Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí

Průzkum a návrh sanace dřevěného krovu historické budovy

Diplomová práce

Autor: Bc. Jan David

Vedoucí práce: Ing. Jitka Beránková, PhD.

2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: *„Průzkum a návrh sanace dřevěného krovu historické budovy“* vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jitky Beránkové, PhD., a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 20. 4. 2015

Jan David

Poděkování

Touto cestou chci poděkovat vedoucí mé diplomové práce, paní Ing. Jitce Beránkové, PhD, za poskytnutí zázemí, bez kterého bych tuto práci jen obtížně zpracovával. Slova díků směřuji i k vedoucí laboratoře VVÚD v Březnici, paní Ing. Anně Součkové, za vstřícnou výpomoc při vypracovávání praktické části práce. A v neposlední řadě chci poděkovat všem lidem ve svém okolí, kteří mi byli oporou po celou dobu studia, především svojí rodině.

Děkuji!

Jan David

Průzkum a návrh sanace dřevěného krovu historické budovy

Abstrakt:

Předmětem zájmu této práce je stavebně-technický průzkum, posouzení stavu a navržení sanačního řešení u krovu a s ním souvisejících dřevěných konstrukcí. Průzkum byl proveden na roubené stavbě ležící nedaleko Jablonce nad Jizerou v obci Bratrouchov.

Vzhledem k provázanosti konstrukce krovu s dalšími navazujícími dřevěnými konstrukcemi byly do oblasti zkoumání zahrnuty i stropní konstrukce a konstrukce obvodových stěn. Při průzkumu byly použity smyslové, nástrojové a přístrojové měřící metody. Jejich kombinací se odhalila poškození dřevěných prvků a určily jejich bližší parametry. V rámci provedeného průzkumu byla nalezena poškození biotického i abiotického původu. Výsledkem je kompletní posouzení stávajícího stavu objektu, kdy se blíže určilo, které části dřevěných konstrukcí nebo jejich prvků je třeba opravit, a které je nezbytné zcela vyměnit. Na základě získaným poznatků se navrhla sanační opatření, která je nezbytné provést k uvedení nosných dřevěných konstrukcí do stabilně vyhovujícího stavu. Vzhledem k rozsahu, náročnosti a rizikovosti navržené sanace bylo doporučeno i vážně zvážit možnost kompletní rekonstrukce objektu.

Klíčová slova:

historický krov, střešní konstrukce, sanace, ochrana dřeva, dřevokazné houby a hmyz, typologie krovů

Research and saving project of the historical wooden roof structure

Abstract:

The focus of this thesis is constructional survey, condition assessment and designing of sanitation solutions for the roof and related timber structures. The survey was conducted on a timbered building, located near Jablonec nad Jizerou in the village Bratrouchov.

Because of the interdependency truss structure with other related wooden structures were in the exploration included ceiling and wall constructions. In the survey were used sensory, tool and instrumental measuring methods. Their combination is revealed damage of wood elements and determine their further parameters. As part of the executed research were found biotic and abiotic damages of origin. The result is a complete assessment of the current state of the building, which is closer to determine which parts of the wooden structures or their components need to be repaired and which must be completely replaced. Based on the acquired knowledge were proposed remedial steps that are necessary to bring the load-bearing timber structures to consistently satisfactory condition. Given the scale, complexity and risk of proposed sanitation was recommended even seriously consider the possibility of a complete reconstruction.

Key words:

historical roof, roof structure, sanitation, treatment of wood, wood-decaying fungus, wood-boring insect, roof typology

Obsah

1. Úvod 12
2. Cíle práce 14
3. Typologie konstrukcí historických krovů 15
3.1. Ploché střechy a střechy s malým pádem 15
3.2. Střechy sedlové a pultové 15
3.2.1. Sedlové střechy 15
3.2.2. Pultové střechy 15
3.3. Vazníkové krovy (krovy s vlašskými krokvemi) 16
3.4. Krokevní soustavy 17
3.4.1. Krokevní soustava prostá 18
3.4.2. Krokevní soustava se vzpěrami 18
3.4.3. Krokevní soustava podélně podepřená 18
3.5. Hambalkové krovy 18
3.5.1. Hambalková soustava prostá 19
3.5.2. Hambalková soustava podepřená 20
3.6. Vaznicové krovy 22
3.6.1. Vaznicová soustava s ležatou stolicí (vzpěradlem) 22
3.6.2. Vaznicová soustava se stojatou stolicí 24
3.6.3. Vaznicová soustava se zděnými pilířky 25
3.7. Krovy věží a centrálních staveb 26
4. Přirozená trvanlivost dřeva 29
4.1. Posuzování trvanlivosti dle norem 29
4.1.1. Trvanlivost dle druhu dřeviny 29
4.1.2. Trvanlivost dle expozice prostředí 30
4.2. Ovlivňující faktory 31
5. Činitelé způsobující poškození dřevěných střešních konstrukcí 32
5.1. Primární abiotičtí degradační činitelé 32
5.1.1. Poškození dřeva atmosférickými vlivy 32
5.1.2. Poškození dřeva požárem 33
5.2. Sekundární biotičtí degradační činitelé 33
5.2.1. Příčiny napadení biotickými škůdci 34
5.2.2. Dřevokazný hmyz 35
5.2.3. Dřevokazné houby 37

6. Ochranné a sanační pracovní postupy u krovů 41
6.1. Ochranné pracovní postupy 41
6.1.1. Fyzikální ochrana dřeva 42
6.1.2. Konstrukční ochrana 42
6.1.3. Chemická ochrana dřeva 44
6.2. Sanační pracovní postupy 46
Průzkum poškození dřeva 46
6.2.1. Koncepce průzkumu 46
6.2.2. Likvidace dřevokazných hub 46
6.2.3. Likvidace dřevokazného hmyzu 47
6.2.4. Opravy a rekonstrukce krovu 48
7. Průzkum historického krovu a analýza odebraných vzorků 51
7.1. Metodika průzkumu 51
7.1.1. Cíl a rozsah průzkumu 51
7.1.2. Struktura průzkumu a jeho dokumentace 51
7.1.3. Průzkum statiky krovu 52
7.1.4. Posuzovaná hlediska při terénním průzkumu 52
7.1.5. Postup průzkumu 54
7.2. Zkoumaný objekt 59
7.2.1. Lokalizace 59
7.2.2. Historie 60
7.2.3. Rozsah průzkumu 61
7.2.4. Celkový současný stav chalupy 61
7.2.5. Vnitřní průzkum prvního nadzemního podlaží 62
7.2.6. Průzkum podkroví 65
7.2.7. Výsledky průzkumu 69
7.2.8. Mykologický posudek 79
7.2.9. Návrh sanačních opatření 81
7.2.10. Postup navržených sanačních opatření 84
8. Závěr 87
9. Použité informační zdroje 89

Příloha

Fotodokumentace z průzkumu…….. I - X

Seznam obrázků

Obr. 1: Pultová střecha podepřená stolicí 16
Obr. 2: Krov s vlašskými krokvemi 17
Obr. 3: Hambalková soustava prostá 20
Obr. 4: Hambalková soustava podepřená 21
Obr. 5: Vaznicová soustava s ležatou stolicí 24
Obr. 6: Vaznicová soustava se stojatou stolicí 25
Obr. 7: Krov čtyřboké věže 28
Obr. 8: Tesařík krovový (Hylotrupes bajulus) 36
Obr. 9: Červotoč umrlčí (Anobium pertinax) 37
Obr. 10: Dřevomorka domácí (Serpula lacrymans) 39
Obr. 11: Popraška sklepní (Coniophora puteana) 40
Obr. 12: Digitální hydro / termometr 58
Obr. 13: Tester vlhkosti dřeva 58
Obr. 14: Presslerův nebozez 59
Obr. 15: Jihovýchodní pohled na zkoumanou stavbu 60
Obr. 16: Půdorys prvního nadzemního podlaží 63
Obr. 17: Příčná vazba u východního štítu 65
Obr. 18: Plná příčná vazba u západního štítu 67
Obr. 19: Půdorys krovu podepřené hambalkové soustavy 67
Obr. 20: Středová podélná stolice krovu 68
Obr. 21: Západní štítová strana objektu 73
Obr. 22: Vzorky odebrané při vývrtové metodě 74
Obr. 23: Jižní strana objektu 76
Obr. 24: Severní strana objektu 77
Obr. 25: Mikroskopický pohled na hyfy substrátového mycelia dřevokazné houby – 400 násobné zvětšení 79

Seznam tabulek

Tab. 1: Příklady dřevin zařazených dle kritérií ČSN EN 350-2 30
Tab. 2: Výpis prvků nosné konstrukce krovu 66
Tab. 3: Naměřená teplotně-vlhkostní charakteristika vzduchu ve stavbě 69
Tab. 4: Lokalizace a hodnoty z měření vlhkosti dřeva 70
Tab. 5: Nalezená napadení způsobená dřevokazným hmyzem 72
Tab. 6: Výpis prvků příčných vazeb a podélné stolice s poškozením a návrhem sanace 78
Tab. 7: Výsledky z analýzy preparátů pod mikroskopem 81

Seznam zkratek a symbolů

F – dřevokazná houba

I – dřevokazný hmyz

M – mechanická destrukce

D – doplněný nekvalitní prvek

V – výměna

P – protézování

N – nevracet prvek

T – tesařík

Č – červotoč

S – staré napadení

A – aktivní napadení

ČSN – česká technická norma

ČSN EN – česká technická norma harmonizovaná

DJ – dřevokazný jev

VD – vlhkost dřeva

NP – nadzemní podlaží

1. Úvod

Dřevo je materiál, který se ke konstrukci krovu používá od nepaměti, a co je důležité, používá se ke stavbě těchto konstrukcí v hojné míře dodnes, přestože současnost nabízí velké množství alternativních materiálů. Není divu, dřevo vyniká svojí jedinečnou kombinací příznivých vlastností, kdy z pozice konstrukčního materiálu spojuje uspokojivé mechanické vlastnosti, poměrně nízkou objemovou hmotnost, snadnou opracovatelnost, a díky své udržitelnosti spojené s velkou mírou dostupnosti i ekonomickou nenáročnost. Dřevo má stejné jako každý materiál i negativní vlastnosti, člověk došel k poznání, že stejně jako jsou napadány stromy, je i dřevo v podobě konstrukčního řeziva poškozováno dřevokazným hmyzem a dřevokaznými houbami, u nichž je tento druh hmoty nedílnou součástí jejich životních pochodů. Tento jev je u krovů velice palčivý, neboť valná většina historických krovů byla v minulosti exponována zvýšenou vlhkostí v důsledku zatékání do střešní krytiny, a tím tak vystavena vysokému riziku napadení biotickými škůdci.

V případě lidových celodřevěných staveb jde využití dřeva ještě mnohem dál, dřevo zde představuje suverénně dominantní materiál používaný ke stavbě všech typů nosných konstrukcí. Zejména právě díky dostupnosti a snadné opracovatelnosti se dřevo stalo u široké veřejnosti nezastupitelným stavebním materiálem. Historie dřevěných lidových staveb je v tuzemsku poměrně bohatá, každý region měl ve své době svoji specifickou architekturu, která vycházela z místních tradic, znalostí dřeva, požadavků na užití, a která reflektovala místní životní prostředí a klimatické podmínky. Navenek se projevovala specificky vyvedenými druhy spojů a konstrukcí, ozdobnými prvky, typy střešní krytiny a tvary střech.

Tato architektura, byť většina nespadá pod ochranu Státního ústavu památkové péče, má bezesporu významnou historickou hodnotu, která je často úzce spjata s konkrétním regionem, a tudíž tak pomáhá dotvářet a uchovat jistou národní identitu, která je velmi důležitá pro prosperitu jakéhokoliv národa. Pro zachování těchto staveb je nezbytné provádět pravidelnou údržbu, aby tak jejich životnost byla co nejvíce prodloužena. Nachází-li se však jistá stavba již v neuspokojivém stavu, je pro její záchranu nutné nejprve přistoupit k náležitým sanačním opatřením.

Tématiku sanací historických dřevěných konstrukcí si autor této práce vybral pro svůj blízký vztah k fenoménu dřeva jako obnovitelnému přírodnímu materiálu s velkým estetickým a užitným potenciálem, a zároveň pro svoji zvědavost a obdiv, které chová k historickým stavbám obecně. Odhalování filozofie a dovedností předků shledává jako atraktivní činnost.

V kontextu dnešní doby, kdy je pozorována všeobecná tendence stavět nové rodinné domy zcela bez ohledu a návaznosti na architekturu původní zástavby, považuje autor zachování staré dřevěné lidové architektury za skutečně významné.

2. Cíle práce

Prvotním cílem této diplomové práce je provedení stavebně-technického průzkumu krovu a s ním souvisejících nosných dřevěných konstrukcí. Posléze na základě výsledných dat bude detailně popsán současný stav zkoumaného objektu, a v případě nalezení poškození dřevěných konstrukcí nebo jejich prvků budou navržena patřičná sanační opatření.

Při provádění průzkumu budou použity smyslové, nástrojové a přístrojové měřící metody, jejichž společné použití povede k nalezení poškození nosných dřevěných prvků a bližšímu určení povahy poškození. Výsledky průzkumu se poté zohlední při sepsání komplexního popisu současného stavu zkoumaných konstrukcí stavby. Následně navržená sanační opatření budou vycházet z tohoto popisu a s pomocí nabitých teoretických znalostí se stanoví jejich optimální podoba.

Práce by měla napomoci majiteli zkoumaného objektu při hledání nejvhodnějšího sanačního řešení současného nevyhovujícího stavu budovy.

K dosažení kvalifikovanosti, potřebné k úspěšnému vypracování práce s těmito ambicemi, je nezbytné nejprve doplnit teoretické znalosti související se zpracovávanou tématikou.

3. Typologie konstrukcí historických krovů

Použité rozdělení krovů dle Vinaře a Kufnera [2004] je založeno na skladbě konstrukčních prvků a způsobu statického zatížení.

Je třeba podotknout, že v jiných částech staveb jinak charakteristické znaky jednotlivých uměleckých slohů se výrazně neprojevily v oblasti nosných střešních konstrukcí. Neurčitě je možné rozlišovat používané sklony střech v jednotlivých obdobích, nebo ojediněle lze porovnávat dekorativně opracované detaily. Nicméně na konstrukci krovu se vždy nahlíželo jako na funkční část budovy, k jejímuž navrhování se přistupovalo výhradně technicky [Vinař, Kufner, 2004].

3.1. Ploché střechy a střechy s malým pádem

Nosnými prvky jsou trámy zakryté záklopem, mazaninou, či podlahovým materiálem, kdy má střecha navíc funkci terasy. Při navrhování střechy s pochůznou vrstvou je použito naddimenzovaných nosníků.

Střechy s malým spádem, tedy do 30°, má obdobně tvořený krov, nosné trámy (krokve) mohou být orientovány ve směru sklonu, či napříč. U větších rozponů jsou krokve často podepřeny průvlaky (vaznicemi). Zatížení vlastní vahou střechy roste přímo úměrně se sklonem střechy. Šikmé nosníky jsou v uložení zatíženy vodorovnou silou, jež je přenášena do kotvení ve zdi, která musí být optimálně navržena.

