevo nebo beton. Roste a rozmnožuje se i v poměrně suchých konstrukcích staveb, protože k jejímu vývoji jí stačí málo vlhkosti. Dřevomorce se dobře daří při nižších teplotách, na rozdíl od jiných hub. Při teplotě vyšší než 40 °C začíná houba odumírat. Nejlepší ochrana před dřevomorkou je vyschlé dřevo a dobré větrání místnosti. Napadené části je nutné odstranit a při větším rozsahu celý prvek vyměnit.



obr. 36 - Dřevomorka domácí [12]

Koniofora sklepní

Houba pro svůj výskyt vyžaduje vysokou vlhkost dřeva, narazíme na ní hlavně ve sklepích a podlahách. Optimální vlhkost dřeva pro šíření této houby je okolo 50 %, při snížení vlhkosti se její vývoj zastaví a začíná pomalu odumírat. Koniofara má nejprve

bílou barvu, až později se zbarvuje do hněda. „Houba zbavuje dřevo celulózy a to ztrácí pevnost a hmotnost.“[12]



obr. 37 - Konioforma sklepní [12]

Pórnatka Vaillantova

Houba, která napadá především jehličnaté dřevo a způsobuje hnědou hnilobu. Pórnatka působí destruktivně na dřevo a šíří se tenkými bílými provazci podhoubí, které mohou prorůstat i zdmi. Pórnatka se podobá dřevomorce domácí, jen má vyšší nároky na vlhkost. Proti této houbě se lze bránit prostředky snižující vlhkost.



obr. 38 - Pórnatka Vaillantova [12]

Trámovka plotní

Dřevokazná houba většinou bokem přirostlá ke dřevu a má nahnědlou až rezavou barvu. Trámovka roste na pokáceném, odkorněném dřevě jehličnanů, jedná se o tzv. „mrtvé“ dřevo. Jedná se o velmi odolnou substrátovou houbu, která roste nejdříve uvnitř dřeva. Pokud se objeví na povrchu plodnice, je nutné napadenou konstrukci nebo její část zlikvidovat.



obr. 39 - Trámovka plotní [12]

9.3.2. Dřevokazný hmyz

Mezi nejčastější druhy dřevokazného hmyzu patří zejména tesaříci a červotoči. Tento hmyz je nebezpečný zejména proto, že se dokáže ve dřevě vyvíjet po dobu několika generací. Takto napadené dřevo se stává dobrým substrátem pro dřevokazné houby. Hmyz má nižší nároky na vlhkost i teplotu dřeva. Optimální podmínky pro růst jsou: teplota 20 °C a vlhkost 10 - 12 %. Dřevokazný hmyz napadá jak dřevo v živém stromě, tak dřevo opracované (stavební konstrukce, krov, podlahy, nábytek). Hmyz škodí především ve stádiu larvy, které trvá i několik let (1-3 roky). Larvy vyžírají měkkou část dřevní hmoty a oslabuje tím prvky konstrukce. Zda je dřevo napadené se dá zjistit pouhým pohledem, hmyz za sebou zanechává tzv. „výletové otvory“.

Tesařík krovový

Brouk tmavě hnědé barvy o velikosti 7 - 25 mm má kratší tykadla než jiní tesaříci. Larva brouka je světlá o velikosti 20 - 22 mm a má silná kusadla. Larvy se dožívají 3 i více let (dle vlhkosti dřeva) a celou dobu vykusují dřevo zevnitř. Tesařík napadá především měkké a suché dřevo jehličnatých stromů, čerstvé dřevo napadá jen výjimečně.



obr. 40 - Tesařík krovový [12]

Tesařík fialový

Brouk modrofialové barvy je dlouhý asi 8 - 18 mm. Velikost larvy je asi 2,5 mm. Tesařík fialový napadá jak rostoucí, tak čerstvě poražené dřevo. Při přemnožení těchto brouků dochází k silnému oslabení živých stromů. Samička tesaříka klade vajíčka pod kůru stromů, aby se larva zakuklila zavrtává se hlouběji do dřeva.



obr. 41 - Tesařík fialový [12]

Červotoč proužkovaný

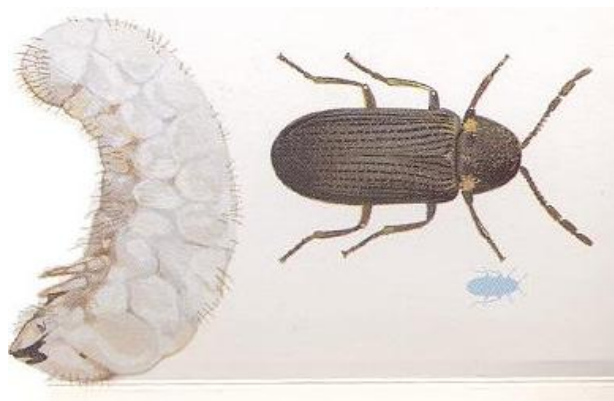
Brouk velký asi 3 - 5 mm je pojmenovaný podle zřetelných rýh na krovkách. Červotoč napadá jen staré dřevo, několik let používané. Samice klade 20 - 50 vajíček, z níž se po 14 dnech vylíhnou larvy. Před kuklením se larvy přiblíží k povrchu dřeva a po vylíhnutí opouští dřevo tzv. „výletovým otvorem“. Optimální teplota pro vývoj brouka je mezi 20 - 25 °C. Při teplotách vyšších než 34 °C a nižších než -16 °C vajíčka hynou.



obr. 42 - Červotoč proužkovaný [12]

Červotoč umrlčí

Brouk tmavě hnědé barvy je velký asi 0,5 cm. Hmyz napadá starší opracované dřevo (trámy, podlahová prkna). Larvy brouka se vyvíjejí okolo 3 let a vyžirají dřevo zevnitř. Pokud jsou na dřevě patrné „výletové otvory“ je to znamení, že larvy napadené dřevo opustily. Červotoči se dorozumívají pomocí pravidelných úderů hlavy do dřeva, zvuky se nazývají „umrlčí hodiny“.



obr. 43 - Červotoč umrlčí [12]

9.4. Abiotické poškození

Jeden z hlavních faktorů, které vyvolává abiotické poškození dřeva je atmosférická koroze. Jedná se především o změny způsobené přirozeným stárnutím dřeva, kde mezi nejvýraznější patří barevné změny. Pokud není dřevo ošetřeno povrchovými úpravami, ztrácí během několika měsíců původní barvu a zešedne. Nejvýraznější změny jsou na dřevěných konstrukcích nacházejících se venku, uvnitř budovy probíhá stárnutí dřeva podstatně pomaleji.

Dalším faktorem je tepelná degradace, která vzniká při požáru konstrukce. U staveb je nutné konstrukci zabezpečit protipožárními opatřeními, jako je: požární signalizace, hasící zařízení, požární úseky, požární dveře, protipožární nátěry konstrukce.

Nebezpečné je také chemické poškození dřeva. Působení různých chemických látek, jako jsou například kyseliny či hydroxidy, způsobuje snížení pevnosti dřevěných konstrukcí, které není na první pohled patrné.

9.5. Nevhodné provedení dřívějších oprav

U starších krovů je velice důležitý jeho průzkum. Menší i větší opravy totiž mohly probíhat během celé doby jeho existence a nemusely být nikde zaznamenány. Daný průzkum by měl odhalit chyby způsobené buď špatným řešením předchozí vady nebo chybné uspořádání krovové soustavy. Mezi konstrukční vady patří špatné provedení ležaté stolice, chybné provedení spojů, chybějící vzpěry, chybějící pásy, špatně rozmístěné vazné trámy, atd..

9.6. Poddimenzování konstrukce a prvků krovů

K poddimenzování prvků krovu dochází různými způsoby, buď chybou v projektu nebo nedodržení projektu při realizaci krovu (šetření materiálem). Jedná se o vadu konstrukce krovu. Důsledkem nedostatečné dimenze je nadměrný průhyb nosných prvků při přetěžování konstrukce. Tlačené prvky, jako jsou sloupky či vzpěry, při posuzování krovů většinou vyhoví. Ohýbané prvky (vazné trámy, vaznice, krokve) bývají často poddimenzované.

9.7. Přetěžování konstrukce krovů

Přetěžování konstrukce úzce souvisí s poddimenzováním prvků krovů, ale ne vždy to musí být jen statická porucha. Během doby života stavby se může změnit její užívání, například se vytvoří půdní vestavba a tím se změní vnitřní podmínky, jako je teplota a vlhkost vzduchu. Zvýšení teploty a vlhkosti může vést k biotickému poškození krovu dřevokaznými houbami, plísněmi. Při změně užívání stavby může také dojít k průhybům vazných trámů.

Přetěžování konstrukce krovu může být způsobeno změnou vnějších podmínek. Při změně užívání střechy se může zvýšit užité zatížení střechy. Mezi časté případy poškození krovu patří nadměrné přetížení sněhem, nebo hromadění sněhu v místech, kde jsme s tím nepočítali.

10. Sanace vad a poruch

Sanace historických krovů by se měla provádět s minimem zásahů, které by změnily charakter konstrukce, a také s co největším podílem původních dřevěných prvků. U některých krovů stačí pouze povrchové ošetření trámů, bez zásahů do konstrukce. U trámů, které jsou hodně poškozené dřevokaznými houbami nebo hmyzem, může dojít i k výměně jednotlivých částí krovu.

U sanací krovů je v první řadě kladen důraz na odstranění zdrojů vlhkosti. Ve vlhkém prostředí se dobře daří biotickým škůdcům dřeva. Pokud je už dřevěný prvek napaden, pak přichází na řadu konstrukční sanace s částečnou nebo úplnou výměnou prvků.

10.1. Okartáčování a nátěr dřeva

Používá se hlavně u krovů, které jsou v dobrém stavu. Dřevo není nijak poškozené dřevokaznými houbami či hmyzem. Prvky krovu stačí očistit kartáčem s ocelovými štětinami a pak vhodným chemickým přípravkem natřít. Chemický přípravek je nutné konzultovat s památkáři, zejména u historických staveb.

10.2. Sanace již napadeného dřeva

Sanaci provádíme vždy, když průzkumem krovu zjistíme, že je napaden biotickými škůdci. Návrh sanace u historických budov je nutné konzultovat s památkáři, aby nedošlo k znehodnocení památkové hodnoty stavby.

10.2.1. Tlaková hloubková injektáž

Tato metoda se používá u krovů napadených biotickými škůdci a je považována za nejúčinnější metodu ochrany dřeva. Dřevokazný hmyz napadá a požírá dřevo zevnitř, proto jen povrchovým ošetřením prvků bychom dřevo neochránili.

Při hloubkové injektáži se pomocí vrtačky navrtá otvor o průměru 5 - 10 mm do hloubky dvou třetin tloušťky prvku. Počet a rozmístění navrtaných otvorů je nutné volit tak, aby se chemický insekticid nebo fungicid dostal všude kde je třeba a aby nebyla narušena únosnost prvků. Otvory je nutné zbavit pilin, které vznikli při vrtání, pomocí vysavače. Takto připravený trám se napustí ochranným roztokem pod tlakem až 250 barů, aby se chemikálie dostala do celého profilu dřeva. Chemický přípravek se pak vstřebává do dřeva a chrání ho před jakýmkoliv napadením.



obr. 44 - Tlaková hloubková injektáž [13]

Největší výhodou hloubkové injektáže je dlouhodobá ochrana dřeva, až po celou životnost stavby. Další výhody jsou časová nenáročnost, lidé mohou při injektáži nemovitost plně využívat, a nižší spotřeba elektrické energie oproti mikrovlnnému prozařování.

10.2.2. Horkovzdušná sanace

Jedná se o sanaci dřeva, při které je využito horkého vzduchu k likvidaci dřevokazného hmyzu. Vlivem dostatečně vysoké teploty jsou usmrcena veškerá vývojová stadia hmyzu, která se v daném dřevě nachází (vajíčka, larvy, kukly a dospělí jedinci). „Pro úspěšnou likvidaci biotických škůdců je nutné dřevo ohřát na teplotu 55 °C po dobu 60 min., při této teplotě a čase dochází ke koagulaci bílkovin hmyzu a jejího usmrcení.“ [14] Daná teplota a čas potřebný k usmrcení hmyzu je dána řadou pokusů.

Horký vzduch o teplotě 100 - 120 °C je do místnosti vháněn pomocí výkonných horkovzdušných agregátů přes střešní otvory nebo průniky ve střešním plášti. Střešní prostor je nutné dobře utěsnit, aby teplý vzduch zůstal v sanovaném prostoru a neunikal ven. K těsnění větších otvorů se používá termofólie. Malé netěsnosti prostoru nevadí, zabráňují vzniku vzduchových polštářů díky lepší cirkulaci horkého vzduchu.



obr. 45 - Mobilní horkovzdušný agregát [14]

Celý proces horkovzdušné sanace musí být monitorován a dokumentován pomocí termoelektrických snímačů. Celé měření musí probíhat v pravidelných intervalech.

10.3. Příložkování a protézování dřevěných prvků

Při sanaci dřevěných prvků je třeba poškozené nebo poddimenzované části konstrukce zpevnit tak, aby byla obnovena jejich statická funkce.

10.3.1. Příložkování

Používá se k zesílení poškozených nebo poddimenzovaných prvků, aby se zvýšila jejich únosnost. Příložky jsou nejčastěji dřevěné (deska, hranol, překližka) nebo ocelové (plát, U profil). Aplikace příložek je nejčastěji z jedné nebo ze dvou stran prvku, u některých případů lze aplikovat příložky i ze tří nebo všech čtyř stran. Dřevěné prvky se zpevňují buď po celé jejich délce nebo jen lokálně (prostředek nebo konec prvku).

Dřevěné příložky se používají nejvíce u historických krovů památkových objektů. Jako spojovací prostředky se používají nejčastěji hřebíky nebo šrouby u tenkých příložek. Širší příložky jsou s dřevěnými prvky nejčastěji spojeny svorníky o průměru 12 - 20 mm. V určitých případech se jako spojovací prostředky používají ocelové závitové tyče nebo záchytky typu Bulldog.



obr. 46 - Příklad dřevěného příložkování [15]

Ocelové příložky se k dřevěným prvkům uchyťávají pomocí svorníků. Tyto příložky se používají nejvíce u dřevěného prvku, který je trvale spojen v vlhkou stěnou. Jejich velkou předností je, že nejsou napadány biotickými škůdci a že mají velkou únosnost. Ocelové příložky by měli být z nerezavějícího materiálu nebo z materiálu upraveného protikorozní vrstvou.