3.2. Střechy sedlové a pultové

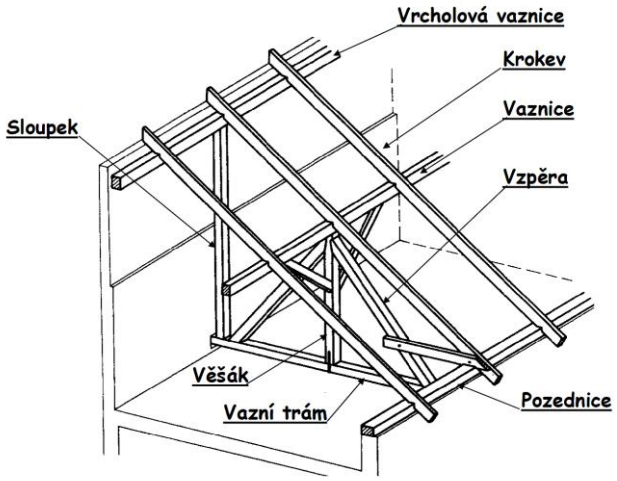
3.2.1. Sedlové střechy

Sedlová střecha, hřeben tvořený spojením dvou rovin, má standardně krov tvořený příčnými nosnými vazbami. Tento druh střechy může být ukončený valbou nebo štítem, který může být bedněný, hrázděný případně zděný, avšak ten se již neuvažuje jako součást krovu.

3.2.2. Pultové střechy

Typ střechy s jednou nakloněnou rovinou, nejběžněji používaný u staveb napojených na vyšší objekty.

Jejich konstrukce je obdobná jako u sedlových střech, s tím, že je často krov podepřen stolicí se svislými a šikmými sloupky (viz Obr. 1).



Obr. 1: Pultová střecha podepřená stolicí (zdroj: www.uvp3d.cz)

Nesouměrnost krovu neumožňuje optimální přenesení vodorovné síly, jež se projeví při zatížení větrem, či sesednutí podpor prohnutím vaznice. Řešením je často zazdění vnitřního konce vazného trámu, nebo jeho kotvení do zdi závlačí [Vinař, Kufner, 2004].

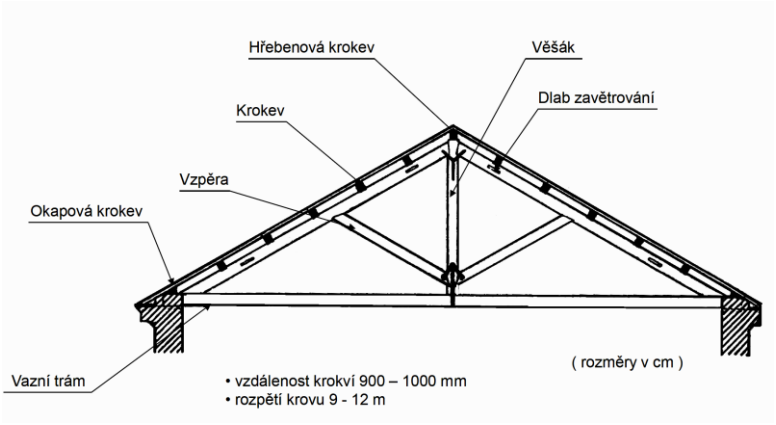
3.3. Vazníkové krovy (krovy s vlašskými krokvemi)

Základním stavebním prvkem krovu je příčná nosná konstrukce – vazník. Tento krov by navržen tak, aby převažovalo působení na tlak a tah a nikoliv ohyb. Ve srovnání s masivním nosníkem má vazník mnohem větší únosnost a vyšší účinnou výškou, jež běžně sahá do úrovně vzepětí střechy. Díky tomu mohou být mezi vazníky větší vzdálenosti (2 až 5 m) oproti jiným druhů krovu s jalovou stolicí (1 až 2 m). U střech s nízkým sklonem se výrazně sníží působení vlastní váhy zastřešení, jež je rozneseno do plochy přes svislé latění a podélně orientované krokve. Tento typ krovu je vhodný pro střechy se sklonem do 30° [Vinař, Kufner, 2004].

Vazníky svojí konstrukcí a způsobem zatížení jsou blízké krokevním nebo hambalkovým krovům. Tedy horní pas vystaven převážně tlakovému působení a dolní pas naopak působení tahovému. Namáhání ohybem se řešilo u krokví vzpěrami, u

vazných trámů pomocí věšadel. V případě vazného trámu dochází v místech uložení vzpěr, či krokví k přenesení velké vodorovné síly, kterou běžný spoj nemůže přenést, a proto se vazné trámy zpevňovaly železnými třmeny.

Mnoho složitějších vazníkových krovů ze své doby je podobných soudobým příhradovým vazníkům, kdy jsou veškeré části konstrukce výhradně namáhány na tah a tlak, tudíž lze k jejich stavbě použít výrazně menších dimenzí jednotlivých prvků [Vinař, Kufner, 2004].



Obr. 2: Krov s vlašskými krokvemi (zdroj: www.uvp3d.cz)

Výčet prvků soustavy: horní pasy (krokve), dolní pasy (vazný trám), svislice, diagonály, sloupky, táhla, vzpěry, rozpěry

3.4. Krokevní soustavy

Základním nosným prvkem je krokev uložená a orientovaná podle sklonu střechy. U sklonů nad 45° je dominantní namáhání na tlak před ohybem.

V případě krovů, jež jsou tvořeny pouze krokvemi, se u sedlových střech u hřebene v příčném směru o sebe vzájemně opírají dvě krokve, které tak kromě vlastních zatížení musí přenášet reakce párové krokve. Toto namáhání pomáhají přenášet vzpěrné konstrukční prvky jako sloupek nebo vzpěra, případně lze použít hambalek k rozepření.

Na krokve působí vodorovná síla, jež se přenáší uložením krokví do spodní stavby. Její působení vzrůstá se snižujícím se sklonem střechy.

3.4.1. Krokevní soustava prostá

Nejjednodušší krov svého druhu, kromě krokví, mohou být součástí konstrukce vazné trámy, které významně snižují zatížení spodní stavby.

Výčet prvků soustavy: krokve, vazný trám

3.4.2. Krokevní soustava se vzpěrami

Princip této střešní konstrukce tkví v celkovém zpevnění a lepšímu přenesení zatížení z krokví do vazných trámů (případně kráčat) skrze vzpěry, či patní sloupky.

Výčet prvků soustavy: krokve, vazný trám, vzpěry, patní sloupky

3.4.3. Krokevní soustava podélně podepřená

Ztužení v podélném směru je řešeno vrcholovou vaznicí podepřenou sloupky s pásky, nebo sloupkem s vidlicí (tzv. „socha“), jak tomu je u jednoduchých lidových staveb, kde jsou zároveň krokve často pouze položené, bez provedené pevnější vazby.

Další variantou je podepření vícero vaznicemi, které nejsou nijak svázány s krokvemi. Samotná střecha je tak volně položená.

Výčet prvků soustavy: krokve, hřebenová vaznice, sloupek, socha, pásky, vzpěry, podélná vazba

3.5. Hambalkové krovy

Hambalek, nosný prvek přenášející tlak i tah, zpevňující střešní konstrukci v příčném směru, umožňující zmenšení rozpětí krovu. Svojí četností udává počet pater krovu.

Hambalkový krov je vhodný tam, kde u krokví převažuje namáhání tlakem, tudíž je optimální u střech se sklonem větším jak 50° [Vinař, Kufner, 2004].

Příčné konstrukce krovu složené z velkého množství stavebních prvků, které mezi sebou tvoří vazby charakteru malých trojúhelníků, vykazují statickou určitost a tím i značně vysokou tuhost. Jsou-li v konstrukci přítomny vzpěry krokví, či ondřejské kříže, působí namáhání ohybem výhradně na krokve, ostatní prvky krovu přenáší pouze zatížení na tlak a na ohyb. Pro prvky příčné vazby je charakteristické, že jsou tvořené z řeziva stejných profilových dimenzí a mají mezi sebou malá rozpětí a vzpěrné délky [Vina, Kufner, 2004].

Na elementární spoje použité mezi jednotlivými prvky příčné vazby nejsou vyvíjeny velké nároky, vzhledem k četnosti vazeb a optimálnímu rozložení zatížení do celé konstrukce krovu [Vina, Kufner, 2004].

Nejhojněji používaným spojením nejen mezi hambalkem a krokví je spoj plát na rybinu, který zabezpečuje přenesení tlakového i tahového namáhání.

V případě napojení krokve na vazný trám se nejčastěji používá spojení začepováním konce krokve do konce vazného trámu, či osedláním krokve na horní boční plochu vazného trámu. Na místo vazného trámu, může být aplikováno i kotvení krokve do pozednice.

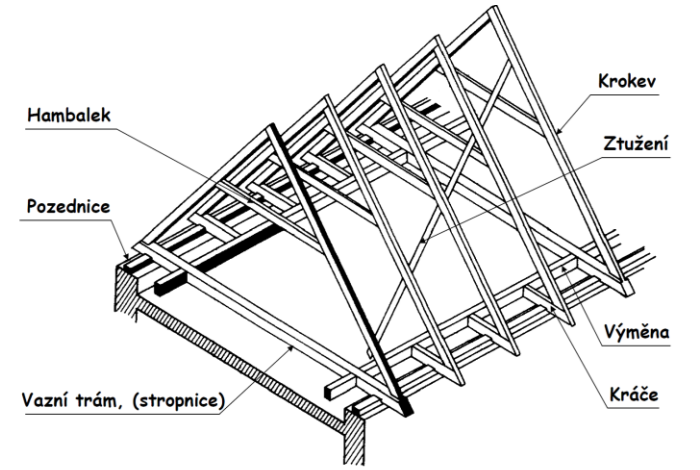
Spojení párových krokví ve vrcholu se provádí plátováním, spojem na ostřih, nebo krytým čepem.

V případě ondřejského kříže se používá výhradně přímé plátování, a to jak v křížení v místě spojení s hambalkem. Bezpečnostním prvkem spojů je klínovitý „kolík“ z tvrdého dřeva zarážený zásadně na horní ploše plátu. K zajištění větší tuhosti vazeb se praktikuje střídavé napojování dalších prvků (tzv. „oboustranné plátování“). O jednu třetinu průřezu se maximálně daný komponent k plátování oslabuje, oba prvky se tak překrývají o dvě třetiny svého průřezu.

3.5.1. Hambalková soustava prostá

Nejstarší krovy tohoto typu na našem území jsou charakteristické použitím stejných vazeb, eventuálně kombinací plných a zjednodušených vazeb, či vazeb s věšadlem a bez věšadla. Dále je střešní konstrukce často zpevněna prvky pro podélné ztužení, jako jsou např. ondřejské kříže. Použité krokve jsou monolitické, tudíž rozpětí krovu je omezené.

U jednodušších krovů určených pro menší rozpětí střechy jsou obvykle použita kráčata podpořená patními sloupky namísto vazných trámů, případně je kotvení provedeno zazděním v uložení na spodní stavbě.



Obr. 3: Hambalková soustava prostá (zdroj: www.uvp3d.cz)

Některé prosté hambalkové krovy jsou v příčné vazbě ztuženy ondřejskými kříži, kde nahrazují vazné trámy, které jsou někdy vnímány jako doplňkové ztužující prvky krovu. K důkladnému zachycení silného působení vodorovné síly u krovů s vaznými trámy a při velkém rozpětí se využívá kombinace věšadel a vzpěrných konstrukčních prvků.

Výčet prvků soustavy: krokve, hambalky, vazný trám, kráčata, ondřejské kříže, vzpěry krokví, sloupky, patní sloupky, osový sloupek, táhlo věšadla, pásky, pozednice, námětky.

3.5.2. Hambalková soustava podepřená

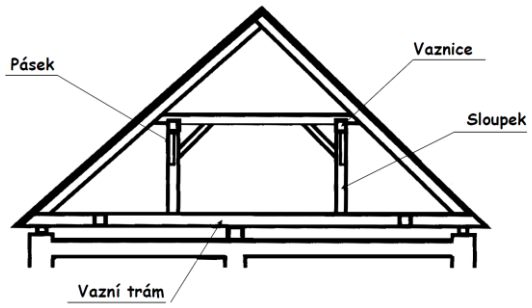
Podepření krovu je zajištěno podélnou stolicí, která je tvořena vaznicemi na sloupcích, které se pro zvýšení tuhosti konstrukce doplní o pásky, diagonály, či ondřejské kříže. Součástí konstrukce podélné stolice je průvlak (ze spod) nebo podélný práh (shora) ukotvený na vazných trámech. Podélná stolice obvykle podpírá krokve u hřebene nebo hambalky a přenáší tak zatížení do spodní stavby nebo vazných trámů.

Příčné vazby se odlišují dle průběhu přenesení zatížení konstrukcí krovu. Síly vzniklé namáháním krovu jsou přeneseny z jalových vazeb přes podélné stolice do plných vazeb, od kterých se jich ujímá spodní stavba. Použitím vzpěradla nebo samotnými vzpěrami se u plných vazeb docílí optimálního svedení zatížení, převzatém od vaznic a podélných stolic, blíže k uložení vazných trámů.

Spojením věšadla se vzpěradly lze efektivně zmenšit rozpětí vazných trámů. V případě krovu bez vzpěrného systému v příčném směru se jako věšadlo uvažuje střední sloupek, od nějž se tyčí ke krokvím dvojce diagonál ve tvaru V. Zatížení věšadla se rozvádí do krokví prostřednictvím diagonál, které naopak krokve, případně při změně namáhání, podporují jako vzpěry. Dále při zatížení na tlak diagonály zmenšují vzpěrnou délku krokví a při zatížení na ohyb zmenšují rozpětí.

Podélné stolice se mohou chovat pří zatížení celé své konstrukce jako příhradové vazníky, šikmé prvky jsou namáhané na tlak a tah, rozpětí vaznic je výrazně zmenšené a nejsou kladeny vysoké nároky na dimenze použitých prvků [Vinař, Kufner, 2004].

Použití podélných stolic je klíčové u vysokých krovů kostelů, které jsou enormně zatěžovány větrem, kdy zajišťují výrazné zvýšení prostorové tuhosti celého krovu a činí ho tak i více odolným vůči destrukci při vzniku defektu. Celkové dimenzování spojů a profilů konstrukčních prvků nevyžaduje v případě tohoto typu krovu vysoké nároky, nevytváří se tak potřeba použít jiných materiálů jako např. železa. Vysoké krovy, silně namáhané větrem, vyžadují velké množství prvků k dosažení potřebné tuhosti, to však vede k vysoké hmotnosti celého krovu, který tak výrazně zatěžuje spodní stavbu [Vinař, Kufner, 2004].



Obr. 4: Hambalková soustava podepřená (zdroj: www.uvp3d.cz)

Výčet prvků soustavy: krokve, hambalky, vazný trám, ondřejské kříže, vzpěry, patní sloupky, pásky, věšadla, vaznice, podélné trámy, pozednice, námětky

3.6. Vaznicové krovy

Krovy založené na principu kombinace jalových a plných vazeb. Zatížení přechází z jalových vazeb přes vaznice do plných vazeb, v případě starších soustav přenáší zatížení před vaznicí hambalek.

Součástí plných vazeb jsou sloupky nebo vzpěradla podpírající vaznice, dále často také vzpěry sloupků, případně věšadla odlehčující vazné trámy.

Vaznicové soustavy dávají velký prostor při vylehčování jalových vazeb a umožňují zaměnit mezilehlé vazné trámy za kráčata. Dalšími výhodami těchto konstrukcí jsou nezávislost na sklonu střechy a nižší spotřeba dřeva oproti hambalkovým krovům. Naopak jsou zde velké nároky na spoje a dimenze profilů [Vinař, Kufner, 2004].

Patra krovu se určují dle vaznic, a podle jejich podepření lze rozlišovat jednotlivé typy vaznicových soustav.

3.6.1. Vaznicová soustava s ležatou stolicí (vzpěradlem)

Vaznice krovu jsou vynášeny v příčné vazbě vzpěradly s šikmými prvky, tedy ležatou stolicí, která pracuje jako tuhá konstrukce eliminující vodorovnou sílu, přenášející zatížení z vaznic do uložení vazných trámů. Vzhledem ke skutečnosti, že je ležatá stolice kromě namáhání na tlak vystavena i ohybu, je třeba zajistit potřebné dimenze profilů, důkladné provedení spojů a ztužení rohových částí konstrukce. Pro dosažení nejpříznivějšího působení zatížení (dominujícím tlakem), je nezbytné zachovat sklon vzpěr ležaté stolice mezi 50° - 60°. Se snižujícím se sklonem střechy se orientují vzpěry více dovnitř, což se negativně podepisuje na využitelnosti půdního prostoru. Toto úspěšně řeší mansardový typ střechy s dvouúrovňovým sklonem, kdy část konstrukce krovu s vyšším sklonem je spojena s vaznými trámy [Vinař, Kufner, 2004].

Některé prvky krovů s ležatou stolicí mají svá specifika. Střední a spodní vaznice, sloupek věšadla, či vzpěry ležaté stolice jsou více bočně profilovány pro optimální spojení s okolními prvky, které zajistí účinný přenos silových účinků skrze celou střešní konstrukci do spodní stavby. Z důvodu neúměrného zatížení musí být některé prvky více předimenzovány, jedná se především o vzpěry, rozpěry, pásky ležatých stolic a spodní a střední vaznice.

Mezi nejpoužívanější spoje patří čepování (možné zajištění kolíkem), dále plátovaní aplikované u zavětrovací vazby a spoj na ostřih, hojně využívaný k vrcholovému spojení krokví.

Rozteče mezi vazbami se odvozují od dimenze latění, nejčastěji se pohybuje v rozmezí 0,9 – 1,2 m, kdy plné a jalové vazby mají poměr 1 : 3(4). V případě použití lehké krytiny může být mezi-vazebná vzdálenost až 1,5 m a poměr mezi plnými a jalovými vazbami 1 : 5 [Vinař, Kufner, 2004].

O tuhost krovu v podélném směru se starají střední a mezilehlé vaznice spolu s ondřejskými kříži, či diagonálami v rovině vzpěr. Mezilehlé vaznice navíc zkracují vzpěrné délky prvků ležaté stolice a zavětrování. Diagonály a ondřejské kříže se významně podílejí na vynesení vaznic a vytvoření prostorové tuhosti konstrukce krovu.

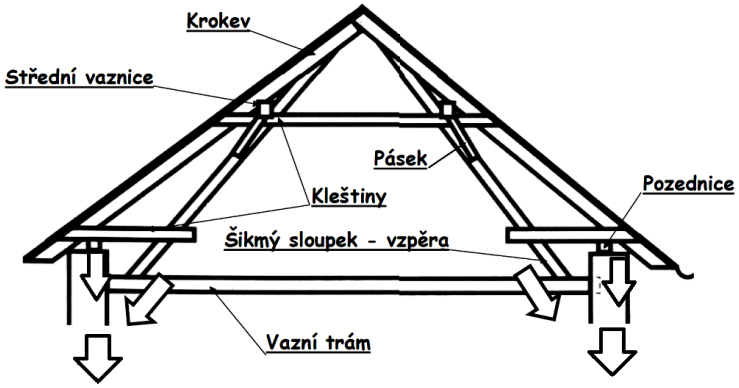
V případě patrového krovu se v horních částech vyskytuje velké množství typů konstrukcí, jejichž součástí jsou často hambalek, vzpěry a stojaté stolice.

Jedná-li se o valbový krov, bývá v jeho nároží použita poloviční ležatá stolice, která se opírá o nebližší příčnou stolici, případně o věšadlo situované pod vrcholem valby.

Širší krovy vyžadují použití masivnějších nebo zdvojených prvků, ocelových pásků a zejména zmenšení rozpětí mezi příčnými plnými vazbami.

Pro krovy s ležatou stolicí je specifické přímé spojení se stropní konstrukcí.

Použití železných prvků zpevňujících krovy s ležatou stolicí je časté v případě vystavení konstrukce velkému namáhání. Nejběžněji má podobu pásového železa s hřebíky, dále železných táhel, závlačí, kramlí a skob.



Obr. 5: Vaznicová soustava s ležatou stolicí (zdroj: www.uvp3d.cz)

Výčet prvků soustavy: krokve, hambalky, vzpěry, rozpěry, pásky, vazný trám, kráčata, výměna, pozednice, námětky, podélné ztužení (diagonály, ondřejské kříže).

3.6.2. Vaznicová soustava se stojatou stolicí

Potřeba snížit sklon střechy dala vzniknout krovů se šikmými a svislými sloupky, které přenášejí zatížení přímo do vazných trámů nebo do nosných příčných zdí. Použití této konstrukce tak není nijak omezitelné sklonem střechy [Vinař, Kufner, 2004].

V plných vazbách jsou vaznice vynášeny sloupky s pásky a případně i se sedly.

Kvůli snížení namáhání na ohyb vazných trámů jsou součástí plných vazeb příčné vzpěry, které přenáší zatížení blíže k uložení vazných trámu do obvodové zdi. K zabránění vzniku deformace vazných trámů přispívá i použití věšadel a vzpěradel.

Šikmé sloupky připomínají opticky šikmou stolici, nicméně je zde rozdíl ve způsobu zatížení, kdy ležatá stolice přenáší zatížení jako celek, který je namáhán na tlak a ohyb, kdežto u ležaté stolice pracují sloupky nezávisle na okolních prvcích a jsou tak namáhány výhradně na tlak.

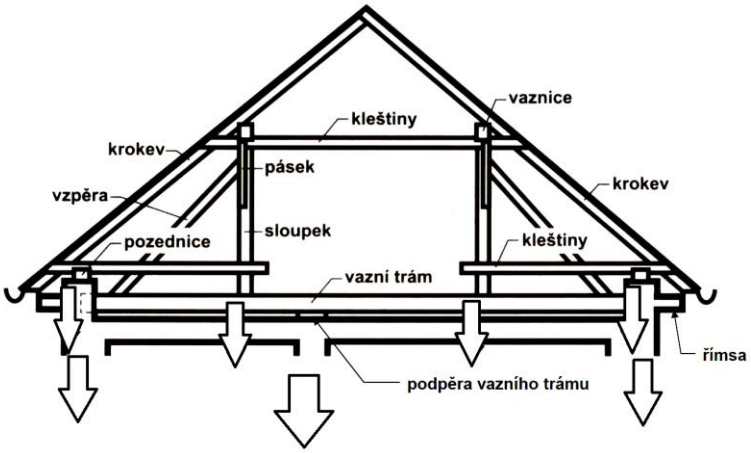
U starších provedení tohoto typu krovu je možné najít navíc vaznice podepřené hambalkem, jež je spojený s krokvemi čepem s kolíkem nebo na rybinu. V mladších krovech se hambalek vypouští a nahrazuje kleštinami se svorníky (cca od 19. století).

Profilové dimenze jednotlivých prvků se odvíjejí od velikosti a typu namáhání. Zatížení ohybem jsou vystaveny krokve a vaznice, tlaku jsou exponovány sloupky a prvky vzpěradel a tahu kleštiny a táhla věšadel.

Železo se běžně užívá ke zpevnění spojů, jedná se zejména o svorníky kleštin, průvlaky, závlače věšadel, pásovina ke kotvení prvků, atd. Aplikace železných ztužujících prvků značně snižuje tesařské nároky na provedení spojů.

Oproti krovům zde až na výjimky (vazné trámy) nejsou vyžadovány tvarově náročné a naddimenzované konstrukční prvky, konstrukce tak budí subtilnější dojem, v porovnání s ostatními typy krovů nedosahuje konstrukce tak vysoké prostorové

tuhosti, v případě výskytu poruchy, selhání jednoho či více prvku, atd. nelze očekávat zachování dostatečné stability celého krovu [Vinař, Kufner, 2004].



Obr. 6: Vaznicová soustava se stojatou stolicí (zdroj: www.uvp3d.cz)

Výčet prvků soustavy: krokve, hambalky, kleštiny, svorníky, vaznice, sloupky, pásky, vzpěry, rozpěry, vazný trám, kráčata, výměna, pozednice, námětky, železné pásky kotvení a třmeny věšadel.

3.6.3. Vaznicová soustava se zděnými pilířky

V případě krovů s vysokou půdní nadezdívkou je možné kotvit pozednice do stropních nosníků na místo do vazných trámů, které je možné zcela vypustit, protože nejsou přímo svázány s pozednicemi. Vazné trámy se případně nahrazují pilířky z levného zdiva. Plná vazba je tvořena pouze kleštinami nebo hambalkem umístěnými nad či pod vaznicemi, nebo eventuálně konstrukcí vynášející vrcholovou vaznici, složenou ze sloupků či vzpěr.

Limitované dimenzování vaznic limituje půdorysné rozměry traktu stavby.

Pozdější zjednodušené podoby tohoto typu krovu často postrádají příčné vazby nebo i jakékoliv jiné prvky zajišťující příčné ztužení, jako jsou např. kleštiny a hambalek.

Výčet prvků soustavy: krokve, vaznice, kleštiny nebo hambalky, pozednice, vazný trám, sloupky, pásky, kotvení pozednic.

3.7. Krovy věží a centrálních staveb

Do kategorie střech se středově symetrickými krovy patří:

- ***Krovy věží***
- ***Krovy nástřešních věží (zvoničky, sanktusníky)***
- ***Krovy centrálních staveb (oválný, mnohoúhelníkový půdorys)***
- ***Centrální krovy na spodní stavbě pravoúhlého půdorysu***

Konstrukce jednotlivých druhů krovu tohoto typu mají stejný základní koncept, kdy krokve nebo ramenáty jsou symetricky rozmístěny okolo středového sloupu, o který se opírají a přenášejí do něj zatížení střechy. V případě valbových střech u staveb s pravoúhlým půdorysem o velkém rozpětí se používá středově symetrické rozmístění vazeb. Nárožní krokve nebo ramenáty lemují mnohaúhelníkový půdorys, mezi nimi se nachází mezilehlé krokve, jež bývají orientovány do vrcholu, nebo se při pravidelném rozponu váží na nároží. Z jednoho druhu krokví vychází kuželové střechy a báně, kdy jsou nejprve krokvemi určeny čtyři hlavní směry, do mezi-prostor jsou vloženy mezilehlé krokve. Ve vrcholu krovu, kde je stísněný prostor, bývají u hrotnice boky krokví opracovány do klínového tvaru, případně se kotví do výměn. Výměny je možné použít i pro kotvení hambalků v případě potřeby.

U bání je tvar střechy určen ramenáty, které mohou být vynášeny krokvemi, nebo krokve sami nahrazují. Ramenáty se nejčastěji zhotovují sbitím několika vrstev prken, případně se vysekají či vyhoblují z masivu.

Základový rošt krovu je složen z trámů, které jsou, stejně jako samotný krov, středově symetricky orientované. Hlavní trámy jsou přeplátováním spojeny do kříže, který je přes výměny vyplněn vedlejšími trámy.

Středový sloup může být jak monolitický, kdy může nad střechou přecházet do podoby hrotnice, nebo může být složen z několika sloupků, které se nad střechou mohou transformovat na lucernu. Středový sloup, který je klíčový při kotvení krokví, se svým zatížení velmi negativně projevuje na křížení hlavních trámů základového roštu. Obvykle pomocí vzpěr se zatížení více přenese do krajních částí základového roštu. Samotný rošt je zpravidla uložen na příčných trámech, které mohou být ještě zajištěny průvlaky.

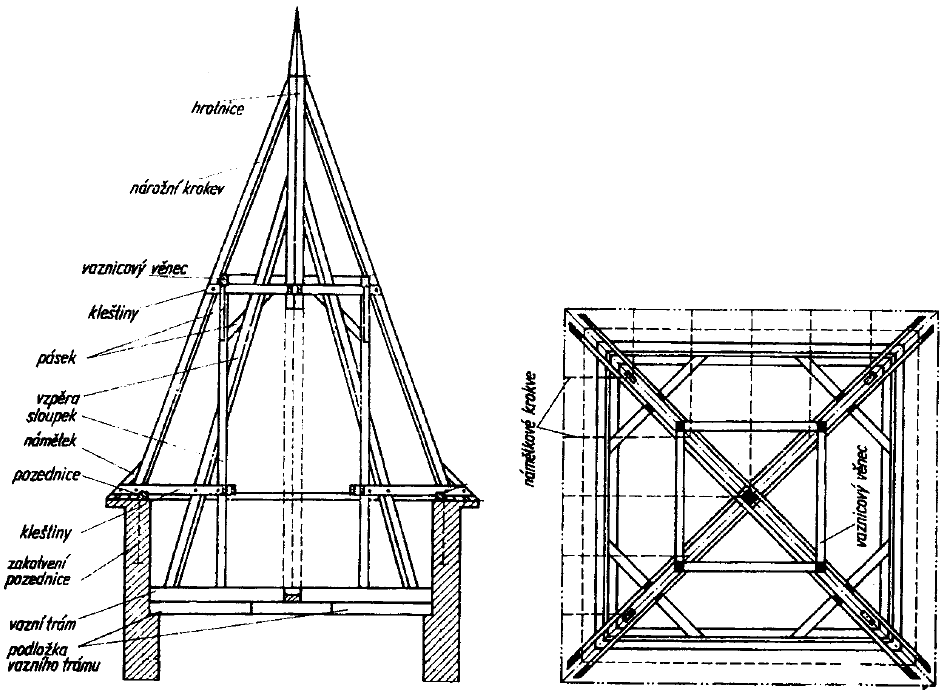
Konstrukce sanktusníků je založena na stejném principu středních sloupů. Starší provedení sanktusníků jsou čtyřboká, novější až osmiboká. Krov se skládá z šesti až osmi sloupků, které mívají pětiboký profil. Sloupky jsou k sobě navzájem fixovány podélnými příčkami, které určují počet pater věžičky. Sanktusník jako dodatečný prvek je vynášen hvězdicovitě rozmístěnými vzpěrami a ukládá se na základový rošt kotvený do vazných trámů upravovaného krovu. Ztužení konstrukce věžičky zabezpečují po obvodu ondřejské kříže nebo příčky umístěné mezi sloupky. Do zavětrování bývají kotvené prkenné podesty, které usnadňují přístup do lucerny, případně ve zjednodušené podobě jsou příčle prostrčené skrze sloupky.

Vysoká celková tuhost krovu je daná už samotnou centrálně symetrickou konstrukcí, avšak je výrazně zlepšena přidání obvodových a příčných zavětrovacích prvků.

Věžové krovy jsou významně vystaveny působení větru k překlopení. Samotná váha krovu není dostatečná, proto je krov kotven pomocí dřevěných nebo železným táhel do zdi věže nebo v případě nutnosti přes trámy do zdi nižších pater věže.

Vrcholové krokve věže jsou namáhány výhradně na tlak, díky sklonu povětšinou větším než 50°, a jsou tak podepřeny jen u hrotnice o středový sloup a u paty o vaznicový věnec, který je kotven do nosných sloupků. V případě velkých krovů je běžný výskyt několika pater vaznicových věnců.