V praxi se můžeme někdy setkat s příložkováním uhnílých nebo poškozených prvků (hnilobou či dřevokazným hmyzem). Takto provedená rekonstrukce není dobrá, protože vzniká nebezpečí šíření poškození biotickými škůdci i do dřevěných příložek. Prvky napadené hnilobou nebo dřevokazným hmyzem je lepší rekonstruovat protézováním nebo kombinací protézování a příložkování při použití několika spojů.

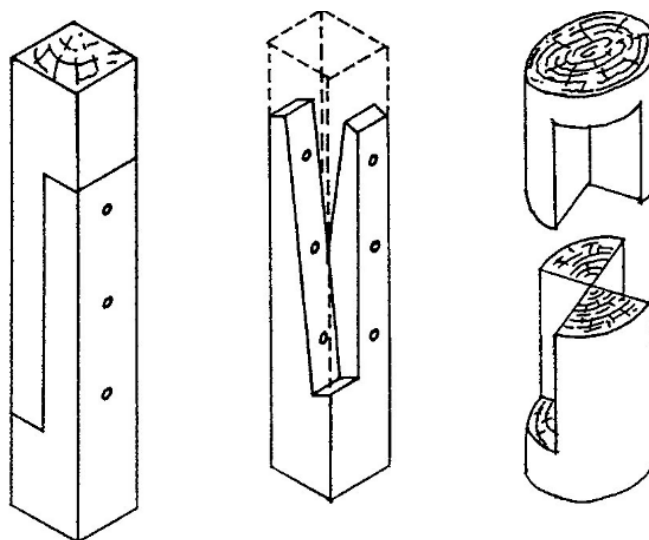
10.3.2. Protézování

„Jedná se o technologii, při níž se nahrazuje nebo doplňuje poškozená část nosného prvku novou částí - protézou; cílem je obnovit jeho původní pevnost a tuhost.“ [15] Při protézování se musí shodovat průřez nového prvku se starým prvkem. Dále se by měl být stejný materiál protézy s protézovaným prvkem (stejný druh dřeva, stejné opracování, záměrná patina na povrchu dřeva).

Klasické tesařské metody

Nejprve se uřízne napadená část dřevěného prvku, poté se zbylá zdravá část spojí s protézou pomocí tesařského spoje. Tesařských spojů existuje několik a mnohé z nich splňují kromě funkčních i estetické požadavky, které jsou důležité hlavně pro památkáře. Nejvíce používanými spoji jsou rovný nebo šikmý plátovaný spoj zajištěný svorníky. Rovný spoj se používá při opravě prvků namáhaných na tlak (sloupek krovu). Šikmé plátované spoje jsou vhodné pro opravu prvků namáhané ohybem (krokve).

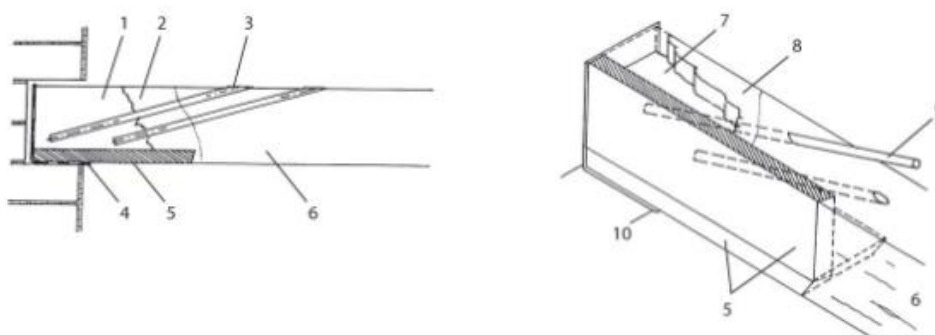
Nůžkový spoj je vhodné používat u prvků namáhaných na kroucení a na vzpěr. Dřevěný prvek protézovaný správnou tesařskou metodou se vyrovná tuhostí i pevností původnímu prvku než byl poškozen.



obr. 47 - Svislé plátované spoje: rovný, nůžkový, křížový [15]

Beta-metoda protézování

Tato metoda se používá hlavně u opravy zhlaví nosných prvků s vyšší památkovou hodnotou. „Dřevěný prvek se protézuje pomocí tzv. polymerbetonu v kombinaci s výztužnými pruty z profilové betonářské oceli, sklolaminátu nebo uhlíku. Polymerbeton je směs vhodného syntetického polymeru (epoxidová nebo polyesterová pryskyřice) a plniva (křemičitý písek, dřevěné částice apod.).“ [15] Beta-metoda spojuje dřevo a výztužné pruty se syntetickým polymerem. Tyto pruty přenášejí tahová i ohybová napětí. Při protézování beta-metodou se výztužné pruty ukládají buď do navrtaných otvorů, nebo do bočně vyfrézovaných drážek.



obr. 48 - Beta-metoda protézování;

1 - dutina; 2 - oslabená zóna dřeva; 3 - sklolaminátový prut; 4 - polyetylenová fólie; 5 - příložky; 6 - zdravé dřevo; 7 - dutina se plní polymerbetonem; 8 - zeslabená zóna; 9 - vsazení prutů; 10 - uložení na zdivo [15]

Při technologickém postupu se nejprve dřevěný prvek staticky zajistí v místě původního uložení. Poté se z poškozeného zhlaví odstraní shnilé dřevo a podle potřeby se zboku i zespodu vsadí dřevěná plomba. Tam kde se zhlaví dotýká zdiva se prvek obalí separační polyetylenovou fólií. U zdravé části prvku se z vrchní části zhlaví navrtají šikmé otvory, do kterých se vloží výztužné pruty s epoxidovým lepidlem. Zeslabená zóna se mezi zdravím dřevem a dutinou zhlaví prvku nejprve zpevní epoxidem a až pak se dutina vyplní polymerbetonem. Po vytvrdnutí polymerbetonu se z prvku odstraní separační folie, bednění a statické zajištění. Nakonec se zhlaví prvku povrchově upraví, aby vše vypadalo jako původně.

10.4. Nahrazení celého prvku

Této metody se využívá u zcela napadeného prvku, kde nelze použít předchozích metod a prvek je nutné zcela vyplnit. Při průzkumu krovu může být také zjištěno, že nějaký prvek v konstrukci chybí a měl by být doplněn. U historických krovů by měly být nové trámy ručně opracované pomocí tesařského řemesla, aby byla kopie prvku zcela autentická.

Vhodné dřevo pro trámy tesané by mělo být z tzv. zimní těžby, kdy mají rostliny vegetační klid. Na vybrané dřevo se pomocí šablony obkreslí jeho konečný tvar. Takto připravená kulatina je připravená pro proces tesání. Trám se otesává dvěma způsoby. Při prvním způsobu leží kulatina na zemi a tesař při práci couvá, práce je nazývána nízkou. Při tomto opracování se používají nejčastěji sekery se symetrickým ostřím. Druhý způsob se nazývá vysoká práce. Kulatina je položena na kozách ve výšce nejméně 60 cm nad zemí. Při hrubém opracování trámu se používají symetrické sekery a při čistém opracování (lícování) se nejčastěji používají sekery s asymetrickým ostřím (širočiny).



obr. 49 - Tesařská kramle a širočina [16]



obr. 50 - Tesařský poříz [16]

11. Ochrana dřeva

„Ochrana dřeva představuje soubor opatření, kterými lze trvale předcházet škodám na dřevě, způsobeným napadením biotickými škůdci (plísněmi, řasami, lišejníky, mechy, dřevokaznými houbami, dřevokazným hmyzem), ohněm a povětrností.“ [2] Mezi tyto opatření můžeme zahrnout výběr kvalitního dřeva, některé druhy dřevin mají zvýšenou přirozenou odolnost dřeva. Stavebním a konstrukčním opatřením se v konstrukci předchází působení vlhkosti. Mezi nejčastější způsoby ochrany dřeva patří nátěry nebo postřiky, které chrání konstrukci před škůdci, před povětrnostními vlivy i proti ohni.

11.1. Fyzická životnost tesařských krovů

Fyzická životnost odráží technický stav konstrukce. U krovů je nejnižší životnost u podezdívek a u záhlaví vazných trámů, které jsou často napadány biotickými škůdci. Fyzická životnost konstrukce se dá zkrátit například nedostatky v projektu. Mezi projektové nedostatky patří: špatný výběr materiálu, nedostatečná konstrukční ochrana, chyby ve statice projektu nebo jeho stavební fyzice, atd.. Při stavbě objektu dochází často k technologickým nedostatkům. V průběhu užívání stavby můžeme její životnost snížit špatnou nebo nedostatečnou údržbou, agresivitou prostředí či zvýšením mechanickým zatížením. Jediné co nemůže člověk ovlivnit jsou živelné pohromy nebo požár.

11.2. Stavební a konstrukční ochrana dřeva

Hlavním cílem stavební a konstrukční ochrany dřeva je zamezení zvýšení vlhkosti, a tím předejít napadení dřeva dřevokaznými houbami i hmyzem. Dobré je zajistit v konstrukci trvale nízkou vlhkost dřeva a to v rozmezí 10 - 16 %. U nechráněných venkovních konstrukcí se chrání dřevo zejména pomocí nátěrů proti dešťové vodě.

11.3. Ochrana dřeva chemickými prostředky

Chemická ochrana dřeva se navrhuje většinou až po konstrukční ochraně dřeva. Způsoby používané k ochraně dřeva chemickými ochrannými prostředky jsou impregnace postřikem, nátěrem nebo máčením, vakuová či vakuotlaková impregnace.

Mezi nejčastější užívané chemické prostředky patří baktericidy, které jsou účinné proti bakteriím, dále fungicidy a insekticidy (likvidující dřevokazné houby a hmyz). Dále to jsou inhibitory povětrnostní koroze, které zvyšují odolnost dřeva proti atmosférickým vlivům, jsou vodoodpudivé nebo nepropouštějí UV záření. Protipožární nátěry snižují hořlavost dřeva.

Chemické prostředky musí vyhovovat určitým požadavkům. Prostředky by neměly ovlivňovat vzhled dřeva (např. bobtnání), neměly by být toxické pro člověka a měly by mít vysokou penetrační schopnost. Všechny používané prostředky by měly být schváleny Hlavním hygienikem ČR i Státní zkušebnou a měly by nést označení dle norem.

11.4. Protipožární nátěry a impregnace

Dřevo bez dodatečných úprav můžeme zatřídit podle platných norem do stupně hořlavosti C2 a C3 (materiály středně a lehce hořlavé). Snížení hořlavosti můžeme dosáhnout buď omezením přístupu vzduchu nebo protipožárními nátěry. V minulosti se u staveb používaly vápenné roztoky, soli a vodní sklo. V současné době se nejčastěji používají intumescentní (zpěňovatelné) protipožární nátěry, při jejichž použití lze dosáhnout stupně A (nehořlavý materiál). Nátěry vlivem působení slunečního světla nebo vlivem vlhkého prostředí časem stárnou a ztrácejí svojí funkčnost. Průměrná doba funkčnosti protipožárních nátěrů je okolo 10 let.

12. Praktická část

V této části práce jsem se zabývala čtyřmi kostely v okolí Domažlic. Hodnotila jsem rekonstrukce krovů u jednotlivých kostelů, jaké byly použity materiály či technologie.

12.1. Zkoumané objekty

- Kostel narození Panny Marie v Domažlicích
- Klášterní kostel nanebevzetí p. Marie v Domažlicích
- Kostel sv. Jiljí v Třebnicích
- Kostel sv. Vavřince u Domažlic

Podklady (výkresy krovů) mi zapůjčili na faře v Domažlicích, pod kterou tyto kostely spadají. Ke každému kostelu jsem dostala několik výkresů, ne všechny byly dobře čitelné. Pouze u dvou kostelů mám fotky krovů, k jednomu kostelu se mi nepovedlo sehnat klíče (správce kostela, který by mě pustil do vnitř kostela) a u posledního kostela se mi sice podařilo se dostat dovnitř, ale přístup ke krovové konstrukci byl nemožný.

12.2. Průzkumné metody

Jako základní rozdělení průzkumných metod můžeme považovat rozdělení na smyslové a přístrojové metody. Průzkumné metody se rozlišují hlavně na metody destruktivní, semi-destruktivní a nedestruktivní.

Smyslové metody

Jedná se o nedestruktivní metodu průzkumu, kterou jsou zjišťovány poškození krovů. Za pomoci jednoduchých pomůcek (svítidlo, lupa, pásma, měřítka, vodováha, fotoaparát, atd.) jsou zjišťovány deformace a posuny větších rozměrů, poruchy spojů, stopy napadení dřeva biotickými škůdci nebo kvalita materiálů.

Přístrojové metody

Pomocí přístrojových metod je určeno přesně celkové poškození konstrukce. Zjistí se jednak přesný rozsah vnitřního poškození, tak přechod mezi zdravou a poškozenou částí prvku. Přístrojové metody dokážou určit např. přesný druh dřevokazné houby, která napadla prvek.

12.2.1. Nedestruktivní metody

Těchto metod se využívá nejvíce u památkově chráněných budov, nedochází zde k poškození zkoušených prvků a zkoušky lze provádět přímo na konstrukci.

Smyslové metody

Mezi tyto metody můžeme zařadit zrakovou (vizuální), hmatovou, čichovou, sluchovou metodu.

Mikroskopy

Pomocí mikroskopů lze v konstrukci dřeva nalézt výtrusy hub, larvy a kukly hmyzu.

Vlhkoměry

Při určování vlhkosti u historických krovů se využívá příručního vlhkoměru. Vlhkoměry jsou kalibrované na zjišťování vlhkosti dřeva s ohledem na teplotu a druh. Druhy vlhkoměrů jsou: hrotový (odporový), kapacitní, absorpční a mikrovlnné. Nejvíce používané a nejsnáze sehnatelné jsou vlhkoměry odporové.

Ultrazvukové přístroje

Měří rychlost šíření ultrazvukových vln pomocí dvou sond. Jedna sonda je budič ultrazvukového signálu a druhá je jeho snímač. Přístroje určují pokles tuhosti prvku. Nejlepšího výsledku je dosaženo při měření rychlosti vln podél vláken, ale u již postavených krovů to není možné, proto se měří rychlost šíření vln napříč vlákny. Pro dosažení co nejlepších výsledků je nutné provést měření na několika místech.