V konstrukci tohoto typu krovu dominuje namáhání na tlak u sloupků, vzpěr a ramenátů bání, které dohromady pracují jako klenba. Zavětrovací prvky jako ondřejské kříže, příčky, kleštiny, hambalky jsou namáhány na tlak a tah. Ohybu je vystaven trámový rošt a zároveň i jeho podkladní vazba z trámů a průvlaků.



Obr. 7: Krov čtyřboké věže (zdroj: www.uvp3d.cz)

Výčet prvků soustavy: krokve, ramenáty, věnec, výměny, hambalky, hrotnice, pozednice, námětky, kráčata, diagonály, ondřejské kříže.

Všechny výše popsané konstrukční systémy krovů by se nedochovali do dnešní doby, pokud by materiál, z kterého jsou vyrobeny, nesplňoval jistou přirozenou odolnost vůči okolnímu prostředí a vlivům s ním spojeným.

4. Přirozená trvanlivost dřeva

Jedná se o charakteristiku, jež určuje, po jak dlouhou dobu si dřevo udrží počáteční vlastnosti a tím i svoji užitnou hodnotu. Trvanlivost je chápána jako rezistentnost vůči všem faktorů, které negativně působí na dřevní hmotu, zahrnuje houby, hmyz, oheň, atmosférické vlivy, chemické působení či mechanické zatížení [Svatoň, 2000].

Zdravé živé stromy jsou přirozeně chráněny vysokým obsahem vody, ale v případě řeziva je třeba dosáhnout opačného stavu, tedy nízké vlhkosti dřeva, která stejně významně eliminuje pravděpodobnost napadení dřevokazným hmyzem či houbami. Rizikové období nastává po pokácení, od kdy kulatina vstupuje do procesu přirozeného sušení, jež po většinu svého průběhu vystavuje dřevo napadení zejména dřevokaznými houbami, při časově pomalému snižování vlhkosti se postupně dosáhne hodnot příznivých pro jejich vznik [Svatoň, 2000].

Přirozená trvanlivost dřeva není exaktně určená, protože je dána různorodou anatomickou strukturou dřeva jednotlivých dřevin a charakteru expozičního zatížení [Svatoň, 2000].

4.1. Posuzování trvanlivosti dle norem

4.1.1. Trvanlivost dle druhu dřeviny

I ČSN normy zhodnocují míru trvanlivosti dřeva podle druhu dřeviny a prostředí, kterému je dřevo vystaveno. Na základě posouzení těchto parametrů pro dané konkrétní podmínky lze kvalifikovaně určit, zda je nezbytné, pro námi zvolený druh dřeva v daných podmínkách, přistoupit k nadstavbovým způsobům ochrany (konstrukční, chemická, atd.) či nikoliv.

Norma ČSN EN 350-2 zařazuje dřevo podle druhu dřevin do 5 tříd přirozené trvanlivosti podle míry ohrožení jádrového dřeva napadením dřevokaznými biotickými škůdci (viz Tab. 1).

Třída trvanlivosti	Zastupující dřeviny
1 (velmi trvanlivé)	teak
1 až 2	akát
2 (trvanlivé)	dub, kaštan
3 (středně trvanlivé)	douglaska, ořech
3 až 4	borovice, modřín
4 (slabě trvanlivé)	smrk, jedle
5 (netrvanlivé)	bělové dřevo všech dřevin, buk, topol

Tab. 1: Příklady dřevin zařazených dle kritérií ČSN EN 350-2 (zdroj: vlastní tvorba)

Smrkové dřevo, jakožto nejrozšířenější dřevěný konstrukční materiál v tuzemsku, je podle normy ČSN EN 350-2 málo odolný vůči dřevokazným houbám a jeho vyzrálé dřevo je známo jako málo odolné i vůči napadení zástupcům dřevokazného hmyzu, jako jsou tesařík krovový (*Hylotrupes bajulus*) a červotoč proužkovaný (*Anobium punctatum*).

Do jisté míry je obecně platné, že dřevo tuzemských dřevin je méně odolné vůči tuzemským dřevokazným činitelům nežli dřevo tropických dřevin (teak, jarrah, atd.).

4.1.2. Trvanlivost dle expozice prostředí

Posuzováním parametrů a specifikací prostředí a rozdělením do tříd ohrožení dřeva biotickými škůdci se zabývá norma ČSN EN 335 z roku 2013.

Konstrukce krovu podle této normy spadají do třídy ohrožení č. 2, kde je prostředí popsáno jako interiér, nebo zastřešený prostor, který není vystaven vlivům počasí, ale je zde možnost kondenzace vody.

Obnažené části střešních konstrukcí, jako představují zhlaví krokví v přesahu střechy bez podbití nebo obvodové roubení, spadají spíše do třídy ohrožení č. 3, konkrétně do podtřídy 3.1, která je popsána jako prostředí vystavené vlivům počasí (např. odrážená dešťová voda), kdy se prvek dostane do přímého kontaktu s dešťovou vodou, ale jen po krátkou dobu, kdy vodu do sebe neabsorbuje.

Dřevěné prvky spadající pod obě třídy ohrožení jsou podle normy ohroženy dřevozbarvujícími houbami, dřevokaznými houbami a dřevokazným hmyzem v tuzemských podmínkách.

4.2. Ovlivňující faktory

Chemické látky obsažené v dřevní hmotě

Mezi látky, které se příznivě podílejí na přirozené trvanlivosti dřeva, patří pryskyřice, jádrové látky, třísloviny, taniny, flavonoidy, chinony, terpenoidy, těkavé silice, dřevní gumy, atd., jež jsou obsaženy v jádrovém dřevě. Na druhé straně nepříznivý vliv mají látky, které tvoří z velké části bělové dřevo, jedná se o cukry, škroby, bílkoviny a tuky, které jsou zdrojem energie pro dřevokazné houby [Svatoň, 2000].

Způsob zabudování do stavby

Dřevo je dnes ve stavebnictví stále považováno za materiál s nízkou trvanlivostí a je tak možné v praxi pozorovat tendenci jeho nahrazování jinými materiály. Přitom v minulosti bylo k dřevu přistupováno rovnocenně s ostatními materiály, hrázděné zdivo je toho důkazem. Obecně bylo známé, že podmínky zabudování daného dřevěného prvku významně ovlivňují jeho životnost [Vinař et al., 2005].

Přirozená trvanlivost a faktory ovlivňující tuto vlastnost jsou velmi důležitými aspekty v případě jakéhokoliv konstrukčního materiálu, protože jeho reálná životnost vždy výrazně určovala tendenci používání daného materiálu ve stavebnictví. A tak i u dřeva je zásadní, kromě samotné přirozené trvanlivosti, znát i jevy na ni působící, zejména pak ty negativně se projevující, kterým je třeba se preventivně vyvarovat.

5. Činitelé způsobující poškození dřevěných střešních konstrukcí

Třídění degradačních činitelů podle původu [Svatoň, 2000]**:**

- ***biotičtí*** - mikroorganismy- bakterie
  - z rostlinné říše - plísně
    - dřevozbarvující houby
    - dřevokazné houby
    - parazitické rostliny
  - z živočišné říše - dřevokazný hmyz
    - mořští živočichové
    - ostatní zvířata
- ***abiotičtí*** - atmosférický - voda
    - změny vlhkosti
    - změny teploty
    - sluneční záření
    - proudění (kapalin / plynů)
    - mechanické vlivy
  - termický - vysoké teploty
    - hoření
  - chemický - agresivní chemikálie

Z pohledu historických dřevěných konstrukcí patří mezi nejvýznamnější atmosférický abiotičtí a biotičtí degradační činitelé, z nichž suverénně nejrizikovější jsou dřevokazný hmyz a dřevokazné houby.

5.1. Primární abiotičtí degradační činitelé

5.1.1. Poškození dřeva atmosférickými vlivy

Dřevo v kontaktu s povětrností a zejména pak vlhkostí mění svoje objemové a pevnostní charakteristiky a uvádí se do stavu vážného ohrožení napadení biotickými degradačními činiteli.

Dešťová voda mění vlhkost ve dřevě, které následně bobtná či sesychá, dle aktuálních podmínek. V případě vyšší vlhkost ve dřevě dochází k objemovým změnám i při mrznutí.

Dřevo vystavené slunečnímu záření se zahřívá v povrchových vrstvách na 40 až 80 °C, podle světlosti / tmavosti povrchu dřeva. Kombinace rozměrových změn a špatné tepelné vodivosti dřeva zapříčiní na povrchu vnik menších i větších trhlin, které se postupem času zvětšují. Tyto trhliny zpřístupní dřevo sekundárním vlivům, které radikálně sníží trvanlivost dřeva. Jedná se o kladení vajíček dřevokazného hmyzu a zachycení spor dřevokazných hub, které za příhodných podmínek svým vývojem dřevo postupně rozkládají [Vinař et al., 2005].

Ultrafialové spektrum slunečního záření fotochemicky transformuje lignin do hloubky kolem 2 mm na vodourozpustné látky, které jsou následně vymývány deštěm. Výsledkem je typické zešednutí dřeva [Žák, Reinprecht, 1998].

Vyskytuje-li se v blízkosti dřeva písčité částice, mohou ve spojení s větrem nebo proudící vodou, mít abrazivní účinky, kdy je povrch dřeva postupně mechanicky obrušován [Vinař et al., 2005].

5.1.2. Poškození dřeva požárem

Dřevo je snadno zápalné a hořlavé kvůli svému chemickému složení, tudíž se může zdát, že je nevhodný k použití na stavbu konstrukcí, avšak opak pravdou. Oproti ocelovým nosníkům si dostatečně dimenzované trámy udrží při požáru déle svoje mechanické vlastnosti. Dřevo odhořívá od povrchu rychlostí cca 1 mm / min a tedy ztrácí svoji pevnost postupně, kdežto ocelové nosníky po 5 – 15 minut dlouhém zahřátí na teplotu cca 500°C ztrácí svoje nosné schopnosti a bortí se. Dřevo lze povrchově modifikovat a dosáhnout tak snížení jeho zápalnosti a rychlosti odhořívání, čímž zvýší jeho požární odolnost [Žák, Reinprecht, 1998].

5.2. Sekundární biotičtí degradační činitelé

Degradační procesy započnou ve chvíli, kdy se v daném prostředí vytvoří podmínky příhodné pro aktivitu dřevokazných činitelů. Tyto příznivé okolnosti jsou ve valné většině způsobeny výše uvedenými primárními abiotickými degradačními činiteli. Dochází k negativní změně estetických a fyzikálně-mechanických vlastností. Při

degradaci makromolekul polysacharidů a ligninu dochází k výraznému snížení pevnostních vlastností. V případě otvorů, např. v podobě trhlin, či požerků od hmyzu, zůstává v dřevu nezměněná struktura a tak i jeho vlastnosti. Na pevnosti dřevěného prvku se projeví velikost a hustota vniklých otvorů a také způsob jeho zatížení [Svatoň, 2000].

Někteří degradační činitelé ovlivňují dřevo pouze omezeně, na povrchu a jiní naopak jsou schopni proniknout do jeho celého objemu. Zástupcem prvního druhu jsou např. dřevozbarvující houby, plísně a bakterie, které i přes podobný enzymatický systém jako je u dřevokazných hub, nejsou schopny rozrušit lignin, ale jen polysacharidy. Složitá stavba buněčných stěn značně ovlivňuje aktivitu enzymů hub [Svatoň, 2000].

Byť většina plísní a dřevozbarvujících hub nemá účinky na pevnostní vlastnosti dřeva, jejich přítomnost indikuje rostoucí vzdušnou vlhkost v daném prostoru a je tudíž vysoce pravděpodobné, že bude následovat napadení dřevokaznými houbami. Nehledě na prokázané toxinogenní a karcinogenní působení některých druhů plísní [Kuklík, 2005].

5.2.1. Příčiny napadení biotickými škůdci

Mezi základní podmínky napadení dřeva biotickými škůdci patří dostatečná vlhkost, kyslík, teplo a výživný substrát.

V případě dřevěných krovů jsou v našich zeměpisných šířkách splněny z těchto parametrů všechny, až na vlhkost, kterou lze při optimálním provedení dřevěné konstrukce trvale udržet v bezpečných hodnotách. Je tedy zjevné, že při posuzování ochrany dřevěných konstrukcí je klíčové zohlednit vlhkostní faktor.

Je pravidlem, že při vlhkosti trvale nižší než 18 % nebývá dřevo ohroženo dřevokaznými houbami a při vlhkosti trvale se pohybující pod 10 % lze vyloučit i ohrožení dřevokazným hmyzem [Kuklík, 2005].

Hlavními důvody napadení dřeva je zabudování nedostatečně suchých dřevěných prvků, nebo naopak pozdější navlhčení způsobené vytvořením nežádoucího zdroje vlhkosti, kterými nejčastěji bývají: zatékání střechou, nevětraný prostor, kondenzace par, porušená instalace, vzlínání, technologická voda, nebo nedostatečně provedená sanace.

K napadení a degradaci dřeva mohou přispět i další vlivy [Vinař et al., 2005]:

- ***nedostatek světla v prostoru, kde je dřevo zabudované,***
- ***malý pohyb vzduchu v okolí zabudovaného dřeva,***
- ***přítomnost kůry na oblých hranách***
- ***přítomnost škůdců v okolí dřevěných konstrukcí*** (šíření spor vzduchem, prorůstání mycelia a rizomorf skrze zdi, přirozený pohyb dřevokazného hmyzu)

5.2.2. Dřevokazný hmyz

Tento biotický činitel je zastoupen velmi hojně, avšak zaměříme-li se na druhy napadající zabudované dřevo v budovách v našich klimatických podmínkách, zúží se významně tento počet. K nejznámějším a nejvýznamnějším druhům dřevokazného hmyzu u nás patří brouci, řád *Coleoptera*. Zástupci tohoto taxonu výrazně snižují fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva, vzhledem ke skutečnosti, že se vyvíjejí ve dřevě po několik generací. Jejich přítomnost zvyšuje riziko napadení dřevokaznými houbami, jejichž činnost celý degradační proces ještě značně urychlí. Pro všechny zástupce brouků jsou příhodné suché podmínky prostředí, kdy při asi 60 % relativní vlhkosti vzduchu má dřevo relativní vlhkost na 12 % [Vinař et al., 2005].

Životní cyklus dřevokazného hmyzu

U dřevokazného hmyzu, jakožto dvoupohlavních organismů, samička klade do dřeva vajíčka, z nichž se po několika dnech vylíhnou larvy. Ty při svém zpracovávání dřevní hmoty vytváří tzv. požerky, tedy nahodilé útvary vytvořené propojenou sítí chodbiček vyplněných jemnými pilinami. Larvální stádium trvá v řádu let, povětšinou 1 až 3 roky, avšak někdy i 5 a více let. Jeho délka se odvíjí od klimatických podmínek prostředí a od druhu hmyzu. Larva se v konečné fázi zakuklí a poté po několik týdnů přetváří do podoby dospělce, který musí za zhruba stejnou dobu založit novou generaci, neb následně umírá.

Tesařík krovový *(Hylotrupes bajulus)* jako dospělec má podobu brouka hnědé až černé barvy, kdy sameček je 7 až 17 mm dlouhý a větší samička je 11 až 22 mm

Obr. 8: tesařík krovový (Hylotrupes bajulus)

(zdroj: www.biolib.cz)

dlouhá. Dospělci napadají výhradně jehličnaté dřevo, ideálně o vlhkosti kolem 30% a teplotě vzduchu mezi 28 až 30°C [Urban, 1997].

Bílé larvy vyžírají oválné chodbičky s vlnitým vyhlodáním především v jarním dřevě těsně pod povrchem dřeva, na oblých hranách, kde se vyskytuje více bělového dřeva. Po 3 až 6 letech, avšak někdy i více než 10 letech, se v období května až srpna z oválných výletových otvorů o průměru 3 až 8 mm vymaní dospělí brouci, jež jakožto zdatní letci, snadno napadají dřevo v přilehlém okolí a záhy umírají. Přítomnost larev ve dřevě prozrazují hromádky drobných pilin pod napadenými trámy, světlé plošky v místech výletových otvorů, odlupčivost dřeva těsně nad požerky [Žák, Reinprecht, 1998].

Literatura mnohdy uvádí, že historické krovy a obecně staré dřevo nechává tesařík ladem, nicméně z praxe lze doložit výskyt mladých larev tesaříka ve dřevě starém kolem 200 let [Vinař et al., 2005].

Vzhledem ke své velikosti si tesařík vybírá dřevo větších dimenzí. Vyjma tesaříka fialového *(Callidium violaceum*) nepředstavují ostatní zástupci čeledi *Cerambycidae* vážnou hrozbu pro dřevo [Vinař et al., 2005].

Červotoč umrlčí *(Anobium pertinax)* a **červotoč proužkovaný** *(Anobium punctatum)* jsou ve stadiu dospělce asi 2 až 8 mm dlouzí brouci šedohnědé až šedočerné barvy, jejichž vývojový cyklus probíhá 1 až 3 roky. Dospělci i larvy jsou oproti tesaříkovi mnohem menší, a tak lze snadno dle velikosti odlišit původce požerkových chodbiček. Červotoči nejsou nijak citliví na vlhkost, druh dřeviny, či způsob zpracování dřeva, takže nepříliš aktivním dospělcům nic nebrání v založení nové generace ve stejném kusu dřeva, z kterého vylétli. Červotoči jsou oproti tesaříkovi náchylnější na vyšší teploty, vzdušné optimum je nad 20°C při relativní vlhkosti kolem 80% [Urban, 1997]. Rojení probíhá od května do srpna, kdy dospělci po sobě zanechávají ve dřevě viditelné výletové otvory kruhovitého tvaru o průměru 1 až 3 mm. Larvy po sobě zanechávají pod napadenými trámy směs výtrusů a jemných pilin, která někdy bývá

označována jako tzv. červotočina. Pro ostatní druhy čeledi *Anobiidae* platí obdobná charakteristika [Vinař et al., 2005].

Obr. 9: červotoč umrlčí (Anobium pertinax) (zdroj: www.parisek-saniert.de)

Podle Vinaře et al. [2005] charakterizují ideální podmínky k vývoji červotočů, kromě zvýšené vlhkosti, snížená teplota a minimální proudění vzduchu.

Červotoč proužkovaný je více citlivý na velké změny teplot a prudké snížení vlhkosti. Napadá dřevo spíše v interiéru, vnitřní stěny roubení, dřevěné stropy, schodiště, nábytek, atd. [Urban, 1997].

Červotoč umrlčí naopak lépe snáší nízké teploty, je také závislý na vyšší vlhkosti (kolem 19%) a napadá dřevo, které je částečně spojeno s exteriérem, jedná se např. o obvodové stěny, základy, krovy. Jeho škodlivost je oproti č. proužkovaném mnohem menší, neboť je do jisté míry závislý na přítomnosti dřevokazných hub [Urban, 1997].

5.2.3. Dřevokazné houby

Jejich všudypřítomné spory způsobují, že nejen v případě krovů je tento degradační činitel oproti jiným zastoupen nejvíce. Při vytvoření příznivých podmínek se ujímá mycelium z napadené části konstrukce nebo zachycená spora. Následuje rozrušení chemických vazeb ve stavebních složkách dřeva, kdy konce hyf vylučují agresivní enzymatické látky a započínají tak proces degradace. Zrakem dobře identifikovatelné plodnice hub jsou tvořeny koncentrací nebo přestavbou hyf [Svatoň, 2000].

Hniloba se u krovů objevuje zejména tam, kde dlouhodobě zatéká, často je tomu tak u pozednic. Je-li krov dobře odvětrán, nemusí ho nikterak ohrozit jedno či ani vícerázové zatékání, protože dojde k rychlému vyschnutí, kdy dřevo nestihne navýšit svoji vlhkost na pro houby příznivé hodnoty [Vinař et al., 2005].

Hniloba se radikálně podílí na snížení celkové mechanické pevnosti dřeva. Nahnilé dřevo s 6 % úbytkem hmotnosti vykazuje pokles rázové houževnatosti v ohybu

o 50 až 80 %, pokles v pevnosti v ohybu o 20 až 61 %, pokles pevnosti v tlaku o 12 až 27 %, pokles tvrdosti o 18 až 28 % [Kuklík, 2005].

Nejhůře se na zhoršení pevnosti dřeva podepisují celulózovorní houby, které svým selektivním rozkladem celulózy, bourají základní vláknitou strukturu dřeva, na níž stojí celá pevnostní charakteristika dřeva [Baier, Týn, 2004].

Základní dělení rozlišuje celulózovorní a ligninovorní houby. Kdy první skupina vytváří hnědou hnilobu, protože rozkládá výhradně celulózu a v dřevě se tak zvyšuje podíl hnědého ligninu. Bílou hnilobu způsobuje druhá skupina, které rozkládá lignin a vzápětí i celulózu.

Celulózovorní houby

Dřevo napadené hnědou hnilobou křehne, praská v příčný, hladký a matně lesklý lom a charakteristicky se rozpadá na kostkovité fragmenty. Tento druh hub u nás zastupuje dřevomorka domácí, koniofora sklepní, pornatka oparová, trámovka jedlová a plotní, čechratka, outkovka řádová [Kuklík, 2005].

Vývoj dřevokazných hub stopkovýtrusých (Basidiomycetes)

U dřevokazných hub rodu Basidiomycetes po prasknutí spory z ní začne vyrůstat hyfa, která se ve svém dalším vývoji větví a formuje tak primární podhoubí. Při protnutí vrcholových buněk dvou primárních podhoubí dojde k zahájení tvorby sekundárního podhoubí, které díky svému dvojjadernému charakteru může vytvořit plodnici s hymeniem, které produkuje nové spory. Sekundární mycelium se diferencuje na substrátový typ, který prorůstá dřevní hmotou a rozkládá ji, a dále povrchový typ, kdy se širší hyfy rozrůstají po povrchu dřeva a transformují se v rhizomorfy – provazcovité útvary a syrrocia – blanité a kožovité vrstvy, které prorůstají dřevem, zdí i půdou [Ptáček, 2009].

Dřevomorka domácí *(Serpula lacrymans)* je naše nejrozšířenější a nejnebezpečnější houba, která se může vyskytovat ve všech patrech domu, od sklepa až po půdu. Dokáže prorůstat skrze zdi a zamořovat tak postupně celou budovu. Co ji činí obzvláště nebezpečnou je její schopnost si skrze svůj metabolický proces vyrábět vlastní

vlhkost. Zdroj vlhkosti z okolního prostředí tak potřebuje pouze na začátku svého vývoje [Kuklík, 2005].

Obr. 10: Dřevomorka domácí (Serpula lacrymans)

(zdroj: www.naturalistes-st-lupicin.com)

Dřevomorka často postupuje do krovu od stropu či obvodových zdí, kde má vhodně podmínky ke svému vývoji. Z toho důvodu se také nejvíce objevuje hniloba na patách krovů, kde je krov v blízkém kontaktu se zdivem. Vyšší části krovu povětšinou nejsou ohroženy, pokud do střechy nezatéká [Vinař et al., 2005].

Dřevomorka nemá ráda prudké změny teplot (maximálně do 30°C), vyhovuje jí nevětraný zastíněný prostor, kam dlouhodobě zatéká. K napadení ji stačí 20% vlhkost dřeva, vybírá si spíše starší zabudované prvky. Potřebnou vlhkost si je schopna obstarat z velkých vzdáleností prostřednictvím rhizomorf. Teploty na 35°C ji zabíjí [Žák, Reinprecht, 1998].

Rozlité bílé až šedobílé povrchové mycelium je vatovité struktury, které v příznivých podmínkách vytváří červenohnědou plodnici s bílými plstnatými okraji (viz Obr. 11). Dřevo napadené dřevomorkou se rozpadá v poměrně velké zřetelně hranolkovité fragmenty. Hnilobou postižené dřevo je povětšinou suché, světlehnědé barvy [VVÚD, 1995].

Popraška sklepní *(Coniophora puteana)* je svojí intenzitou rozkladu dřevní hmoty srovnatelná s dřevomorkou a často je možné i narazit na jejich společný výskyt. Slabinou této houby je požadavek na trvale vyšší vlhkost v substrátu [Kuklík, 2005].

Obr. 11: Popraška sklepní (Coniophora puteana)

(zdroj: www.ohoubach.blogspot.com)

Popraška sklepní má plodnice zcela rozlité, které tvoří velmi slabé povlaky (0,3 až 0,8mm) žlutavě okrové až hnědé barvy. Povrchové mycelium je zbarvené do světle žluté až žlutohnědé barvy, má pavučinovitý vzhled, rhizomorfy jsou černohnědé, tenčí než u dřevomorky [Baier, Peklík, Týn, 1989].

Dřevo napadené popraškou tvoří hnědou hnilobu, kdy se dřevo při zvýšené vlhkosti (optimálně 50 až 90%) rozpadá na drobné kostkovité části nebo až na úplný prach [VVÚD, 2005].

Trámovky (*Gloeophyllaceae)* napadají dřevěné prvky, které jsou vystaveny dlouhodobému zatékání, nebo jsou vystaveny exteriéru. Vysoké teploty a pravidelné střídání suchých a vlhkých podmínek prostředí jim nevadí. Pro trámovky je typické, že i při rozsáhlé (hnědé) hnilobě napadený prvek na svém povrchu vizuálně nevykazuje známky poškození. Jejich přisedlé plodnice jsou snadno rozpoznatelné [Žák, Reinprecht, 1998].

Přímé denní světlo zpomaluje metabolismus trámovek. Při nepříznivých mrazových nebo vlhkostních podmínkách dokáží přečkat v latentním stádiu i několik let [Svatoň, 2000].

U konstrukčního dřeva je možné se setkat i s dalšími druhy dřevokazných hub rodu *Basidiomycetes* a *Ascomycetes* způsobujícími bílou nebo měkkou hnilobu, avšak tito zástupci nejsou pro praxi důležití, neboť jejich výskyt je velmi řídký [Žák, Reinprecht, 1998].

V případě, že dojde k napadení biotickými degradačními činiteli, ještě nemusí být vše ztraceno, při včasném objevení poškození je často možné danou dřevěnou konstrukci nebo prvek zachránit a znovu použít. K tomu je však potřeba znát jistá základní pravidla.

6. Ochranné a sanační pracovní postupy u krovů

6.1. Ochranné pracovní postupy

„Ochrana dřeva je soubor opatření a technologických operací za účelem zachování fyzikálně mechanických a užitných vlastností dřeva (kvalitativních ukazatelů) a jeho nepoškození atmosférickými vlivy, ohněm a škůdci z říše živočišné či rostlinné“ [Svatoň, 2000].

Rozdělení ochrany dřeva:

- ***přirozená*** - vlhké ošetření kulatiny
  - husté uložení
  - uložení do vody
  - postřik vodou
  - zmrazení
- ***fyzikální***
  - vysušení
  - paření
  - vaření
  - vyluhování H_2O
  - mořská voda
  - nátěry nejedovaté
- ***chemická*** - beztlaková
  - nátěry
  - postřiky
  - máčení
  - ponořování
  - difuze
  - tlaková + vákuová
- ***konstrukční*** [Svatoň, 2000].

V případě konstrukčního dřeva používaného na krovy se provádí ochrana fyzikální, konstrukční a často i chemická [Svatoň, 2000].

Dle Kuklíka [2005] lze odvrátit poškození dřevěné konstrukce respektováním třech základních přístupů:

- ***optimálním konstrukčním řešením,***

- ***zvyšováním trvanlivosti dřeva,***
- ***přiměřenou údržbou.***

6.1.1. Fyzikální ochrana dřeva

Jedinou, ale za to zásadní fyzikální ochranou u konstrukčního dřeva je sušení. Jedná se o historicky nejstarší a nejjednodušší ochranu dřeva vůbec [Svatoň, 2000].

Obecně je doporučováno sušit přirozenou cestou, kdy se oproti umělému sušení, pozvolněji snižuje vlhkost v celém průřezu a celé délce dřeva. Značně se tak sníží riziko vytvoření výsušných trhlin, které vznikají nahromaděním vnitřního pnutí, způsobeného příliš vysokého vlhkostního rozdílu mezi vrstvami dřeva.

6.1.2. Konstrukční ochrana

Smyslem konstrukční ochrany je trvale udržet nízkou vlhkost dřeva. Toho lze docílit zvolením optimálního tvaru konstrukce či samotného stavebního prvku, zaizolováním kontaktních částí od prostor s možným výskytem vody, umístěním v prostoru s vytvořením náležitého odvětrání [Štefko, Reinprecht, Kuklík, 2009].

Obecnou zásadou je využití nejprve všech možných metod konstrukční ochrany detailů i celé stavby a až poté dle expozičního zatížení stavby aplikovat vhodnou chemickou ochranu [Štefko, Reinprecht, Kuklík, 2009].

Konstrukční ochrana zahrnuje: výběr vhodného druhu dřeva, zajištění vstupní kvality řeziva, spojovacích a ostatních materiálů, prevence před zbytečným zvýšením vlhkosti dřeva i dalších materiálů v realizované stavbě, jedná se zejména o tvarovou optimalizaci, izolaci od spodní, kapilární, srážkové, odstřikující, kondenzační i provozní vody, konstrukční řešení a materiálovou skladbu obvodových a střešních plášťů a s tím i spojenou regulaci klimatických podmínek ve stavbě [Štefko, Reinprecht, Kuklík, 2009].

Stavební normy nakazují použití dřeva o vlhkosti adekvátní vzdušné vlhkosti v dostavěném objektu. Vlhkost dřeva může být zvýšená v případě, že nehrozí velké rozměrové a tvarové změny a je zaručeno dostatečné odvětrávání [Vinař et al., 2005].

Při výběru co nejvhodnějšího dřeva se doporučuje [Vinař et al., 2005]:

- ***pro trvalé a nové konstrukce používat jen dřevo 1. třídy jakosti podle ČSN 49 1531-1***
- ***používat dřevo ze zimní těžby***
- ***nepoužívat čerstvě zpracované nevysušené dřevo***
- ***nepoužívat dřevo vykazující přítomnost hniloby či plísně***
- ***důsledně odstraňovat kůru***
- ***vyhnout se použití tzv. polomového dřeva***

Zajištěním dostatečného odvětrávání dřevní konstrukce se docílí zachování absolutní vlhkosti dřeva pod 15 až 18%. Důkladně je třeba se zabývat částmi konstrukce, které jsou v přímém kontaktu se zdivem [Kuklík, 2005].

Nevětraný krovní prostor nebo budova s vlhkým provozem snadno dosáhne kritických hodnoty vlhkosti dřeva, pohybující se kolem 20% [Vinař et al., 2005].