12.2.2. Semi-destruktivní metody

Zásah do konstrukce je velmi malý, skoro zanedbatelný. Zkoušky jsou přesnější než tomu bylo u nedestruktivních metod.

Odporové zarážení dřeva

Pomocí měřicího přístroje je měřená hustota dřeva díky hloubce zarážení trnu do konstrukce. Metoda není dostatečná, dobré je doplnit jí dalšími metodami.

Odporové mikrovrtání

Vrtá se pomocí přístroje zvaný Rezistograf. Při vrtání skrz materiál měří energii, potřebnou k udržení konstantní rychlosti vrtáku. Měření je ovlivněno vlhkostí dřeva, ostrostí vrtáku, naražením v konstrukci na překážku. Výstupem měření je graf.

Radiální mikro-vývrty

Při této metodě jsou z konstrukce odebírány vzorky pomocí speciálních vrtáků. Vzorky jsou pak dále zkoušené v laboratořích. Odběr vzorků by měl být proveden na nepoškozených místech prvku. Přístroj je při odebírání vzorků pevně ukotvený, aby nedošlo k možnému vybočení.

Endoskopy

Za pomoci mikrokamery je nahlíženo přímo dovnitř prvku nebo do těžko přístupných míst konstrukce. Jedná se o málo složitější vizuální metodu.

12.2.3. Destruktivní metody

Při destruktivních metodách se odebírají vzorky (z části nebo celého prvku) a jsou dále zkoumány v laboratořích. Příčné rozměry zkoumaného vzorku musí být minimálně 150 mm. Výsledky zkoušky jsou ovlivňovány vlhkostí dřeva.

12.3. Kostel narození Panny Marie v Domažlicích

12.3.1 Průzkum stavby

Historie kostela

První zachované zmínky o kostele jsou z roku 1385, které líčí tuto stavbu jako chatrnou a sešlou. V zádveří hlavního vstupu do kostela je na jednom kameni vytesán rok 1110 jako rok založení kostela, ale bohužel není známo, zda je to pravda či není. Opravy sešlého kostela probíhaly velmi pomalu a trvaly až do 16. století. Poté byl změněn sloh kostela na gotický. Výška kostela byla vyšší, než je v současné době. Kostel byl trojlodní a měl krásné gotické klenutí. Ke kostelu přiléhala kaple sv. Barbory, která pocházela již od 14. století. Husité, za husitských válek, zpusťovali celé město Domažlice, včetně této stavby, až po roce 1620 byl kostel znovu otevřen pro veřejnost.

V roce 1747 zachvátil Domažlice rozsáhlý požár, shořelo asi čtyřicet domů, tento kostel i klášter a krov na klášterním kostele. Poté byl kostel přestavěn v chrám barokní. Plány na přestavbu vypracoval městský stavitel Jiří Záhořík. Plány kostela byly dokonce přezkoumány slavným stavitelem Ignácem Kiliánem Dienzenhoferem. Gotická okna, která zůstala ve zbylém zdivu byla zazděna a celý chrám byl celkově snížen. Celá přestavba probíhala v letech 1751 - 1756, kdy byl kostel znovu vysvěcen.

Kostel zachvátil ještě jeden požár a to v roce 1822. Tento požár byl považován za jeden z nejhroznějších, protože zničil střechu děkanského kostela a také kostelní věž. V kostelní věži byly rozlity tři kostelní zvony, jen jeden zvon byl znovu přelit, kvůli jeho značnému poškození. Poslední důkladná oprava byla uskutečněná v roce 1892. Dnešní podobu navrhl architekt V. Kaura.

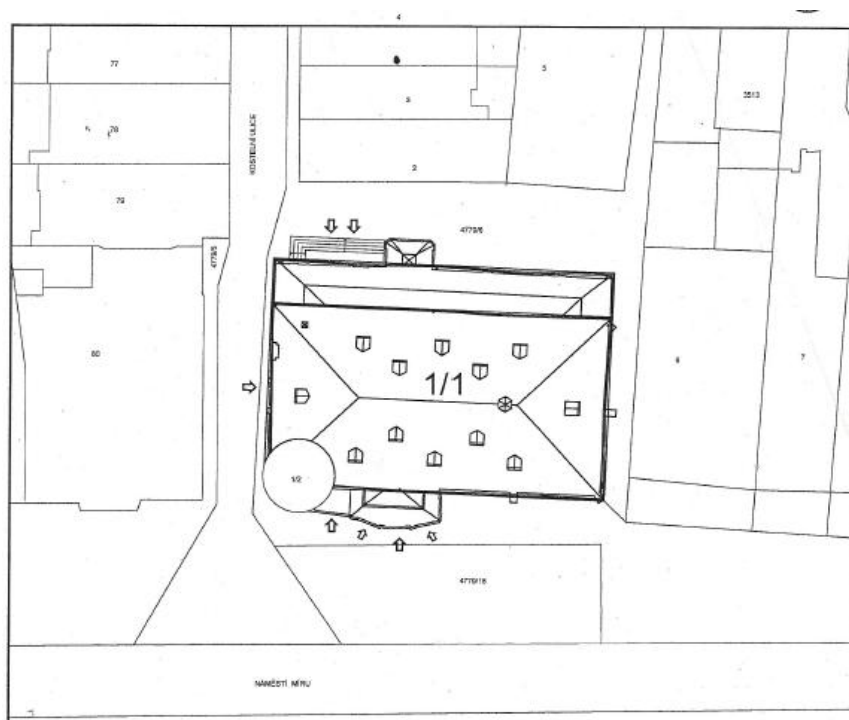


obr.51 - Kostel narození Panny Marie [vlastní zdroj]

Popis stavby

Kostel se nachází uprostřed domažlického náměstí a je k němu připojená věž, která je významnou dominantou města. Pro zajímavost, když přijíždíte do města, vypadá to jakoby jste jeli přímo na věž. Kostel má celkově tři vchody. Hlavní vchod do kostela se nachází na západní straně chrámu. Na severní straně budovy se nachází vchod do nejstarší části kostela, do zachovalé gotické kaple sv. Barbory. Pod touto kaplí se nachází hrobka, která má podobu kříže a byli zde pohřbeni členové domažlického senátu. V kapli sv. Barbory se na severní straně nachází malé barokní okno, které má ve středu Kristovu hlavu.

Poslední vstup do kostela se nachází na jižní straně od radnice, směřovaný do centra náměstí. Jedná se o vstupní předsíň, která byla vybudována po prvním požáru v letech 1751 - 1756. Tato předsíň je rozdělena příčkami na tři prostory se třemi vchody. V levé části prostoru se nachází zpovědní místnost, uprostřed je vchod přímo do kostela, který se používá ve výjimečných případech a v pravé části je komora.



obr.52 - Situace kostela narození Panny Marie [25]

Vnějšek stavby nepůsobí sám o sobě dominantně, působí spíše střídmejším dojmem. Celé stavbě dodává na monumentalitě válcová věž. Stěna na jižní straně obsahuje opěrné pilíře, které rozdělují stěnu na jednotlivá pole s vysokými okny. Tato okna byla ale v průběhu století snížena do současné podoby. Střecha kostela je řešena střechou valbového tvaru. Krytina střechy se během staletí různě měnila, v souvislosti s požáry a přestavbami kostela. Původně byla pokryta břidlicí a prejzy, dále byla pokryta měděným plechem a v dnešní době je zpátky pokryta prejzy. Na hřebeni střechy se nachází sanktusová věžička barokního tvaru.

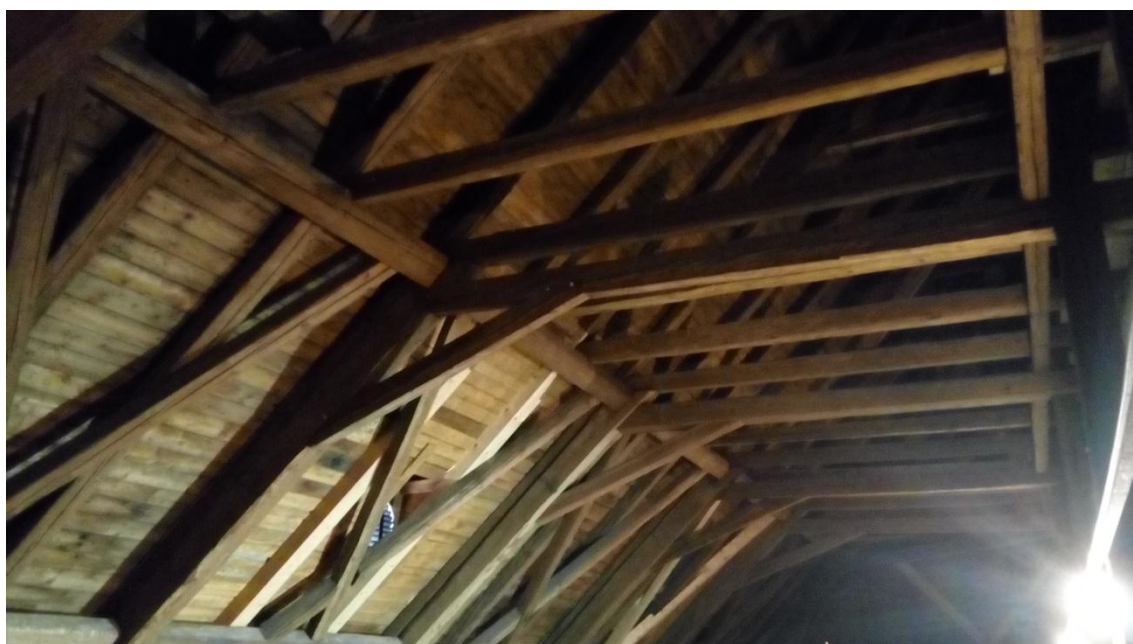
K severní straně kostela je po celé jeho délce připojena jednopatrová stavba. Jedná se o nejstarší dochovanou gotickou část kostela, která obsahuje gotickou loď, kapli Panny Marie Růžencové, předsíň a sakristii v přízemí. V prvním patře nad sakristií se v této části budovy nachází depozitář. Gotická část kostela je zaklenutá čtyřmi poli křížové klenby. Celá tato konstrukce je užívána jako zimní kaple a je kryta valbovou střechou.



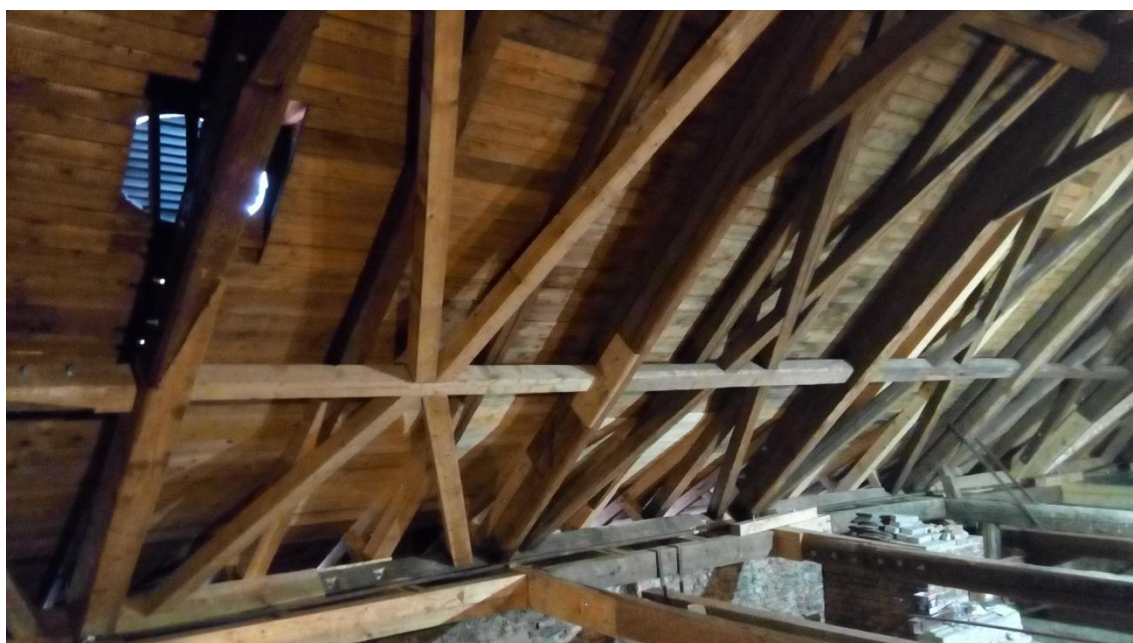
obr.53 - Gotické klenby [vlastní zdroj]

12.3.2. Průzkum krovu

Krov tvoří ležatá stolice plných vazeb, která je doplněná středovými táhly. Síly jsou do ležatých plných vazeb přenášeny bočními vaznicemi, vzepřenými diagonálními vzpěrami, které se nachází ve střešní rovině. Dochovaná konstrukce krovu pochází z roku 1822, kdy krov zcela vyhořel. Jedná se o dvou vaznicový krov, který má hambálky ve dvou úrovních. Celý krov je zavětrován pomocí Ondřejských křížů. V některé části konstrukce původní zavětrování chybělo, tak bylo nahrazeno novým.



obr.54 - Ležatá stolice krovu [vlastní zdroj]



obr.55 - Podélné zavětrování krovu [vlastní zdroj]

Po předběžném průzkumu krovu bylo zjištěno hned několik poruch. Uvnitř kostela byly na první pohled patrné trhliny ve vrcholu kleneb nad hlavním portálem u vstupu do chrámu. V dnešní době se uvnitř kostela nachází lešení, které slouží k restaurování maleb na klenbách. V prostoru krovu byly na první pohled patrné hodně poškozené pozednice, vaznice, kráčata a zhlaví krokví. Poškození bylo způsobeno masivním zatékáním dešťové vody do konstrukce, kdy se v konstrukci krovu zachytily dřevokazné houby a hmyz. Na konstrukci krovu byly patrné dřívější rekonstrukční

zásahy. Někde dokonce chyběly 5-ti boké patní nosníky, do kterých byly původně čepované vzpěry vaznic.



obr.56 - Chybějící prvek konstrukce krovu [7]



obr.57 - Vyjmutí napadeného prvku z konstrukce krovu [7]

Další problematická část byla sanktusová věžička. Její stav byl na hranici životnosti, věžička měla hodně poškozenou hrotnici. Krov nad severní kaplí nebyl nějak výrazně poškozen a byla provedena celková revize stávající měděné krytiny.



obr.58 - Špatný stav sanktusové věžičky [7]

12.3.3. Poruchy kostela a krovu

Poruch kostela bylo hned několik, mezi nejvíce viditelné poruchy patří rozevírání bočních zdí a tím pádem tvorba trhlin ve zdech. Tato porucha začala poměrně brzy po výstavbě nového kostela a věže. Úzce totiž souvisela se založením kostela v zemi. Nejvíce je to viditelné na věži, která je ke kostelu připojena. Věž je odchýlena od svislé osy o 59 cm, díky špatným základům či špatnému podloží. Podle posledních průzkumů se věž již nenaklání.