V současnosti hojně používané kovové spojovací prvky musejí být odolné vůči korozi, čehož se docílí aplikací vhodných povrchových úprav či zvolením přirozeně resistentních materiálů.

Základem je minimalizovat možnost kontaktu čel dřevěných prvků s vodou, přes která dochází k rychlému zvýšení vlhkosti ve dřevě a následnému vzniku trhlin [Štefko, Reinprecht, Kuklík, 2009].

Ochrana proti povětrnosti, dešti a odstřikující vodě je v případě krovu zajištěna především střešní krytinou, kterou je třeba pravidelně kontrolovat, aby se jejím narušením případně eliminoval možný zdroj vlhkosti.

Mezi základní zásady konstrukční ochrany dřevěných konstrukcí patří:

- ***tvarová optimalizace prvků, aby voda rychle odtékala z povrchu dřeva a dřevo tak mohlo efektivně vysychat;***
- ***vytvoření dobře odvětrávaného prostředí, které urychluje vysychání dřeva při náhlém zvýšení vlhkosti;***

- ***bezpečná vzdálenost od vodorovných ploch s odstřikující vodou, tendence odklonu těchto ploch směrem ven od stavby;***
- ***dřevěné prvky, vystavené přímému dešti, mají mít chráněny čelní plochy;***
- ***dostatečný přesah střechy chránící obvodové zdi;***
- ***v případě stavby v prostředí se zvýšenou expozicí atmosférickými vlivy uvážit obložení zdí;***
- ***zabránění přímého kontaktu dřeva s jinými potenciálně vlhkými materiály (zdivo, země);***
- ***hlídání vzniku tepelných mostů a s nimi spojené kondenzace vody*** [Štefko, Reinprecht, Kuklík, 2009].

Konstrukční ochranou lze zajistit ochranu před různými biotickými a abiotickými činiteli jen do určité míry, v náročnějších expozičních podmínkách, kde dřevo může být vystaveno vysoké vlhkosti nebo je zde větší pravděpodobnost požáru, je třeba přistoupit i k vhodné chemické ochraně [Štefko, Reinprecht, Kuklík, 2009].

6.1.3. Chemická ochrana dřeva

Literatura zabývající se tradičními způsoby chemické ochrany zmiňuje odvary z bylin pro kredence a spížní prostory, roztoky kamence, aloe, kafru, atd. Ochranný efekt se dostavil i po aplikaci kouře z topenišť, natírání dřeva vápnem, pravidelné mytí dřeva pískem a mazlavým mýdlem, ohazování jílem a natíraní volskou krví [Vinař et al., 2005].

Nátěry vápnem nebo volskou krví nejsou účinné vůči dřevomorce, jejíž vývoj naopak podporují pro svůj obsah vápníku a železa. Avšak ve středověku, kdy se tyto ochranné látky běžně používaly, se v oblasti Evropy dřevomorka ještě nevyskytovala. Její příchod je spojen s počátkem lodního obchodu v 17. – 18. století, kdy se do Evropy měla dostat z Indie [Vinař et al., 2005].

Chemické prostředky chránící dřevo před biotickými degradačními činiteli jsou označovány jako biocidy, které se dále specificky označují dle druhu škůdce, pro

kterého jsou určeny. V případě hub se jedná o fungicidy a u hmyzu jsou to pak insekticidy. Ke snížení hořlavosti se používají retardéry hoření.

Každý chemický prostředek je složen z účinné látky, média (nosiče) a dalších aditiv upravující barvu, konzistenci a další vlastnosti.

Dnes musí každý chemický prostředek splňovat následující požadavky:

- ***neovlivňuje vzhled dřeva,***
- ***je stabilní,***
- ***neovlivňuje objemové a tvarové změny dřeva***
- ***má vysokou penetrační schopnost,***
- ***je reverzibilní,***
- ***není toxický pro člověka,***
- ***nepůsobí na ostatní části konstrukce (nátěry, kovové prvky),***
- ***je schválen Hlavním hygienikem ČR,***
- ***je schválen Státní zkušebnou (č. 227),***
- ***má typové označení podle ČSN 49 0600-1.***

Norma ČSN 49 0600-1 udává typové označení, podle kterého je třeba se řídit při výběru náležitého ochranného přípravku:

F_A - účinnost proti dřevokazným houbám způsobujících měkkou hnilobu

F_B - účinnost proti dřevokazným houbám způsobujících hnědou a bílou hnilobu

I_P - preventivní účinnost proti dřevokaznému hmyzu,

P - proti plísním,

B - účinnost proti dřevozbarvujícím houbám,

D - ošetřené dřevo může být vystaveno vlivu povětrnosti,

E - ošetřené dřevo muže být zabudované v extrémních podmínkách v kontaktu se zemí nebo sladkou vodou,

v - vyluhovatelný vodou,

n - nevyluhovatelný vodou.

6.2. Sanační pracovní postupy

Klíčové body sanace pro udržení krovu v dobrém stavu jsou dodržet správné provedení likvidace napadení a konstrukčních detailů [Vinař et al., 2005].

Průzkum poškození dřeva

Sanaci předchází zmapování situace, kdy se identifikuje druh degradačního činitele, rozsah a stupeň napadení u všech prvků. V případě památkové chráněných konstrukcí se primárně sleduje zachování zdravých dřevěných prvků, nebo jejich částí pro další generace.

6.2.1. Koncepce průzkumu

Při rozhodování o koncepci oprav historického krovu je potřeba si ujasnit podstatu památky a podle toho stanovit priority:

- ***unikátní konstrukce*** – konzervace a petrifikace i za cenu přenesení nosné funkce na nový konstrukční systém;
- ***autentický materiál*** – výměna výhradně nenávratně poškozené části prvků;
- ***autentický konstrukční systém*** – výměna poškozených prvků nebo jejich částí tak, aby se konstrukci zcela navrátila její funkce bez zavádění nových prvků;
- ***autenticita provedení detailu*** – vytvoření přesných kopií profilů a spojů, napodobení vzhledu tesaného dřeva;
- ***celistvost konstrukce*** – výměna celých prvků, snaha neoslabovat konstrukci přidáváním dalších spojů [Vinař et al., 2005].

6.2.2. Likvidace dřevokazných hub

U neudržovaných objektů je likvidace hniloby často spojena s celkovou rekonstrukcí či opravou pro dosažení maximální efektivnosti.

V ostatních případech se jedná o odstranění havárie. Likvidační proces začíná nalezením a odstraněním zdroje vlhkosti, nejčastěji se jedná o odstranění stavební poruchy, jež způsobuje zatékání, apod.

Každá sanace houbového původu začíná mechanickým očištěním dřeva všech vývojových stádií hub z povrchu napadeného dřeva a odstraněním napadaného dřeva, které již nelze zachránit. Zároveň se musí začít s vysušováním, které probíhá u dřeva s hnilobou pomaleji. Následuje zvolení vhodné konstrukční ochrany a chemické ochrany dřeva. Smyslem chemické ochrany je prevence před opětovným napadením konstrukce dřevokaznou houbou a zároveň pomáhá zlikvidovat případné zbytky houbové stélky po nedůsledně provedené sterilizaci [Reinprecht, Štefko, 2000].

V případě napadení dřeva dřevomorkou je potřeba odstranit i zdánlivě zdravé dřevo minimálně do vzdálenosti 1m od kraje viditelného napadení. U zdiva je nezbytné odstranit omítku a maltu ze spár do vzdálenosti nejméně 0,5 m od místa viditelného prorůstání rhizomorf. Ve stropních a podlahových konstrukcích je důležité odstranit případný násyp. Ponechaný zbytek konstrukcí je třeba precizně sterilizovat a chemicky ošetřit [Reinprecht, Štefko, 2000].

Podle situace a požadavků zákazníka a projektanta se určí obecné pravidla postupu i konkrétní opatření týkající se oprav, sanace a ochrany dřeva [Vinař et al., 2005].

6.2.3. Likvidace dřevokazného hmyzu

Sanace dřeva po napadení dřevokazným hmyzem je časové náročná, složitá záležitost, protože pro úspěšné vyhubení hmyzu je třeba snížit vlhkost dřeva pod 10%, což je běžně v budovách značně obtížné [Vinař et al., 2005].

Komplikující je i někdy obtížně identifikovatelná činnost larev ve dřevě, kdy nejde často rozpoznat, zda jsou ještě aktivní. Z informací o životnosti jednotlivých druhů nelze získat přesné hodnoty, protože zde hrají roli specifické podmínky prostředí.

Vyskytují-li se na konstrukci zbytky kůry je nezbytné je odstranit. V případě nalezených podpovrchových požerků tesaříka je možné tuto část dřeva otesat a zeslabený prvek zpevnit příložkami apod.

Kompletní likvidace všech vývojových stádií hmyzu je zprostředkována chemickou sterilizací zasažené konstrukce nebo jejích částí. Insekticid je aplikován nátěrem, postřikem a bývá doporučována i kombinace s injektáží výletových otvorů [Reinprecht, Štefko, 2000].

Účinné používání insekticidů vyžaduje trpělivost, opakovanou aplikaci a kvalifikovanost uživatele, který je znalý bionomie hmyzu [Vinař et al., 2005].

Nejběžněji se užívají insekticidy s intenzivní účinností (I_i). Tato metoda trvá zhruba několik týdnů, přestože larvy odumírají ihned po kontaktu s účinnými látkami. Penetrace není rovnoměrná, proto je v rámci sanace potřeba provádět kontroly a případně aplikaci opakovat [Vinař et al., 2005].

Úspěšnou metodou likvidace hmyzu v dřevěných konstrukcích je zahřátí dřeva horkovzdušným agregátem na 60 až 80 °C po dobu jedné hodiny. Specifikem tohoto způsobu je finanční náročnost a riziko vzniku výsušných trhlin, kvůli kterému se tato eliminační metoda nepoužívá u historických krovů [Vinař et al., 2005].

Okrajově se při sanaci užívají metody plynování a γ záření, které sice nelze použít jako prevenci, nicméně jejich likvidační schopnost je vysoká. Pro svoji velkou náročnost na přípravu se tyto metody používají jen v mimořádných případech [Vinař et al., 2005].

6.2.4. Opravy a rekonstrukce krovu

Poškozené nebo nevhodně dimenzované dřevěné prvky se nejčastěji řeší formou výměn nebo zpevňování. U staveb, které nepatří mezi památkové chráněné je nejjednodušší a nejefektivnější nevhodné prvky jednoduše vyměnit, ale v případě památkové chráněných budov, kdy je prioritou záchrana původních konstrukcí a jejich prvků, se zpevňují prvky individuálně, anebo se stabilizují celé konstrukce [Reinprecht, Štefko, 2000].

Individuální zpevňování se provádí:

- ***příložkováním,***
- ***kotvením do ocelových konzol***

- ***protézováním,***
- ***plombováním,***
- ***konzervováním syntetickými polymery,***
- ***eventuálně zvolením jiného konstrukčního řešení.***

Konstrukční celky se povětšinou:

- ***podpírají,***
- ***odlehčují,***
- ***vyztužují,***
- ***spřáhnou s doplňkovou konstrukcí***
- ***případně vyřeší jiným zpevňujícím řešením.***

Poddimenzování konstrukce a jejích prvků

Tento jev se nejvíce projevuje u prvků namáhaných na ohyb a naopak nejméně u vzpěrných prvků. Východisko představuje zesílení prvků nebo jejich znásobení, či vícemístné podepření. Základem je v první řadě určit, jak velká část konstrukce je poddimenzovaná. U případů, kdy převažuje, se mnohdy jeví efektivněji zvolit jiný celý konstrukční systém namísto zesilování jednotlivých prvků [Vinař et al., 2005].

Oprava spojů

Nejexponovanější spoje v konstrukci jsou:

- ***spoj krokví s vaznými trámy***
- ***spoj krokve s pozednicí***
- ***spoj kráčat s výměnou***

U spojů krokví a vzpěr s vaznými trámy a pozednicemi se zpevnění realizuje přidáním ocelových pásků, eventuálně podpořených svorníky. Nevyhovující spojení kráčat a výměn se běžně řeší svorníky a svorníkovými třmeny [Vinař et al., 2005].

Přidávání prvků do konstrukčního systému

U konstrukcí se chybějící prvky doplňují zejména tam, kde plní statickou funkci, která se podílí na celkové stabilitě krovu. V rámci zachování autenticity, je nutné u nového prvku rozhodnout, zda bude vyroben z řezaného nebo tesaného dřeva. Prvky se doplňují zejména tam, kde je z důvodu přetížení konstrukce nutné odlehčit některé prvky, nebo tam, kde je třeba zvýšit prostorovou tuhost konstrukce. Při návrhu konstrukčního řešení je nezbytné si ujasnit priority: minimalizace úprav původní konstrukce, přípustnost použití kovových prvků, vzhled vložené konstrukce, montáž dodatečné konstrukce. Střešní krytina by během úprav měla být rozkryta co nejméně, aby byla co nejmenší část krovu vystavena nepříznivými vnějším vlivům [Vinař et al., 2005].

Všechna výše uvedená problematika je velmi důležitá při práci se starší dřevěnou konstrukcí krovu. Zejména pak, chceme-li konkrétní stavbu jisté historické hodnoty zachránit před zničením, a prostřednictvím podrobné analýzy umožnit připravit řešení, jak nejefektivněji objekt stabilizovat a navrátit do původní podoby.

7. Průzkum historického krovu a analýza odebraných vzorků

7.1. Metodika průzkumu

7.1.1. Cíl a rozsah průzkumu

Historickým krov má stejné jako jakýkoliv jiný krov především funkci nosné konstrukce střechy. Z tohoto úhlu pohledu je i k samotnému průzkumu přistupováno. V první části se provede identifikace krovu a střechy celkově, případně se do průzkumu zahrnou i další související dřevěné konstrukce. V druhé části se zjistí podrobnou kontrolou smyslovými, nástrojovými a přístrojovými metodami stávající stav všech prvků konstrukce. U poškozených prvků a částí konstrukce se provede analýza závady a na jejím základě se navrhnou vhodná sanační opatření.

7.1.2. Struktura průzkumu a jeho dokumentace

Průzkum má za úkol vytvořit a shromáždit dokumentaci, popisující současný stav krovu a na něj navázaných částí stavby, jedná se o střešní krytinu, podkrovní konstrukce stropů a obvodových stěn.

V rámci samotného krovu se charakterizuje jeho tvar a uspořádání konstrukce, vztah k ostatním částem stavby, rozměry a dimenze konstrukce a jejích prvků, použitý materiál, popis současného stavu, datování vzniku a následný historický vývoj.

Úvodní popis krovu zahrnuje popis konstrukčního systému, prvků krovu a jejich spojů, určení materiálu, stručnou charakteristiku stavebního vývoje a datování jednotlivých fází, zjištění současného stavu. V závěrečné části se objeví návrh na sanační opatření, která povedou k optimální opravě a ochraně krovu. Ke zvýšení vypovídající hodnoty jsou součástí schematické kresby a fotografická dokumentace.

Při návrhu sanačních postupů, v případě zjištění nutnosti opravy, je třeba zohlednit historickou hodnotu a technický stav konstrukce, kdy je třeba vzít v potaz stav dřeva a celého konstrukčního systému, včetně jeho vhodnosti. Je-li nezbytný zásah do konstrukce krovu, je třeba vypracovat základní konstrukční schéma a změřit hlavní rozměry a dimenze prvků, aby se mohl provést základní statický výpočet.