Další porucha, která souvisí s rozevíráním zdí jsou moc ploché klenby. Po prvním požáru, byl kostel přestavěn z gotického kostela na kostel barokní. Po této přestavbě se z vysokých kleneb staly klenby ploché (plackové). Vrcholy klenbových pasů nad středem lodi lehce poklesly, v důsledku příčného rozklápění obvodového zdiva.

Na první pohled, ne tak viditelná porucha, byla špatná volba střešní krytiny při poslední rekonstrukci. Dříve na kostele byla těžká břidlicová krytina, která byla vyměněna teprve před třiceti lety za lehkou krytinu měděnou. Už jen samotná výměna těžké krytiny za lehkou vedla k problémům se statikou. Buď špatným projektem nebo provedením klempířských prací na střeše vedlo k problémům s nástřešními žlaby.

Místo aby žlaby odváděly vodu z budovy, tak ji tam zadržovaly a docházelo k mohutnému zatékání vody do krovové konstrukce.



obr.59 - Špatná volba střešní krytiny vedla k zatékání vody do konstrukce [17]

Vysoká vlhkost v krovu zapříčinila rychlý rozvoj dřevokazných hub a hmyzu. Poškozené části krovu ztrácely svojí stabilitu a to vedlo k snížení pevnosti celé krovové konstrukce.

12.3.4. Sanace poruch kostela a krovu

Nejdříve bylo nutné vyřešit poruchy se statikou, zabránění dalšímu rozevírání zdí. Bylo proto navrženo pomocí statického výpočtu příčné sepnutí objektu při patách bočních ploch. V půdním prostoru byly navrženy dodatečné pilíře z betonových cihel (ve výkresu č. 13 jsou označené jako prvek Z1), na které byly umístěny ocelové nosníky HEB 140 (ve výkresu č. 13 jsou označené jako prvek O4). Tyčová táhla, která celou konstrukci stahují, se vzpírají o vložení ocelový nosník v úhlu zalomení 30°.



obr.60 - Umístění ocelových táhel v konstrukci [7]



obr.61 - Dodatečně vybudovaný pilíř z betonových cihel [7]

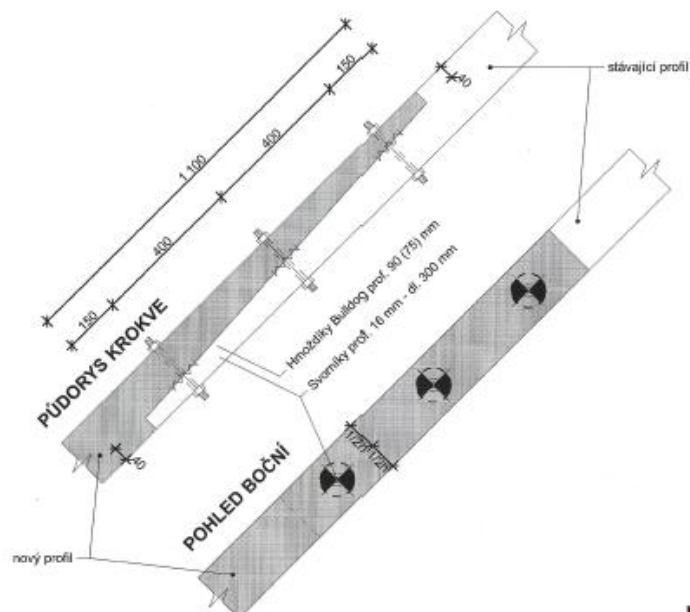
Po aktivaci příčného sepnutí táhel, tj. po 2. dotažení (min. 14 dnů) po osazení kotevních desek, následovala postupná oprava prasklin ve zdech. Bylo provedeno ruční hloubkové vyspárování prasklin pomocí vápenné malty. Při těchto úpravách bylo nutné sledovat pravidelným měřením, zda nedochází k rozevírání objektu.

Poté následovala oprava samotného krovu. Bylo prováděno postupné protézování napadených částí konstrukce., jako jsou vazné trámy a stojky plných vazeb krovu. Plné vazby musely být při protézování zajištěny provizorním podchycením a sepnutím. Dále byly protézovány krokve (min. v délce 2 m) a pozednice. Na obrázcích č. 63 a 64, 65 a 66 je vidět porovnání rýsovaných detailů s provedenou tesařskou prací. Dále zde byly umístěny nové námětky, pro nový sklon střevy a byl provedený nový žlab. V celé konstrukci krovu bude také probíhat postupná výměna krácat. Na obrázku č. 62 je také vidět protézování vazného trámu.



obr.62 - Příklad podchycení a sepnutí plných vazeb [7]

SCHÉMA PROTÉZOVÁNÍ KROKVE



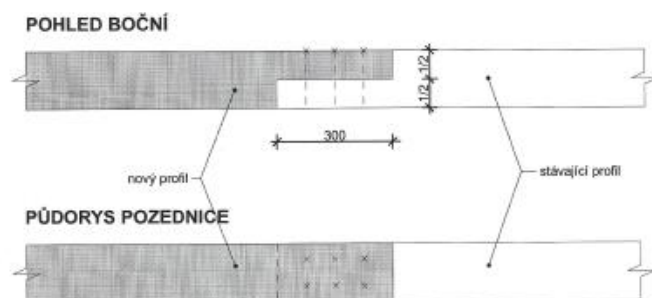
DETAIL D.02
M 1:10

obr.63 - Schéma protézování krokví [25]



obr.64 - Příklad tesařského provedení protézování krokví a nové umístění námětků [7]

SCHÉMA PROTÉZOVÁNÍ POZEDNICE



DETAIL D.03
M 1:10

obr.65 - Schéma protézování pozednice [25]

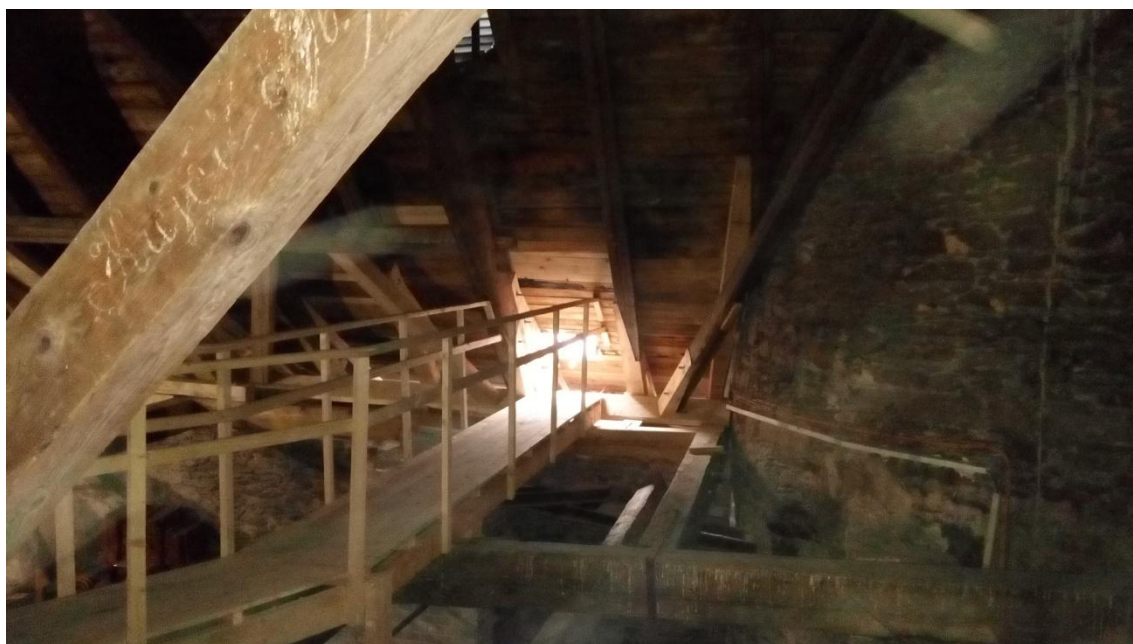


obr.66 - Příklad tesařského provedení protézování pozednice [7]

Protézy konstrukcí byly navrženy ze smrkového dřeva a byly napojovány převážně na šikmý plát. Jednotlivé plátovací spoje jsou fixovány ocelovými svorníky s

širokými podložkami. Mezi stykované plochy byly umístěny zazubené hmoždíky. Dřevěné prvky byly zbroušeny do 10 mm, aby bylo odstraněno povrchové poškození dřeva hmyzem. Dále byl proveden transparentní nástřik fungicidem.

V konstrukci krovu byly nově namontovány pochozí lávky v úrovni vazných trámů. Lávky jsou opatřeny oboustranným dřevěným zábradlím.



obr.67 - Nová pochozí lávka [vlastní zdroj]

Hlavní stavební úpravy se netýkali jen statických úprav krovu, ale i postupného sejmutí bednění a měděné krytiny. Hlavní problém u měděné krytiny byl zaatikovaný žlab, který byl nahrazen novým nástřešním žlabem po celé délce obvodu konstrukce. Nová střešní konstrukce bude provedena v pálené těžké krytině (prejzové krytině).



obr.68 - Sejmutí staré měděné krytiny [7]



obr.69 - Pokládka nové krytiny [7]

V současné době probíhá v kostele oprava kleneb. V prostoru krovu se na klenby dává asi 12 cm vrstva železobetonu. Provádí se tím celkové zpevnění a zvýšení kleneb.

12.3.5. Zhodnocení provedených oprav krovu

Informací k tomuto kostelu jsem získala nejvíce ze všech čtyř kostelů. Celkovou rekonstrukci krovu považuji za dobře provedenou. Při rekonstrukci se neopravil jen špatný krov (výměna poškozených prvků za nové), ale hledali se i příčiny, které mohli za špatný stav krovu.

Technologický postup rekonstrukce si myslím probíhal, tak jak měl. Nejdříve se musela vyřešit statika budovy, kdy se rozevírali obvodové stěny. Byla by hloupost nejdříve opravovat krov a pak až řešit statiku, protože by se stěny při opravě krovu mohli stále rozevírat. Dobré bylo, že se nebáli výměny celé střechy, i když ta původní tam nebyla zas tak dlouho (okolo 30 let).

Samotné protézování vypadá esteticky dobře, hlavně pro památkáře. Na první pohled je vidět, že nové prvky byly opracované ručně pomocí klasických tesařských nástrojů a navazují tak dobře na prvky staré. Považuji také za dobré užití transparentních chemických prostředků na ochranu dřeva.

Na obr. č. 67 můžeme vidět podpis zřejmě tesařského mistra z doby baroka. V té době bylo celkem běžné, že se mistr nebo všichni řemeslníci podepisovali buď na silné části krovů a nebo omítky přilehlé stěny.

Ptala jsem se pana projektanta Vlčka, který byl u této rekonstrukce přítomen, zda je krov nějak protipožárně chráněn. Bylo mi řečeno, že celý prostor krovu je jeden požární úsek, který je oddělený od ostatních požárních úseků protipožárními dveřmi. V prostorách krovu se pouze nachází přenosné hasicí přístroje.

12.4. Klášterní kostel nanebevzetí p. Marie v Domažlicích

12.4.1. Průzkum stavby

Historie kostela

Klášterní kostel tvoří dominantu západní části náměstí. Klášterní kostel patří řádu obutých Augustiniánů (mnichů), jejichž zakladatelem byl Václav II v roce 1287. Tento kostel prošel nejsložitějším stavebním vývojem ze všech čtyř kostelů. Stavba postupem času ztrácela na své velikosti. Podobu středověké stavby známe jen z historických vyobrazení, protože se středověkých prvků moc nedochovalo. Stejně tak se do dnešní

doby nedochovala ani barokní přestavba kostela, kterou navrhl sám Kilián Ignác Dientzenhofer. Do dnešní doby se zachovala jen klasicistní přestavba kostela.



obr.70 - Klášterní kostel nanebevzetí p. Marie [vlastní zdroj]

Klášterní kostel byl založen roku 1288, kdy byla podepsána stvrzovací listina pražským biskupem Tobiášem z Bechyně. Podobu středověkého kláštera z této doby neznáme, protože byl klášter zničen (vypálen) za husitských válek roku 1420. V roce 1534 byl získává město Domažlice do zástavby klášterní zboží. Přestavba kostela trvala po husitských válkách až do roku 1674.

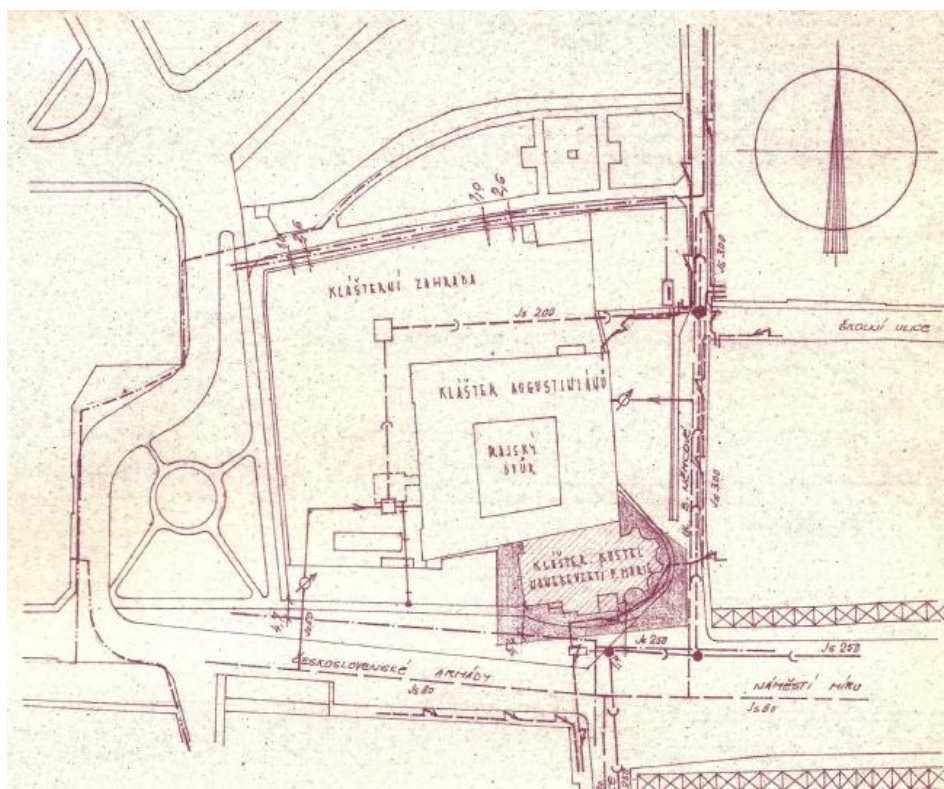


obr.71 - Vyobrazení klášterního kostela z roku 1674 [18]

V roce 1747 zachvátil celé město požár, nevyhnul se ani klášternímu kostelu. Nákladná barokní přestavba však nebyla nikdy dokončena, protože pro město Domažlice byla důležitější oprava děkanského kostela narození Panny Marie. Oprava klášterního kostela se vlekla až do roku 1832, kdy byl kostel přestavěn do klasicistní podoby a vysvěcen. Tuto podobu si klášterní kostel zachoval až do dnes. Původně se před kostelem na jižní straně nacházel hřbitov, který byl zničen v průběhu staletích.