Rozsah průzkumu krovu

- ***střecha*** – tvar; střešní plochy a jejich sklon; ukončení u okapu, římsy, atiky, půdní nadezdívky; štíty a štítové zdi; komíny; vikýře, světlíky, střešní okna; hrotnice, kabřince, hřebeny, hromosvody; střešní věže; historie; stav
- ***krytina*** – druh; materiál; barva, povrch, struktura; skladba; technologie; nátěr; historie; stav
- ***oplechování*** – umístění; materiál; technologie; nátěr; historie; stav
- ***krov*** – konstrukce (vazby krovu; konstrukční systém; příčné ztužení; podélné ztužení; uložení a ukotvení); prvky; spoje a spojovací prostředky; materiál; historie (vznik konstrukce, pozůstatky starších konstrukcí, opravy a změny, datovaní); současný stav
- ***podkroví*** – podlaha; půdní zdivo, vestavby; konstrukce pod krovem; doplňkové konstrukce; současný stav; materiál a předměty uložené na půdě

7.1.3. Průzkum statiky krovu

Na základě analýzy trhlin a jejich směrů se lze dobrat působišť a tím i příčin vzniku poruchy. Jako první avizují poruchy deformace prvků, spojů nebo celé konstrukce a až poté, na základě překročení materiálové pevnosti se objevují trhliny.

Ovšem ne vždy se sám špatně fungující krov projeví touto cestou, např. jsou-li síly nevhodně přeneseny do spodní stavby, a proto je nutné při průzkumu věnovat pozornost i této navazující části objektu [Vinař et al., 2005].

7.1.4. Posuzovaná hlediska při terénním průzkumu

Podle je vhodné respektovat následující pořadí zkoumaných aspektů:

- ***Deformace a napětí v konstrukci a jejích prvcích:***
  - průhyb prvků,
  - pootočení prvků,
  - zkroucení prvků,
  - posun v uložení,
  - změna tvaru konstrukce

- nadměrné tlakové a tahové napětí ve dřevě, případně v táhlech.

- ***Poruchy konstrukčních spojů:***
  - pootočení prvků ve spoji,
  - nadměrné otlačení a rozštípnutí dřeva ve spoji,
  - uvolnění nebo vypadnutí spojovacích prvků,
  - uvolnění železných táhel, která mohou být součástí konstrukce.
- ***Trhliny ve dřevě:***
  - smykové,
  - tahové.
- ***Trhliny ve zdivu způsobené deformací krovu***
- ***Vlhkost a odvodnění***
  - zjevná vlhkost dřeva nebo zdiva,
  - závady v krytině a oplechování,
  - závady v odvádění povrchové vody,
  - závady v instalacích.

- ***Napadení dřeva škůdci:***
  - plísně na dřevě,
  - hniloba dřeva:
    - registrace napadení a identifikace houby,
    - lokalizace ohniska a stanovení aktivity houby,
    - určení rozsahu napadení;
  - výskyt houby (mycelium, plodnice):
    - na dřevě,
    - na zdivu, v násypech, atd.;

- zjevné napadení dřeva hmyzem (degradace dřeva, otvory, požerky, čerstvé piliny na zemi nebo v pavučinách):
    - registrace napadení a identifikace hmyzu,
    - posouzení důsledků napadení
    - diferenciace starých a nových napadení.

- ***Konstrukční systém:***
    - původní konstrukce,
    - její změny a opravy,
    - provedení spojů,
    - souvislost s ostatními částmi stavby

- ***Konstrukční závady:***
    - způsob zachycení vodorovných sil v konstrukci,
    - prostorová tuhost konstrukce,
    - provedení detailů a spojů.

- ***Odstraněné prvky v konstrukci.***

- ***Opravy konstrukce:***
    - selekce provizorních a finálních oprav,
    - datová posloupnost oprav,
    - stanovení důvodů oprav,
    - posouzení stavu dřeva oprav,
    - posouzení funkčnosti historických oprav.

7.1.5. Postup průzkumu

1) Prohlédnutí celého objektu spojeného s lokalizací všech závad dohledatelných smyslovými metodami

Průzkum začíná všeobecnou vizuální prohlídkou vnější části chalupy, kdy je pozornost věnována zejména střešní krytině a jejímu stavu, vnějším dřevěným prvkům jako jsou např. podhledy přesahu střechy, roubení obvodových stěn, dřevěné bednění, otvorové výplně, atd. Během průzkumné činnosti je zohledňován historický vývoj objektu a dáván do kontextu s jeho současným stavem. Tento povšechný úvodní průzkum je důležitý pro stanovení vazeb mezi všemi, nejen dřevěnými, konstrukcemi, které dohromady utvářejí zkoumaný stavební celek.

Následuje prohlídka interiéru a jeho jednotlivých místností, zde jsou předmětem zájmu např. stropní trámy, vnitřní strana roubení a jeho napojení na cihlové a kamenné zdi, dřevěné obložení, dřevěný nábytek a jiné vybavení.

V podkroví se identifikuje typ krovové soustavy, dle počtu prvků a vazeb se předběžně určí jeho velikost, dalším důležitým bodem je způsob uložení krovu na spodní stavbu a v neposlední řadě se letmo prohlédne střešní plášť z vnitřní strany a zhodnotí jeho technický stav.

V průběhu předběžného průzkumu jsou smyslovými metodami zároveň předběžně lokalizovány závady, které jsou svým pokročilým stádiem výrazné a tím pádem i snadno dohledatelné, jedná se zejména o povrchová mycelia a plodnice dřevokazných hub, povrchové požerky dřevokazného hmyzu, fyzická poškození prvků a jejich deformace a zatékání do střechy. Vědomě se zaměřuje na poruchy náchylná místa (např. napojování konstrukcí, průchod komína střešní krytinou, atd.).

V rámci terénního průzkumu se využily zejména zraková, hmatová a zřídka sluchová smyslová metoda, které sice nevyžadují žádné pomůcky, avšak o to větší jsou u nich kladeny nároky na vědomosti a zkušenosti u osoby provádějící průzkum.

Podmínkou zrakové metody je zajištěný dostatečného množství světla, což v případě podkrovního prostoru bez oken je značný problém, a tak jako základní pomůcka při průzkumu slouží příruční svítilna, nejlépe typu „čelovka“, která nám umožní při zrakové metodě díky volným rukám zároveň použít i hmatovou metodu v případě potřeby. Nehledě na možnost zapisování poznatků v průběhu posuzování. Zraková metoda je ze všech smyslovým průzkumných metod nejpoužívanější, efektivně slouží k identifikaci a stanovení rozsahu valné většiny povrchově pozorovatelných

napadení biotickými a abiotickými činiteli, včetně mechanických poškození a tvarových deformací dřevěných prvků.

Hmatová metoda se nejvíce uplatnila u analýz napadení biotickými degradačními činiteli, kdy se zjišťovala konzistence a stadium degradace dřevní hmoty.

Dle adheze povrchového mycelia a substrátového dřeva lze určit jeden z rozpoznávacích znaků mezi dřevomorkou domácí *(Serpula lacrymans)* a popraškou sklepní *(Coniophora puteana)*, kde popraška vykazuje mnohem větší přilnavost k povrchu dřeva [Gabriel, 2013].

Mimo jiné tato metoda přispěla u identifikace složek těsnícího materiálu použitého mezi trámy roubených stěn.

Sluchová metoda měla největší význam u případů, kdy vniklo u dřevěného prvku podezření na vnitřní degradaci biotickými škůdci. Podle zvuku při poklepání na povrch dřeva si průzkumník vytvoří prvotní představu o stavu zkoumaného prvku. Aktivita larev dřevokazného hmyzu byla po sluchu obtížně zjistitelná, neboť v čase terénního průzkumu vál v dané lokalitě vítr, který značně omezoval sluchový aparát.

2) Zaznamenání důkladné fotodokumentace celého objektu a jednotlivých konstrukčních detailů a detailů poškození dřeva

Po úvodním průzkumu přišlo na řadu fotografické zaznamenání všech vnějších a vnitřních konstrukcí a jejich zásadních detailů, týkajících se spojů mezi prvky, způsobů uložení, návaznosti a skladby prvků, atd. Mimo to se pořídily snímky veškerých vizuálně pozorovatelných poruch, jako jsou trhliny, deformace, povrchové požerky, výletové otvory, povrchová mycelia a plodnice dřevokazných hub, plísně, zatékání, aj. K pořízení fotodokumentace byl použit fotoaparát Panasonic DMC – FZ7.

3) Zakreslení schematických půdorysů prvního nadzemního podlaží a krovu

Vzhledem ke stanovenému rozsahu průzkumu byly vytvořeny dva schématické půdorysné náčrty, první nadzemní podlaží a krov. Do těchto schémat, byly zaznamenány základní vzdálenosti mezi prvky, rozměry prvků, místa poruch a jejich rozsah, a na vlhkost vzduchu a dřeva měřená místa. Výkresová dokumentace byla doplněna o schémata specifických konstrukčních detailů a specifických konstrukcí příčných vazeb krovu.

4) Zaměření a zaznamenání všech základních rozměrů konstrukce a jejích prvků

Pomocí nástrojových měřících metod, zde za použití svinovacího metru a pásma, byly změřeny základní nezbytné vzdálenosti mezi prvky a konstrukcemi a rozměry jednotlivých prvků (průměr, výška, šířka, délka), aby tak bylo možné později vytvořit přesnější výkresovou dokumentaci.

5) Změření a zaznamenání vlhkosti dřeva a teplotně-vlhkostní charakteristiky vzdušného prostředí

Na vytipovaných místech, souvisejících se zatékáním vody či přítomností biotických činitelů, byly pomocí měřícího zařízení Elbez (viz Obr. 13) změřena podpovrchová vlhkost dřeva. Hrotový vlhkoměr Elbez WHT-860 měří vlhkost ve dřevě na základě elektrického odporu mezi hrotovými elektrodami měřící sondy, která se ručně zabodává do měřeného prvku [Elbez]. U každého prvku se měřila vlhkost na dvou místech, min. 30 cm vzdálených, a naměřené hodnoty se poté zprůměrovaly. Všechny hodnoty byly naměřeny do hloubky 1 cm od povrchu dřeva. Přiložená převodní tabulka vlhkosti podle druhu měřených dřevin nebyla použita, protože ve všech případech bylo uvažováno základní smrkové dřevo. Čela dřevěných prvků reagují rychle na změny vlhkosti okolního prostředí, tepelně-vlhkostní charakteristika vzduchu byla naměřena dalším přístrojem.

Jednalo se o digitální termo/vlhkoměr Greisinger GFTH 95 (viz Obr. 12), kterým byla změřena teplota a vlhkost vzduchu v podkroví a v místnosti prvního nadzemního podlaží (světnice). Zařízení má umístěné měřící čidlo ve své vyčnívající části a pro získání skutečných hodnot je potřeba ho v průběhu měření nedržet přímo v rukách, které ho mohou zahřívat a zároveň nevydechovat teplý vzduch v jeho směru. Přesné hodnoty jsou u tohoto modelu zobrazeny na displeji po 15 sekundách měření ve stálém prostředí [Greisinger].

Obr. 12: Digitální hydro / termometr - model Greisinger GFTH 95 (zdroj: www.conrad.cz)

Obr. 13: Tester vlhkosti dřeva – model Elbez WHT-860 (zdroj: www.avito.ru)

6) Odebrání vzorků dřeva s povrchovým myceliem dřevokazných hub a zaznamenání specifik jednotlivých míst s napadením

V místech s povrchovým myceliem dřevokazných hub byly odebrány vzorky o hrubých rozměrech 20 x 50 mm za použití dláta a kladiva. Tyto vzorky byly samostatně izolovány v igelitových pytlících s příslušným kódovým označením dle místa odběru. Současně byly zapsány u jednotlivých lokalizací do tabulky specifikační údaje týkající se rozsahu a stádia hniloby. Mezi pozorované znaky patří barva, vlhkost a konzistence substrátového dřeva, a také barva, tvar a struktura povrchového mycelia.

7) Odebrání vzorků nástrojovou vývrtovou metodou

Vzhledem ke skutečnosti, že zraková metoda má svá omezení spojená s neprůhledností dřeva, byla u míst podezřelých na vnitřní typ poškození aplikována

vývrtová metoda. Tento způsob průzkumu je vhodný pro získání informací o hloubce napadení biotickými činiteli, zejména pak může pomoci odhalit napadení prvku trámovkou (rod *Gloeophyllum*) s jejím specifickým postupováním hniloby od středu dřevní hmoty. Jako nástroj k získání vzorků byl použit Presslerův přírůstový nebozez (viz Obr. 14) Na základě rozdílné konzistence a barvy jednotlivých vrstev dřeva je částečně možné odhadnout povahu vnitřní dřevní hmoty.

Obr. 14: Presslerův nebozez (zdroj: http://www.articoliforestali.com)

7.2. Zkoumaný objekt

7.2.1. Lokalizace

Předmětem průzkumu je roubená chalupa z konce 19. století, která se nachází v oblasti Krkonoš, na adrese: Jablonec nad Jizerou, Bratrouchov č.p. 114, GPS souřadnice jsou 50.7078714N, 15.4711372E. Stavba stojí na pozemku s parcelním číslem st. 9, který spadá pod katastrální území Bratrouchov. Dům je umístěna na svažité louce orientované severozápadním směrem, v nadmořské výšce 770 m. n. m. pod vrchem zvaným Hejlov.

Obr. 15: Jihovýchodní pohled na zkoumanou stavbu (zdroj: vlastní tvorba)

7.2.2. Historie

Roubená stavba, jak vypadá v dnešní podobě (viz. Obr. 15), byla postavena kolem roku 1890. Postupem času byly roubené stěny v západní části opláštěny prkenným obkladem z důvodu ochrany před atmosférickými vlivy, zároveň byla vyměněna okna. Současný majitel po konzultaci s odborníkem datuje tyto úpravy do období 20. až 30. let 20. století a zároveň uvádí, že se jednalo o poslední větší stavební úpravy vůbec. V následujícím období byla chalupa udržována spíše omezeněji. Do roku 1965 byla chalupa trvale obydlená původními majiteli, posléze již byla využívána jen k rekreačním účelům. Kolem roku 1980 byla renovována krytina, kdy byly odstraněny staré vrstvy asfaltové lepenky a krov byl zaklopen novým dřevěným bedněním a zaizolován novou vrstvou lepenky. Nicméně jednotlivé kusy lepenky nebyly k sobě tepelně svařovány, ale pouze vzájemně překryty a přibity hřebíky. Ve stejném čase byla vyměněna dřevěná podlaha v roubené světnici, která byla nově od země odizolována dvěma fůrami škváry. Přibližně v roce 1990 byly příčné vazby v krovu staženy

předepjatými ocelovými táhly kvůli deformaci střechy. Chalupa byla pravidelně užívaná do roku 2005, poté ji majitelé navštěvovali už jen sporadicky a od cca roku 2009 již nebyla obývána vůbec. V následujících letech došlo k vážným poškozením střešní krytiny, kdy působením větru docházelo k vytrhání částí bednění i s lepenkou a do krovu dlouhodobě zatékalo, dokud nebyla krytina na krátkou dobu provizorně opravena přidáním další vrstvy lepenky. Tato situace se opakovala vícekrát. V létě roku 2014 je instalována nová lepenka na krovu západní poloviny objektu a chalupa je záhy prodána současnému majiteli, který po koupi na podzim částečně zajišťuje i východní část střechy doplněním dřevěného bednění a zakrytím plachtou.