Popis stavby

Objekt kostela je situován do historického jádra města. Nachází se na severozápadní straně náměstí, na rohu ulic Boženy Němcové a Msgre. B. Stašky (dříve ulice Čs. armády). Hlavní vchod do budovy se nachází na jižní straně objektu. Ze severní strany je ke kostelu připojena klášterní budova, kde se také nachází další vstup do kostela, protože obě budovy jsou propojeny. Kostel je také přístupný ze západní štítové strany, vchod se nachází za brankou, která je zamčená. V klášteře se nachází v dnešní době umělecká škola.



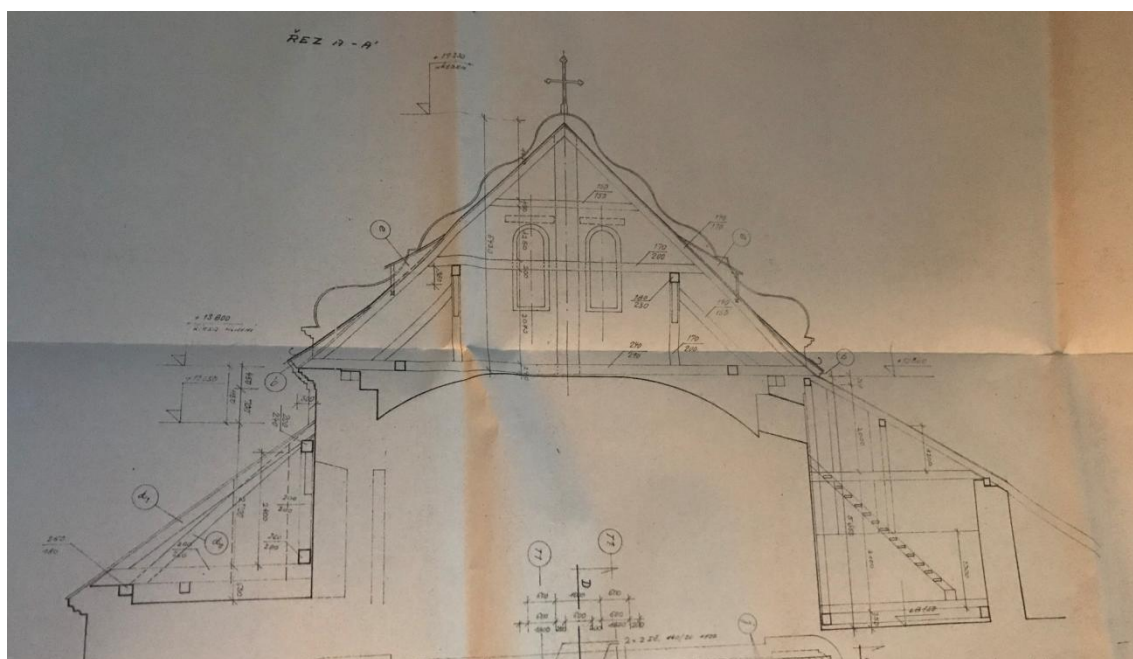
obr.72 - Situace klášterního kostela [26]

Kostel je jednolodní stavba, která je zastropena valenými klenbami. Strop nad předsíní a nad oratoří je rovný. Zdivo kostela je kamenné nebo smíšené kámen s

cihlou. Kostel byl několikrát radikálně přestavěn. Můžeme zde nalézt prvky gotické (opěrné pilíře v závěru presbytáře) i barokní (půlkruhově zaklenutá okna).

12.4.2. Průzkum krovu

Nad hlavní lodí kostela je soustava krovová vaznicová s plnými vazbami vč. sloupků, vzpěr a vazných trámů. Z jižní strany nad předsíní se nachází pultová střecha. Ze severní strany je střecha mezi kostelem a klášterem částečně pultová (do 2 metrů) a částečně sedlová, aby navazovala na střechu kláštera. Celý krov je zavětrován v podélném směru pomocí pásků.



obr.73 - Řez krovem [26]

Některé prvky krovu byly v místech spojů uvolněny, vlivem posunutí krovové soustavy. Čepy byly v několika místech vysunuty a mezi prvky vznikly mezery. Při rekonstrukci byly tyto spoje pomocí ocelových úhelníků sešroubované, aby byla krovová soustava pevnější.

U stavby klášterního kostela byl proveden nejdříve stavebně technický průzkum. Hlavní poškození budovy jsou připisovány otřesům od silniční dopravy. Průzkumem bylo zjištěno, že se na západní straně kostela naklání ven štítová stěna, která měla za následek i naklonění krovové konstrukce směrem k západní stěně. Při posunutí krovů došlo v místech tesařských spojů k uvolnění, vznikly tam mezery, které při rekonstrukci

krovu byly staženy pomocí ocelových úhelníků. Další závadou byl viditelný pokles konců krokví nad pozednicí z důvodů mokrého dřeva, vlivem špatné střešní krytiny.

Vlivem špatné střešní krytiny a zatékání do krovu se na některých dřevěných prvcích objevila hniloba nebo dřevokazné houby. Biotickými škůdci byly napadeny některé krokve, vazné trámy a celý krov nad oratoří. Krov i strop nad oratoří byl nejvíce napadený hnilobou a tyto konstrukce musely být vyměněny.

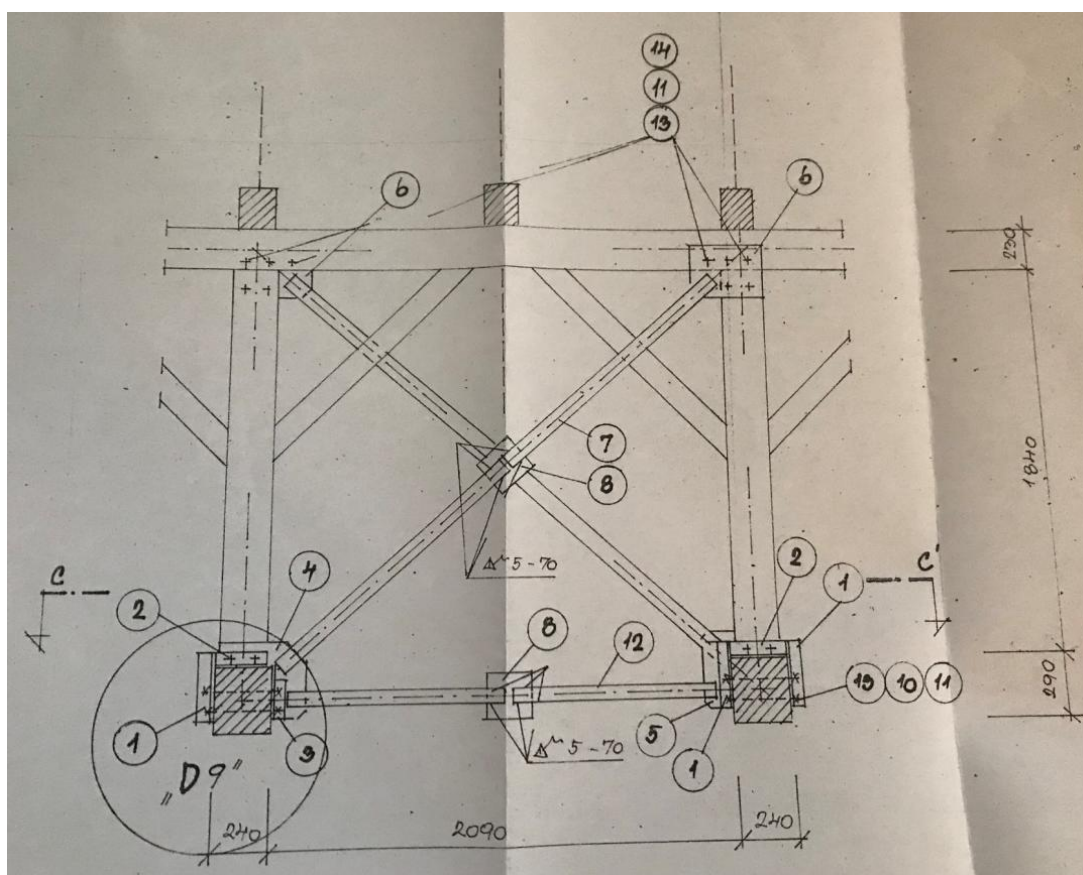
12.4.3. Poruchy kostela a krovu

Nad hlavní lodí kostela je vaznicová krovová soustava. Poškozená krovová konstrukce byla napadena jednak hnilobou, například vazný trám byl uhnílý ve zhlaví, ale také v konstrukci chyběly některé prvky (pozednice). Vlivem poškozené taškové krytiny docházelo k zatékání dešťové vody do konstrukce, a to mělo za následek viditelný pokles konců krokví nad pozednicí. Krovová konstrukce leží na stropních trámech, které před rekonstrukcí byly ve střední části zřícené.

Západní štítová stěna byla v havarijním stavu a nakláněla se směrem ven (cihly byly uvnitř zvětřelé a narušené), bohužel se směrem na západ nakláněl i krov. Dále byla hodně poškozená místnost oratoře, kde byly původní stropy částečně zřícené nebo již demontované. Stropní konstrukce byla dřevěná, trámová a bohužel poškozená od hniloby.

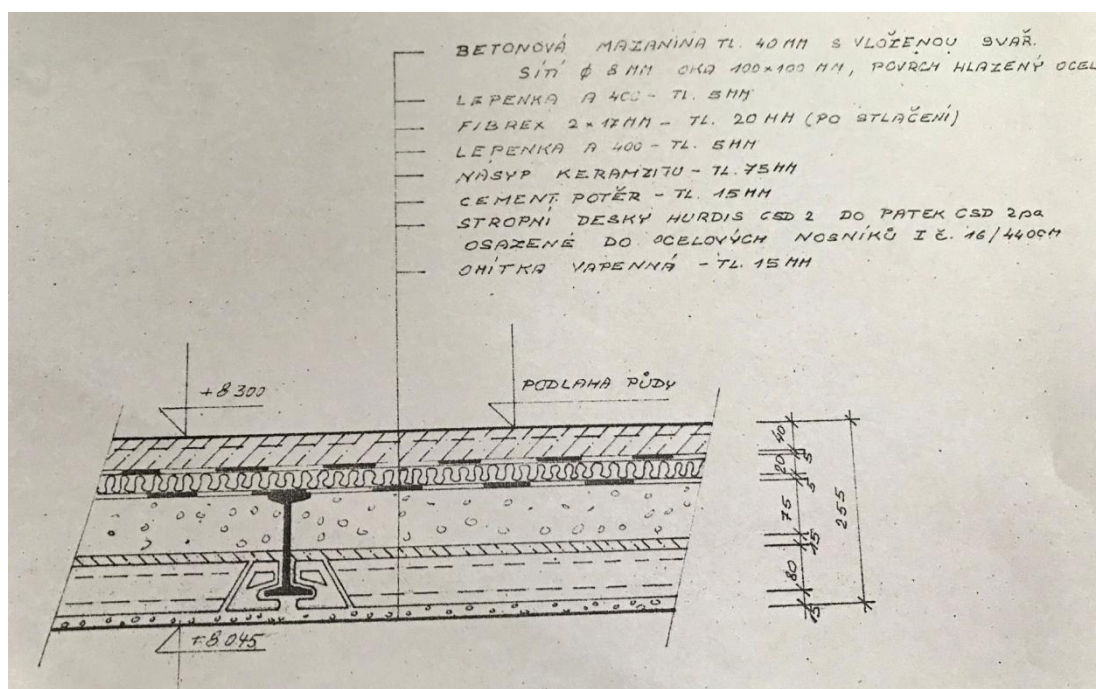
12.4.4. Sanace poruch kostela a krovu

Za pomoci rekonstrukce stavby, byla špatná štítová stěna vyměněna za novou a krov byl zpevněn ocelovou vzpěrou ve druhém vazném poli od západního štítu. Štítové zdivo bylo nově vyzděno z cihel plných VF P 15 na MVC 2,5. Pro zachycení naklánění sloupků plných vazeb byly navrženy ocelové vzpěry a rozpěry mezi vaznými trámy. Vzpěry a rozpěry byly provedeny za pomoci ocelových trubek průřezu 83 mm, které byly přichyceny ke styčným plechům objímek z ocelových úhelníků tl. 10 mm. Vytužení krovu najdeme ve výkresu č. 1D - 13/3.



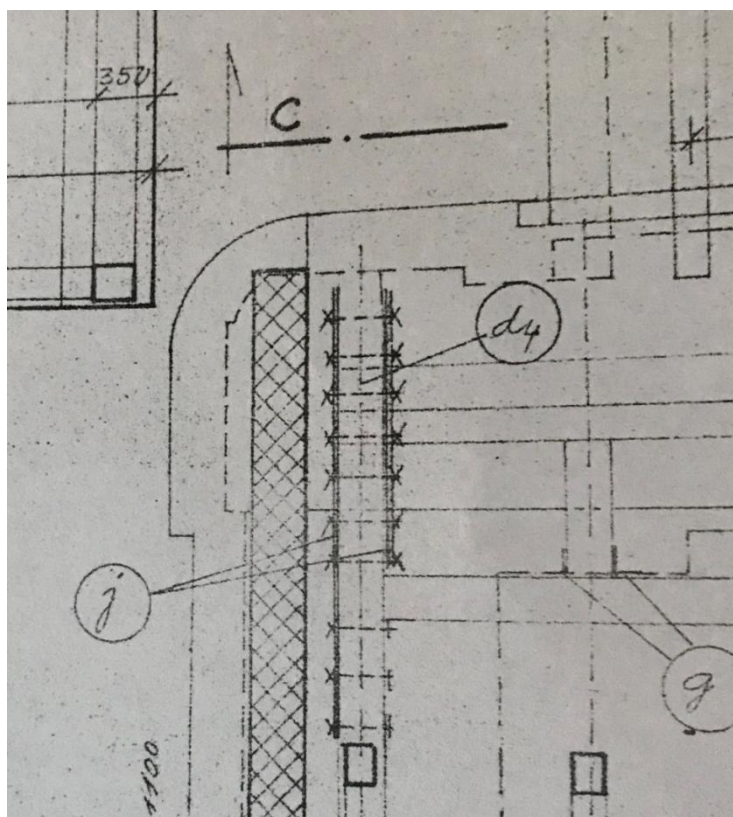
obr.74 - Řez výztuhou krovu [26]

Dále krov nad oratoří, který leží na stropní konstrukci, musel být podepřen v místě zříceného stropu, aby také nedošlo k jeho zřícení. Uhnílý, zřícený, dřevěný strop byl nahrazen novým stropem a následně i krov nad oratoří byl vyměněn za nový. Dřevěný strop byl nahrazen hurdiskovým, uloženým do ocelových nosníků. Ocelové nosníky byly pomocí ocelových táhel zavětrovány proti klopení, byly přivařeny na horní příruby nosičů. Tyto úpravy nad oratoří jsou znázorněné ve výkresech 1D - 7, 1D - 5.



obr.75 - Skladba stropu nad oratoří [26]

Při opravě krovu byl doplněn chybějící prvek pozednice za nový o rozměrech 240/200 mm. U poškozených krokví proběhla celá výměna prvku o rozměrech 140/160 mm. Na dvou místech krovu byla zjištěna vyskytující se dřevokazná houba ve stádiu klidu. Houba se nacházela na zhlaví prvního vazného trámu vedle štítu a pak se nacházela v krovu nad oratoří, který byl kompletně vyměněn za nový. Narušený vazný trám ve zhlaví byl ztužen ocelovými příložkami v délce 2500 a 1700 mm uložené na nadezdívce 300 mm. Celé to bylo sešroubováno pomocí ocelových svorníků. Tato oprava je viditelná z výkresu č. 1D - 3 (prvek j). Krov byl natřen chemickým nátěrem proti dřevokazným houbám, plísním a škůdcům.



obr.76 - Oprava vazného trámu pomocí dvou příložek [26]

Dále bude probíhala postupně demontáž střešního pláště nad hlavní lodí kostela. Práce postupovaly po jednotlivých vazebných polí ve směru od západu k východu. Vždy při rozkrytí stávajícího střešního pláště bylo nutno použít PE folii k zakrytí stávající konstrukce krovu.

12.4.5. Zhodnocení provedených oprav krovu

Bohužel nemohu zhodnotit dobře opravu tohoto krovu, protože jsem danou konstrukci neviděla. Jako u jediné stavby jsem nesehnala klíče nebo spíš správce budovy, který by mě do objektu klášterního kostela pustil.

Jediné co mi zarazilo byla oprava vazného trámu v zhlaví objektu. Oprava vazného trámu je viděna na obr. č. 76. Trám byl napadený dřevokaznou houbou, proto bych ho neopravila pomocí příložek ale napadenou část bych odřízla a opravu provedla alespoň pomocí protězy nebo pomocí celkové výměny vazného trámu.

Vadu vazného trámu jsem bohužel neviděla osobně. Neviděla jsem v jakém stavu je napadení od dřevokazné houby. Pokud by byl prvek napadený hodně, určitě bych přistoupila buď na výměnu celého prvku a nebo aspoň jeho části. Nechtěla bych aby se dřevokazná houba dále rozšiřovala do ostatních prvků krovu. Zřejmě to vypadá že

napadení trámu nebylo závažné, protože ostatní napadené prvky krovu (zřejmě v horším stavu) byly kompletně vyměněné. Pokud byl trám napadený jen málo a po ošetření dřevokazná houba zmizela, oprava pomocí příložek by stačila. Pomocí příložek by se trám více ztužil.

12.5. Kostel sv. Jiljí v Třebnicích

12.5.1. Průzkum kostela

Historie kostela

Kostel sv. Jiljí je původně gotickým jednolodním kostelem s věží. První zmínky o tomto kostelu byly v roce 1384. Kostel má masivní zdivo s malými okny, připomíná tím spíše pevnostní stavbu. V lodi kostela je kazetový strop a presbytář je zaklenut žebrovou klenbou. Dnešní podoba a zařízení kostela je zřízené v barokním stylu.

Kostel byl pak dlouho zanedbáván a po druhé světové válce se nacházel přímo v havarijním stavu. Největší opravy vyžadoval strop a střešní krytina. V roce 2008 bylo zřízeno provizorní zajištění poškozené římsy. V roce 2009 podala farnost v Domažlicích žádost na Ministerstvo kultury ČR o příspěvek z tzv. havarijního programu.

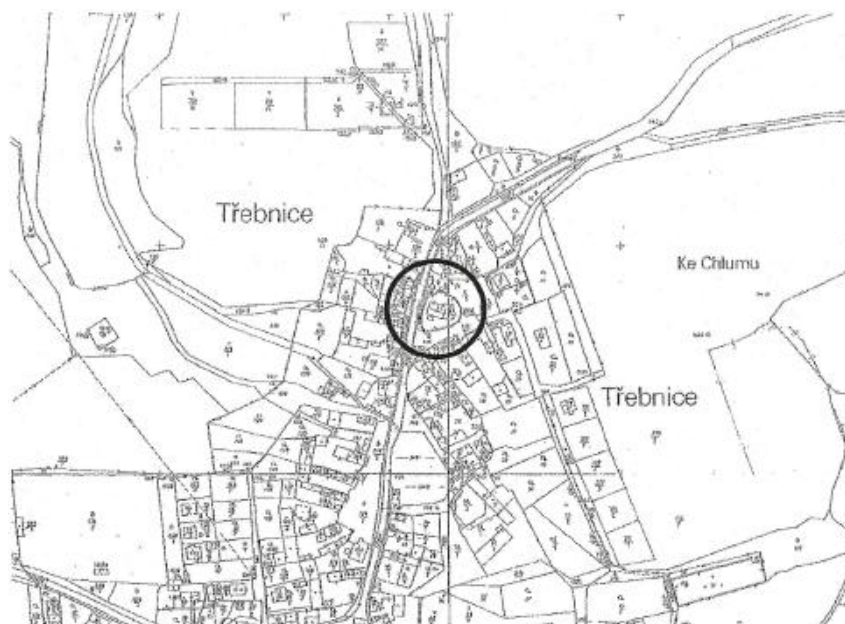


obr.77 - Kostel sv. Jiljí [7]

Popis stavby

Kostel se nachází v centru obce Třebnice. Okolí kostela je tvořeno bývalou hřbitovní plochou, dnes již zatravněnou, která je ohraničená kamennou zdí. Hlavní

vstup do stavby je orientován na jih. Loď kostela je obdélníkového tvaru. Ze severní strany kostela je vystavena věž, která je v dezolátním stavu. Kostel má nad lodí plochý strop a presbyterium je klenuté. Objekt je v současné době stabilizovaný. Stavba je dobře napojena na stávající technickou a dopravní infrastrukturu.



obr.78 - Situace kostela sv. Jiljí [27]

12.5.2. Průzkum krovu

Krov nad lodí kostela je tvořen v plné vazbě stojatou stolicí. Je tvořen hambalkem v jedné úrovni, který je podepřen středovými vaznicemi a sloupky s pásky. Přenos zatížení od střešního pláště probíhá přes krokve do vaznic, následně do svislých sloupků. Podélná tuhost krovu je v podélném směru zajišťována pásky. V rovině vazného trámu se nachází Ondřejské kříže, které slouží jako rozpěry proti ohybu trámu. Krov kostela sv. Jiljí je celkem v dezolátním stavu, proto zde bylo provedeno spoustu oprav.

Stojatá stolice krovu byla při rekonstrukci v plných vazbách doplněna o princip věšadla. Sloupky v konstrukci nejsou tím pádem namáhané tlakem, ale tahem. Takové síly jsou ze sloupků přeneseny do šikmých vzpěr. Důležité je, aby osy vzpěr a věšáků procházely jedním bodem a sloupek tak nebyl namáhán ohybem. Použitím principu věšadla se docílilo odlehčení konstrukce krovu.



obr.79 - Prvky krovové konstrukce před rekonstrukcí [7]



obr.80 - Prvky krovové konstrukce po rekonstrukci [7]

U stavby kostela sv. Jiljí byl proveden nejdříve archivní a orientační stavebně technický průzkum. Pro vlastní zpracování projektu byl proveden průzkum vlastních

konstrukcí kostela. Prostory uvnitř kostela byly ručně doměřeny, aby mohla být zpracována výkresová dokumentace.

Při průzkumu krovu uvažujeme spolupůsobení krovu s ostatními konstrukcemi. Pata krovu byla v havarijním stavu a bylo nutné zde postavit vnitřní lešení pro její opravu. Technický stav střechy nebyl dobrý, střešní tašky už byly dožilé a byla nutná výměna včetně laťování a klempířských prvků. Okolo celé budovy bylo postaveno venkovní lešení a většina prací z toho lešení probíhala.

Při průzkumu krovu jsme se zaměřili na nejvíce poškozené části krovu, které byly viditelné pouhým zrakem. Nejvíce byly poškozené prvky v patě krovu od zatékání dešťové vody. Konstrukce krovu byla moc vlhká a dařilo se zde především dřevokazným houbám, hnilobě a hmyzu. Tyto zmíněné poruchy vedly k poruše krovů.



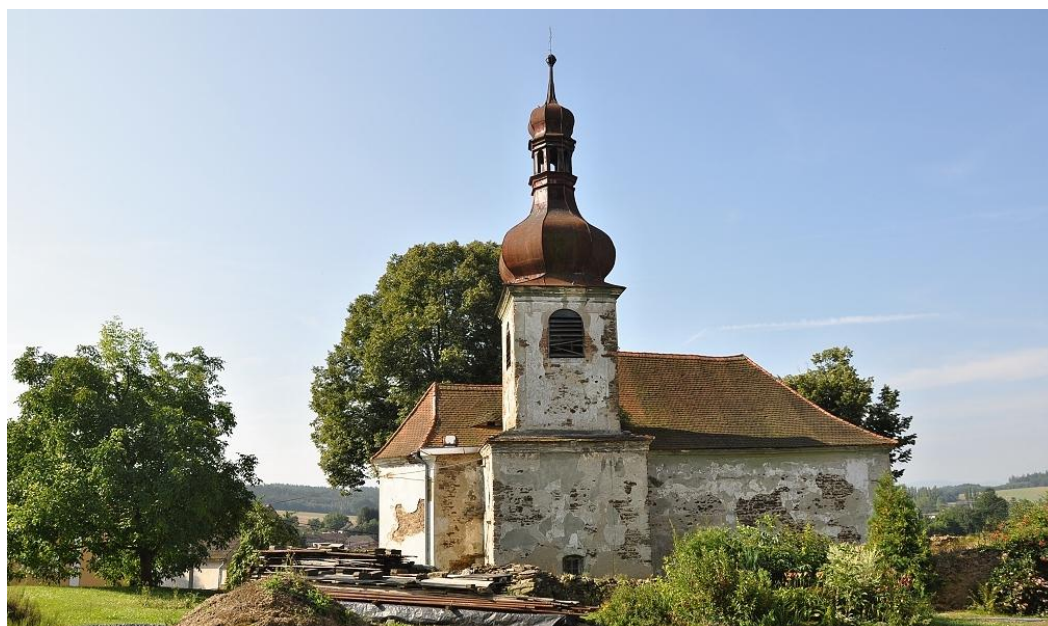
obr.81 - Poškozené části krovu [7]



obr.82 - Poškozené části krovu [7]

12.5.3. Poruchy kostela a krovu

Nejvíce závažnou poruchou kostela i krovu byla chátrající střecha. Do celého objektu zatékala voda, která se zde držela. Díky velké vlhkosti dřevěných prvků se zde dařilo biotickým škůdcům, jak je patrné v předešlých obrázců č. 81 a 82. Velká vlhkost krovu také způsobila větší zatížení obvodových zdí kostela, které mělo za důsledek rozevírání obvodových zdí. Postupem času došlo v konstrukci krovu k uvolnění vazeb.



obr.83 - Původní střešní krytina [7]

V celém areálu kostela se držela voda, v důsledku chybějící dešťové kanalizace. Objekt kostela měl nejenom mokrý krov, ale i stěny budovy byly nasáklé vodou a ve špatném stavu. Omítka stěn neustále opadávala.



obr.84 - Špatný technický stav omítek budovy [7]

12.5.4. Sanace poruch kostela a krovu

Než se začalo s rekonstrukcí objektu bylo nutné montážně zajistit (stáhnout a podepřít) krov lodi. Nejprve byl montážně podepřený krov a byla vyklizena stávající stavební suť. Stahování krovu bylo provedeno v plných vazbách při patě krovu, aby se zabránilo dalšímu roztlačení obvodových zdí kostela. Stáhnutí krovu bylo provedeno ocelovými lany o průměru cca 4 mm.

Opravy poškozených prvků, které byly napadeny biotickými škůdci, byly provedeny pomocí protéz. Poškozená část krovu byla odříznuta v místě zdravé části, aspoň 0,3 m za posledním viditelným napadením. V místě řezu byl aplikovaný chemický

prostředek, který by měl zabránit šíření biotických škůdců. Na nové části krovu byl také aplikován chemický nátěr. Pozednice byly konzervovány máčením v chemickém prostředku. Dřevo na protězy byly použity smrkové trámy stejného profilu, jako mají stávající konstrukce. U prvků ohýbaných bylo použito dřevěných příložek, patrné z obrázku č. 85. Uvolněné vazby v krovu bylo nutné překolíkovat nebo stáhnout pomocí ocelových pásků.

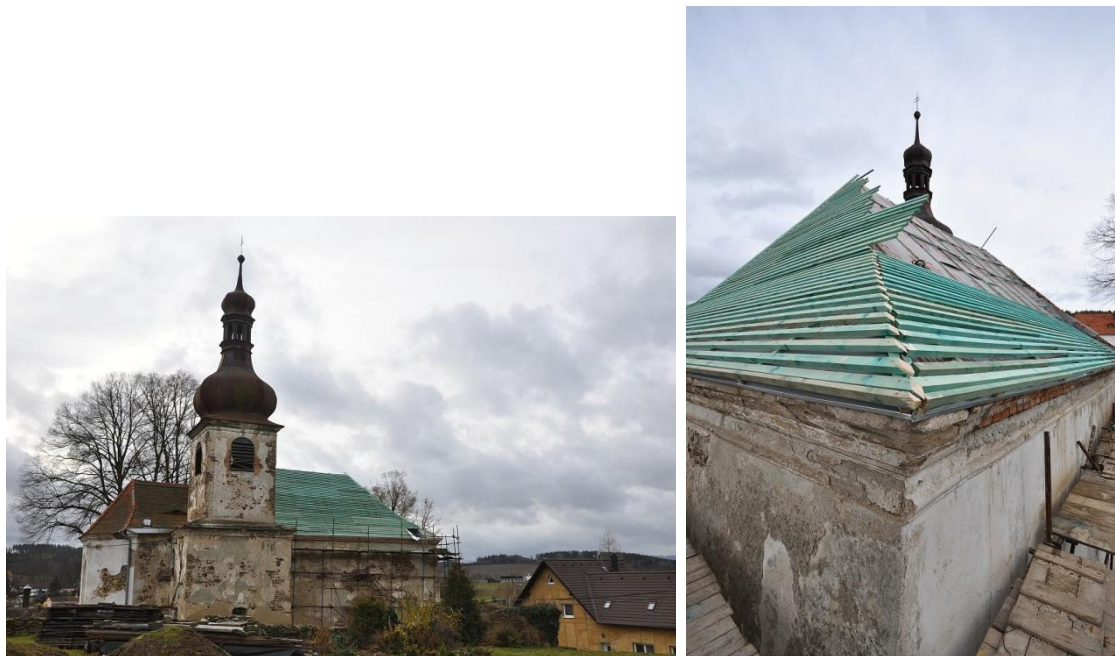


obr.85 - Opravené části krovu [7]



obr.86 - Opravené části krovu [7]

Na objektu kostela byla položena nová krytina. Stejně jako v předchozím případě zde byla použita pálená krytina typu bobrovky. Před pokládkou krytiny bylo nutné provést nové laťování.



obr.87 - Nové laťování konstrukce střechy [7]

Odsušení objektu kostela bude probíhat za pomoci nové dešťové kanalizace. Veškerá dešťová voda ze střech bude svedena pomocí svodů do kanalizace, která odvede vodu mimo areál hřbitova. Podél zdi kostela bylo položeno drenážní potrubí z děrovaného PVC, aby odvádělo vodu pryč od kostela.

12.5.5. Zhodnocení provedených oprav krovu

Kostel sv. Jiljí patří mezi památkově chráněné objekty a při stavebních úpravách by se to mělo brát v úvahu. Jako první mě v tomto případě zarazí jak byla provedena oprava krovu. Byl zde použit zelený nátěr, který chrání konstrukci před napadením dřeva dřevokaznými houbami a hmyzem. Zelená barva přitom úplně bije do očí. U památkově chráněných objektů by se měli používat pouze transparentní nátěry dřeva, jak je popsáno výše.



obr.88 - Viditelné použití zeleného ochranného nátěru [7]

Dřevo na opravu porušených částí krovů není vůbec opracované tradiční tesařskou metodou, je opracované strojově. Strojově upravené dřevo není hladké, je dalo by se říci chlupaté a snáz se do něj dostanou biotičtí škůdci. Opracované dřevo je díky tradičnímu provedení hladké a lépe chráněné i bez nátěru.

Doplnění vazeb o princip věšadla prospěl celé konstrukci. Vazné trámy byly odlehčené a už se tolik neohýbají. Rozpad páru vazných trámů, vedl k částečnému zřícení stropu kostela. A celý tento problém odstartoval danou rekonstrukci. Protože díky tomu, že se zřítíl strop dostala římskokatolická farnost Třebnice potřebné peníze na opravu.

Rekonstrukce kostela měla probíhat ve třech fázích. V první fázi mělo být provedeno odvodnění kostela, oprava střechy, včetně opravy krovové konstrukce. Ve druhé fázi by měla být provedena oprava venkovních omítek a v té třetí fázi se budou opravovat omítky vnitřní. Jsem ráda, že už proběhla aspoň ta první etapa kostela, kdy byla stavba zbavena přebytečné vody. Dnes, pár let po rekonstrukci, můžu říci jen, že to kostelu moc pomohlo. Omítky vnitřní i venkovní se už nedrolí a když přijdete dovnitř kostela není tam cítit vlhkost ze zdí, jako bývala dříve

.

12.6. Kostel sv. Vavřince u Domažlic

12.6.1. Průzkum stavby

Historie Kostela

Kousek od města Domažlic se nachází na kopci zvaném Veselá hora kostel sv. Vavřince. Podle pověsti byl kostelík založen knížetem Boleslavem v 10. století jako památka vítězství nad Maďary. Stavba kostela sv. Vavřince začala již roku 1685. Sv. Vavřinec je ochránce majetku před letními požáry a myšlenka postavení kaple k jeho cti vznikla právě při letním požáru města Domažlic roku 1683. Roku 1695 byl dne 10. srpna slavnostně vysvěcen. Později se na kostelík zapomnělo a stále více pustl. Později byl zásluhou domažlického rodáka P. Petra Bedřicha Floriána v roce 1769 kostel opraven a rozšířen. Kostel sv. Vavřince byl vysvěcen v roce 1775 domažlickým děkanem a okresním vikářem P. Šebestiánem Launským, jako barokní kostel.

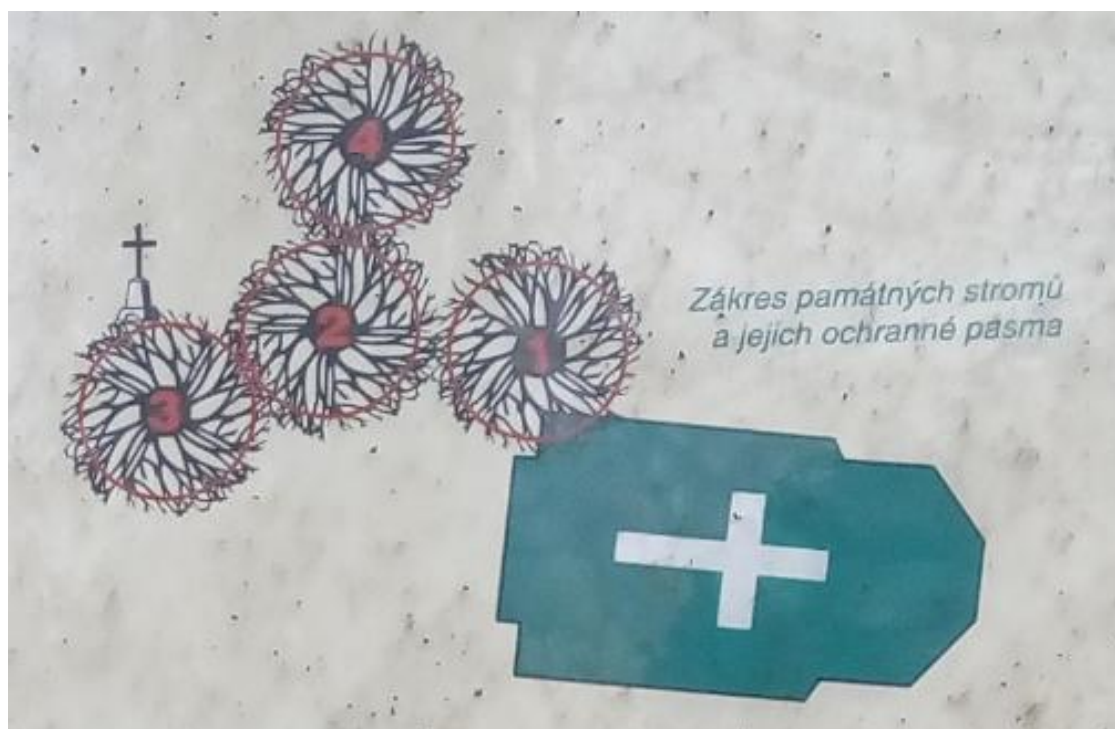
V josefínské době byl kostelík zrušen a prodán ve veřejné dražbě. Byl používán jako stodola, kde se mlátilo obilí. Roku 1851 byl znovu vysvěcen po důkladných opravách. Od tohoto roku se vždy v neděli po 10. srpnu (svátek sv. Vavřince) konají slavné bohoslužby a od roku 1939 město Domažlice pořádá Chodské slavnosti. Tato podoba kostela mu zůstala až do dnes. Nedávno jsem byla teprve zavedena elektřina a když bylo v roce 2008 zajištěno dostatek financí byla opravena střecha a její krov.



obr.89 - Kostel sv. Vavřince [vlastní zdroj]

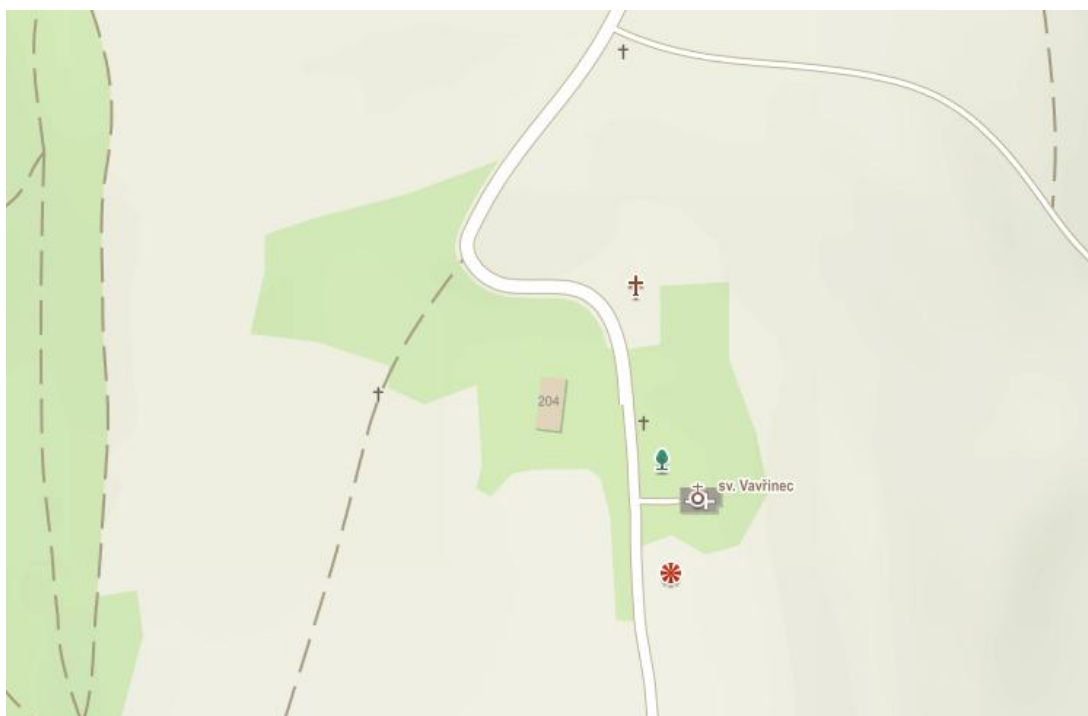
Popis stavby

Stavba kostela sv. Vavřince se nachází nedaleko Domažlic, na kopci zvaném Veselá hora ve výšce 580 m. n. m.. V okolí kostela se nachází skupina čtyř stromů zvané „Vavřínecké lípy“, které byly vyhlášeny v roce 2005 za památné stromy.



obr.90 - Zákres památných stromů v okolí kostela [vlastní zdroj]

Další budova, která se nachází na Veselé hoře je opuštěná budova bývalého penzionu a hospody. Na Veselou horu vedou dvě hlavní cesty, jedna cesta vede z Domažlic a druhá přes obec Stráž.



obr.91 - Mapa okolí kostela [19]

Stavba má tři vstupy do kostela. Hlavní vstup je situovaný na západní stranu a dva boční vstupy se nacházejí na jižní a severní straně kostela. Tvar budovy je jednoduchý, převážně obdélníkového tvaru a okna v konstrukci nejsou moc velká. Strop na hlavní lodi kostela je rovný, strop nad presbytářem je klenbový.



obr.92 - Rovný strop nad hlavní lodí a klenbový nad presbytářem [vlastní zdroj]

12.6.2. Průzkum krovu

Krov tvoří ležatá stolice plných vazeb, jak je patrné z výkresu č. 6 (řez B-B'). Síly jsou do ležatých plných vazeb přenášeny do vazných trámů, vzepřenými vzpěrami, které se nacházejí ve střešní rovině. Šikmé vzpěry jsou do vazných trámů čepovány v blízkosti jejich podpor. Ve vazbě dojde k výraznému snížení ohybového momentu, kterými jsou vazné trámy namáhány. Střecha kostela není moc vysoká, krov má hambalky jen v jedné úrovni. Zavětrování krovu je řešeno pomocí Ondřejských křížů v podélné rovině, patrné v výkresu č. 3 a č. 5 (půdorys krovu, řez A-A').

U stavby kostela sv. Vavřince byl proveden nejdříve archivní a orientační stavebně technický průzkum. Prostory uvnitř kostela byly ručně doměřeny, aby mohla být zpracována výkresová dokumentace.

Při průzkumu krovu jsme se zaměřili na nejvíce poškozené části krovu, které byly viditelné pouhým zrakem. Nejvíce byly poškozené prvky například pozednice, námětky, části krokví a bednění střechy od zatékání dešťové vody. Konstrukce krovu byla moc vlhká a dařilo se zde především dřevokazným houbám a hnilobě.

Krov kostela není dobře přístupný zevnitř budovy, tak musely být všechny opravné práce prováděny zvenčí.

12.6.3. Poruchy kostela a krovu

Největší poruchou této stavby byla špatná střešní krytina, která měla za následek zatékání dešťové vody do krovu. Díky zvýšené vlhkosti dřeva byly prvky napadeny dřevokaznými houbami a hnilobou. Mezi napadené prvky patří pozednice, námětky, spodní části krokví a bednění střechy.

Nad klenbou presbytáře se nacházel uhnílý vazný trám, který svojí váhou zatěžoval klenbu. V konstrukci lodi kostela se nachází u stropní konstrukce ocelové táhlo, které pravděpodobně stahuje obvodové zdivo k sobě. Ocelové táhlo je viditelné na obrázku 92. Vlhký krov zřejmě přetěžoval boční zdi a ty se postupem času začaly od sebe oddalovat.

12.6.4. Sanace poruch krovu

Nejdříve se začalo se stažením obvodových zdí konstrukce. Stažení konstrukce bylo provedeno pomocí ocelového táhla, který se nachází pod stropní konstrukcí lodi a je běžně viditelný.

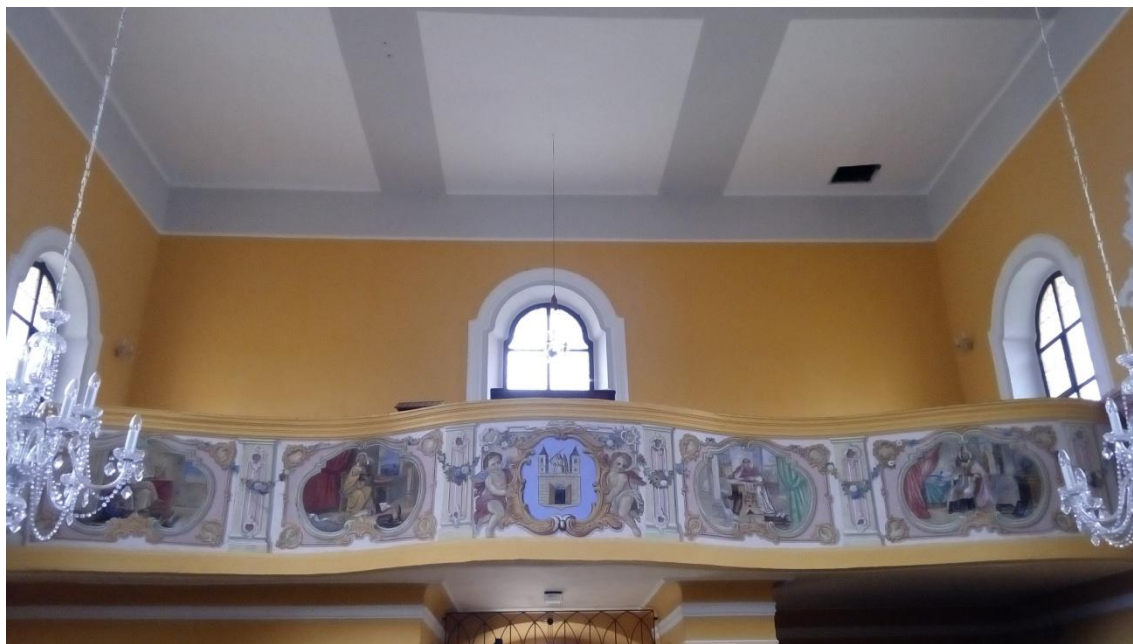
Postupně se začala demontovat střešní krytina (asbestocementová). Poškozené části krovu bylo nutno nejdříve uvolnit od suti, která se v konstrukci krovu nacházela. Poté se odstranily uhnilé části dřevěných prvků a vyčistilo se pečlivě zdivo okolo.

Uhnilé části prvků se nahradily novými částmi pomocí protéz. Poškozená část prvku byla odříznuta v místě zdravé části za posledním viditelným napadením. V místě řezu byl aplikován fungicidní nátěr, který zabraňuje šíření biotických škůdců. Na nové části prvků byl také aplikován fungicidní nátěr. Prvky byly také opraveny klasickou tesařskou metodou, aby lépe zapadly do barokní konstrukce krovu. Spoje u protéz jsou jištěny pomocí svorníků.

Po opravě krovu, přišla na řadu výměna střešní krytiny. Stará krytina asbestocementová byla vyměněna za novou, vláknocementovou krytinu. Špatné části bednění bylo nutné vyměnit za nové.

12.6.5. Zhodnocení provedených oprav krovu

Bohužel nemohu zhodnotit dobře opravu tohoto krovu, protože jsem danou konstrukci neviděla. Vstup do krovu se nachází ve velké výšce a bohužel nám nevystačil přivezený žebřík. Byla potřeba mít žebřík dlouhý přibližně 6 - 7 m, my měli jen 4 m. Vstup do krovu je celkově hodně malý, myslím si že má rozměrově tvar 80 x 80 cm.



obr.93 - Vstup do krovu, pravý horní roh [vlastní zdroj]

Kostel uvnitř vypadá skoro jako novostavba. Táhlo použité ke stažení obvodových stěn, je natřené nátěrem stejným jako má vnitřní zdivo (obr. č. 92), aby nebylo na první pohled vidět. Po vizuálním průzkumu vnitřní konstrukce kostela jsem nenašla žádnou jinou viditelnou poruchu (např. trhlinu).

12.7. Finanční náročnost staveb

Všechny budovy se můžou zařadit mezi památkově chráněné stavby. Financování památkově chráněných budov není snadné. Správně by měl vlastník stavby na své náklady pečovat o stavbu, udržovat ji v dobrém stavu nebo dokonce opravovat. Jelikož oprava nebo údržba památky není jen v zájmu vlastníka, ale i celé společnosti, funguje v ČR aspoň částečná finanční podpora od státu. Zbytek financí si musí vlastník sehnat sám, např. pomocí veřejných peněžních sbírek.

Vlastník musí snášet zákonem ustanovená omezení o ochraně památek. Naštěstí tyto omezení stát finančně kompenzuje. Způsob financování památkové péče lze rozdělit do dvou skupin. První skupinu nazýváme přímé fondy, to znamená podpora

pomocí poskytování finančních prostředků. Druhá skupina se nazývá nepřímé fondy, ta podporuje vlastníky pomocí osvobození od daní.

Přímé financování

Poskytuje finanční podporu jen na základě stanovených podmínek. Jedná se o velkou finanční podporu. Finanční příjmy jsou poskytovány ze státního rozpočtu, z Evropské unie nebo mezinárodní spolupráce.

Nepřímé financování

Podpora je realizována pomocí daňových úlev. Pro vlastníky staveb není moc významná, malá finanční podpora.

Správná rekonstrukce by měla být u krovu provedena tak, aby opravené prvky co nejlépe zapadly do historické koncepce budovy. Dřevěné prvky by měly být otesány pomocí tradiční tesařské metody, tedy ručně. Ruční práce jsou na takovýchto přestavbách ty nejdražší. V dnešní době je vše vyráběno strojově, takže tesaři, kteří dobře ovládají své řemeslo jsou hodně ceněni.

13. Závěr

V práci jsem se zabývala obecným historickým vývojem krovu, jejich vady a poruchy a následné sanace. Obecnou teorii jsem pak aplikovala na čtyři projekty kostela, které jsem měla zapůjčené z fary v Domažlicích.

První část práce byla řešena teoreticky. Zabývala jsem se jak historickým, tak novodobým vývojem krovů. Popsala jsem z jakých materiálů se stavěly krovy, jaké se při tom užívaly technologie, jaké se užívaly tradiční tesařské spoje.

Dále jsem se nejvíce zabývala vadami a poruchami krovů, jaký je mezi nimi rozdíl a jak vznikají. Uvedla jsem také několik příkladů vad a poruch, které mají negativní vliv na konstrukci krovu. Poruchám krovů můžeme předejít preventivní ochranou dřeva. Dále jsem řešila následné sanace vad a poruch, jaké metody a přístroje se při tom používají.

Druhá část byla řešena prakticky. Popsala jsem v ní jednotlivé čtyři kostely, jejich průzkumy stavby a průzkumy krovu. Všechny čtyři kostely byly už po nějaké rekonstrukci, tak jsem zde popsala, které vady a poruchy byly při rekonstrukci řešeny a jak vypadala jejich následná oprava. Následně jsem každou tu rekonstrukci zhodnotila. Popsala jsem jak si myslím, že rekonstrukce dopadla, zda byla zdařilá či nikoliv.

Všechny tyto popisy kostelů jsou doplněné o fotografie. Ke dvěma kostelům mám i fotografie opravených částí krovu. Do jednoho kostela jsem se sice dostala, ale přístup do krovu nebyl možný. K poslednímu kostelu se mi nepodařilo sehnat správce objektu, který by mě pustil dovnitř.

Bylo strašně zajímavé vidět v praxi jak vypadá taková rekonstrukce krovu kostela. Jaké všechny práce se za takovou rekonstrukcí nachází. Nikdy bych neřekla jak jedna vada může vést k několika docela závažným problémům, které se musí nutně opravit. Bez rekonstrukce kostela by jinak mohlo postupem času dojít k zřícení buď jen nějakých částí nebo i celé konstrukce, v nejhorším možném případě.

Součástí diplomové práce je CD-ROM, na kterém se nachází práce v elektronické podobě, ve formátu PDF.

14. Seznam výkresů

Kostel narození Panny Marie v Domažlicích

- 5 → Půdorys krovu - stávající stav
- 6 → Řez příčný - stávající stav
- 7 → Řez podélný B-B' - stávající stav
- 11 → Půdorys krovu - návrh
- 12 → Řez krovem příčný A-A' - demontáž
- 13 → Řez krovem příčný A-A' - návrh
- 14 → Řez krovem podélný B-B' - návrh

Klášteřínský kostel nanebevzetí p. Marie v Domažlicích

- 1D - 3 → Krov
- 1D - 4 → Podélné řezy C, D krovu
- 1D - 5 → Část nového krovu nad oratoří
- 1D - 7 → Kladečský plán stropu nad oratoří
- 1D - 11 → Detail 4 - kotlík nadřímsového žlabu
- 1D - 12 → Detail 5 - střešní vikýř pultový
- 1D - 13/3 → Vyztužení krovu

Kostel sv. Jiljí v Třebnicích

- F.1.1 → Půdorys krovu
- F.1.2 → Půdorys úprav přízemí
- F.1.3 → Půdorys statického zajištění
- F.1.4 → Řez krovem lodi

Kostel sv. Vavřince u Domažlic

- 3 → Půdorys krovu
- 5 → Řez A-A'
- 6 → Řez B-B'

15. Seznam použitých zdrojů

- [1] Vinař Jan - Kufner Václav
Historické krovu Konstrukce a statika. Vinař, Jan - Kufner, Václav. Praha : Grada, 2004. ISBN:80-7169-575-0
- [2] Vinař Jan - *Historické krovu Technologie průzkum, opravy*. Vinař, Jan a kol. Praha : Grada, 2010. ISBN:978-80-247-3038-7
- [3] Vinař Jan - *Historické krovu 2 Průzkumy a opravy*. Vinař, Jan a kol. Praha : Grada, 2005. ISBN:80-247-1111-7
- [4] LUNGA, Radek a Jaroslav SOLAŘ. *Kostelní věže a zvonice. Kampanologie návrhování poruchy, rekonstrukce a sanace*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-1236-9.
- [5] ŠKABRADA, Jiří. *Konstrukce historických staveb*. Praha 3: Argo, 2003. ISBN 80-7203- 548-7.
- [6] JELÍNEK, Lubomír. *Tesařské konstrukce*. Praha: Informační centrum České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, 2003. ISBN 80-86364-98-4.
- [7] <http://farnostdomazlice.cz/>
- [8] http://www.fce.vutbr.cz/PST/kolar.r/files/BH02_prednaska_11_2014_STUDENTI.pdf
- [9] <http://www.seidl.cz/cz/publikace/pozarni-problematika-drevenych-konstrukci-73.html>
- [10] <http://stavba.tzb-info.cz/strechy/8852-problematika-nadmerne-vlhkosti-u-stresnich-plastu-sikmych-a-strmych-strech>
- [11] <http://stavebnikomunita.cz/m/blogpost?id=6453524%3ABlogPost%3A35037>
- [12] <http://www.skudci.com/>
- [13] <http://www.ochrana-domova.cz/ochrana-domova/impregnace-a-sanace/tlakova-hloubkova-injektaz/>
- [14] <http://stavba.tzb-info.cz/vlastnosti-drevostaveb/13628-tepelne-metody-sanace-drevenych-prvku-konstrukci-pri-biotickem-napadeni>
- [15] <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/drevostavby/rekonstrukce-drevenych-prvku-protezovanim-prilozkovanim-a-ukotvenim-do-ocelovych-konzol>
- [16] <http://www.roubenkyasruby.cz/nastroje>

- [17] https://domazlicky.denik.cz/zpravy_region/voda-ponicila-krov-i-nastenne-malby-v-kostele-20140410.html
- [18] PROCHÁZKA, Zdeněk. *Klášter a kostel augustiniánů v Domažlicích*. V Domažlicích: Ve spolupráci s Českou provincií řádu svatého Augustina vydal Zdeněk Procházka, Nakladatelství Českého lesa, 2014. ISBN 978-80-87316-40-5.
- [19] <https://mapy.cz/>
- [20] [file:///C:/Users/Lenka/Downloads/prednaska_krovy%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Lenka/Downloads/prednaska_krovy%20(2).pdf)
- [21] http://uvp3d.cz/dum/?page_id=2416
- [22] <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/8.html>
- [23] <http://stavba.tzb-info.cz/drevene-konstrukce/10365-vybrane-vady-drevenych-nosnych-konstrukci>
- [24] file:///C:/Users/Lenka/Downloads/032_pr_okruhy_krovy_stropy_hrazdene_stavby_k124_drevo.pdf

Kostel narození Panny Marie v Domažlicích

- [25] Investor: Římskokatolická farnost Domažlice, náměstí Míru 136, Domažlice

Klášteří kostel nanebevzetí p. Marie v Domažlicích

- [26] Investor: Arciděkanský úřad v Domažlicích

Kostel sv. Jiljí v Třebnicích

- [27] Investor: Římskokatolická farnost Třebnice, náměstí Míru 136, Domažlice

Kostel sv. Vavřince u Domažlic

- [28] Investor: Římskokatolická farnost Domažlice, náměstí Míru 136, Domažlice