7.2.3. Rozsah průzkumu

Jak vyplývá z nadpisu této diplomové práce, měla by být předmětem terénního průzkumu výhradně dřevěná střešní konstrukce. Nicméně jak odborná literatura uvádí, a situace na místě to jen potvrdila, jevy ovlivňující vlastnosti krovu jsou úzce spjaty s jevy probíhajícími na navazujících částech stavby, tím spíše jsou-li zhotoveny ze stejného, v tomto případě dřevěného, materiálu. Proto jsem při provádění průzkumu zahrnul do oblasti zájmu i spodní stavbu s jejími dřevěnými stěnami.

7.2.4. Celkový současný stav chalupy

Při prvním vizuálním kontaktu s objektem již na dálku zaujme pozornost propadlá východní část sedlové střechy, kde krytinu dohromady skládá navrstvená stará lepenka s částečně nově opravenými plochami a zbylé části krytiny jsou dočasně zakryty plachtou doplněnou prkenným kotvením přibitým k střešnímu bednění. V oblasti přesahu střechy chybí z části krytina zcela a zhlaví námětků včetně dřevěného latění je tak přímo vystaveno vnějším atmosférickým vlivům. V době průzkumu v tomto místě zatéká voda z nahromaděného tajícího sněhu.

Naopak krytina západní poloviny střechy je tvořena souvislou novou vrstvou lepenky, kde u prostupu komína střešní krytinou bylo provedeno překrytí spáry vyvedením přesahu lepenky na stěny komína.

Na severní straně uprostřed prochází skrze střechu kovový střešník (viz Obr. 22) napojený na místní rozvodovou síť, který přivádí do chalupy elektřinu.

Dřevěné okapové žlaby jsou již nefunkční zarostlé mechem a vypadlé z okapových háků. Po bližší prozkoumání podhledu u přesahu střechy je zřejmé, že

voda svedená střechou je místy v přímém kontaktu s dřevěnými podhledovými prvky v důsledku nevhodně provedeného zakončení lepenky a poškozeného okapového systému, nicméně díky částečně opadanému podbití tento prostor lépe odvětrává.

Roubené části obvodových stěn jsou zakryty prkenným obkladem, na kterém jsou zbytky červené nátěrové hmoty, která měla částečně ochrannou funkci před abiotickými degradačními vlivy.

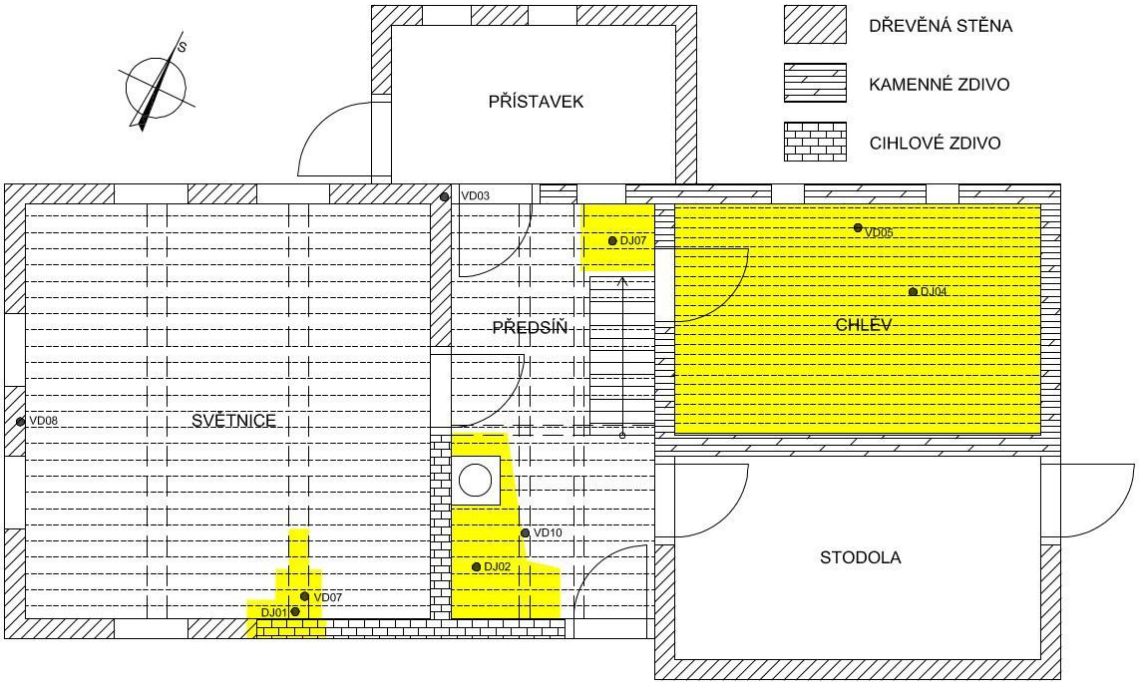
Po vstoupení do chalupy je jasně vidět, že interiér nebyl dlouhou dobu vůbec udržován. Většina místností je plná starého neuspořádaného vybavení pokrytého prachem a pavučinami. Na mnohých z dřevěných prvků v interiéru je zřetelně pozorovatelné pokročilé napadení červotočem. Některé z vnitřních stěn a stropů jeví místy známky přítomnosti plísní a dřevokazných hub, jsou zde pozorována povrchová mycelia.

K chalupě přiléhá z východní štítové strany celodřevěný dřevník, který jsem pro svůj dezolátní stav (dlouhodobá absence krytiny), špatnou přístupnost a odděleně řešenou nehodnotnou konstrukci nezahrnul do zorného pole svého průzkumu.

Průzkum celkově byl značně omezen špatnou přístupností některých konstrukcí nebo jejich částí, z toho důvodů bylo někdy obtížné a místy nemožné získat údaje o konstrukčních detailech či poruchách. Jedná se zejména o vnější část roubení kolem světnice, která je důkladně zaklopena prkenným obkladem staženým přes hranol svorníky, nebo o části střešní konstrukce v přesahu střechy zakryté podbitím, krytinou a stěnou roubení.

7.2.5. Vnitřní průzkum prvního nadzemního podlaží

Přízemí dává dohromady pět místností o celkové podlahové výměře 85 m^2, kdy ke stavbě zdí je použita roubená konstrukce a hranolová konstrukce s prkenným záklopem, ale je zde také zastoupeno kamenné a cihlové zdivo (viz Obr. 16).



Obr. 16: Půdorys prvního nadzemního podlaží (zdroj: vlastní tvorba)

– pozn.: žluté plochy představují poškozenou oblast, body místa měření a odebrání vzorků

Světnice

Významnou část z dřevěných konstrukcí představují roubené stěny, které mají v tomto případě podobu obvodových zdí a jedné příčky (viz Obr. 16) složených z polohraněných trámů o průměru cca 250 mm a tvořící stěny světnice umístěné v západní části chalupy. Roubené stěny jsou k sobě v rozích spojeny přeplátováním. Jako těsnící materiál mezi trámy jsou použity mech a směs jílové hlíny s dřevní vlnou. Prkenný strop je kromě obvodových stěn nesen dvěma trámy, které jsou vzhledem ke svým nedostačujícím dimenzím při 5 metrovém rozponu použity ve zdvojeném provedení. Zhlaví stropního trámu uloženého ve středu světnice je na jedné straně zazděno do zdi z plných pálených cihel, která tvoří jihovýchodní roh místnosti. Po odrytí prkenného záklopu kryjícího napojení cihlové zdi na roubení se odhalil maltou a sádrou zcela vyplněný prostor mezi čely trámu a cihlami. V jihovýchodním zděném rohu světnice jsou umístěna plechová kamna, která jsou jedinou vytápěcí jednotkou v celé chalupě.

Stodola

Druhou a poslední roubenou místností je stodola, kde výstavba stěn vychází ze stejné konstrukce jako ve světnici, avšak použité trámy jsou zcela nehraněné a mezery mezi jednotlivými trámy zůstaly neutěsněny, aby tak místnost vzhledem ke svému původnímu účelu byla dobře provětrávaná. Severní stěna patří k severovýchodnímu kamennému traktu (viz Obr. 16). Prostor stodoly je spojen s podkrovním prostorem, tudíž horizontální strop zde není uvažován. Nicméně v podkrovní úrovni je na trámech uloženo řezivo, které částečně přízemní a podkrovní prostor odděluje. Na jižní straně uprostřed chybí v úrovni paty krovu zcela dřevěné bednění s krytinou a je tak v těchto místech zcela obnaženo zhlaví námětku podepřeného sloupku a středová část roubené stěny pod ním (viz Foto 4).

Přístavek

Na severní straně uprostřed se nachází dřevěný přístavek se suchým záchodem. Jeho stěny představuje jednoduchá skeletová konstrukce s olištovaným prkenným obkladem. Střešní konstrukce přístavku je řešena prodloužením krokví námětky opřenými o vaznici ležící na zhlaví stropních trámů. Krytina přístavku tak plynule navazuje na hlavní krytinu. Pro malou výšku severní obvodové stěny (kolem 1500 mm) zde není zakomponován vodorovný podhled.

Předsíň

Prostor nacházející se uprostřed prvního nadzemního podlaží, za hlavním vchodem z jižní strany. Vzhledem k tomu, že tento prostor propojuje všechny výše uvedené místnosti, jeho stěny jsou tvořeny roubením a kamenným a cihlovým zdivem. Z této místnosti vedou severně orientované výstupní schody do podkrovního prostoru. Komín je zapuštěn do cihlové příčky v jihozápadní části prostoru. Strop je řešen pohledovými tesanými trámy nesoucími prkennou podlahu.

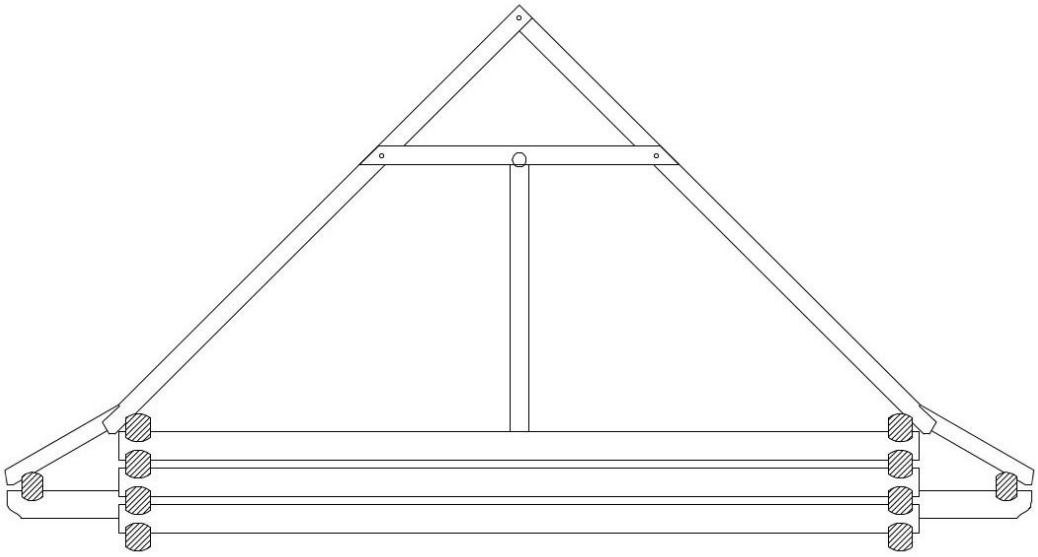
Chlév

Veškeré zdi lemující tuto místnost jsou z kamene. Strop je povalového typu, složen z nehraněných trámů o průměru kolem 100 mm, na jejichž povrchu jsou patrné zbytky kůry. Krajní části s čely u všech trámů jsou kotveny zazděním.

Podlahy prvního nadzemního podlaží nebylo možné při průzkumu posoudit, protože většina prostor byla v té době silně zanesena nečistotami a z velké části zakrytá početným vybavením místností.

7.2.6. Průzkum podkroví

Tomuto prostoru dominuje obdélníkový krov o dimenzích: šířka 7330 mm, výška 3460 mm a délka 13150 mm. Jeho konstrukce vychází z hambalkové soustavy podepřené, sklon střechy je 45° a v úrovni paty krovu přechází do sklonu 30°, aby se tak dosáhlo většího přesahu střechy při zachování světlé podchodové výšky. Krytinou je zde asfaltovou lepenkou zakryté dřevěné bednění ukotvené přes latění hřebíky ke krokvím.



Obr. 17: Příčná vazba u východního štítu (zdroj: vlastní tvorba)

Párové krokve spojené u hřebene plátováním s dřevěným kolíkem jsou ztuženy hambalky ve výšce 2,3 m od podlahy a v rozpětí cca 1,8 m od sebe utváří v celém krovu osm příčných vazeb.

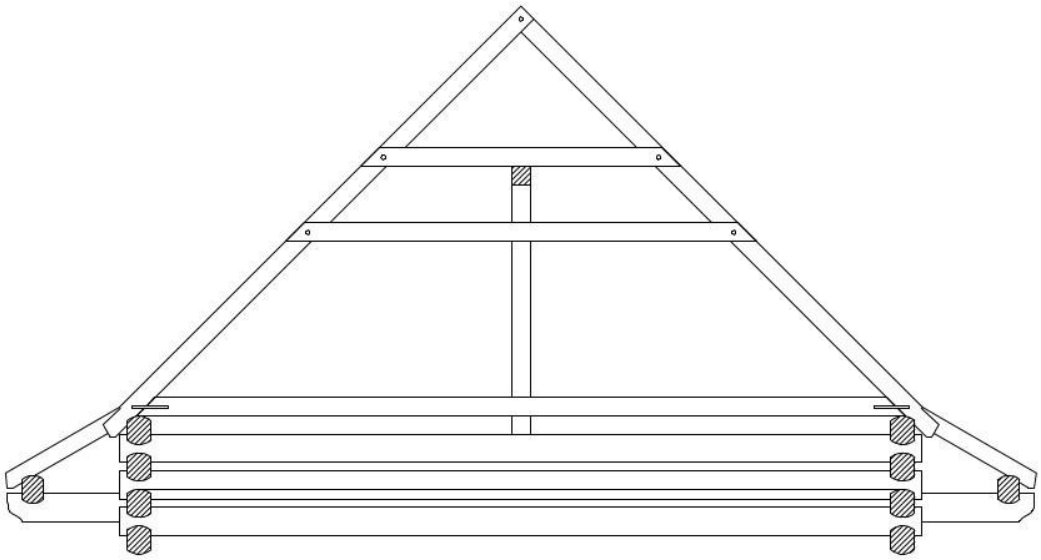
U východního štítu je krajní pár krokví podpořen přidáním deváté příčné vazby prostého krokevního charakteru - bez hambalku.

Na většinu hlavních nosných prvků krovu jsou použity hranoly o stejných profilových dimenzích (130 x 130 mm). Jedná se o krokve, hambalky, sloupky a vaznici podélné stolice (viz Tab. 2).

p.č.	Prvek	Rozměry [mm]	Množství [ks]	Objem dřevní hmoty [m^3]
1.	krokev	130 x 130 x 3000	18	0,9126
2.	hambalek	130 x 130 x 2280 (1x3350)	9	0,3649
3.	vazný trám	130 x 130 x 5470	1	0,0925
4.	průvlak	130 x 130 x 13150	1	0,2223
5.	sloupek	130 x 130 x 2170 (2x1670)	5	0,1665
6.	pásek	80 x 80 x 1600 (2x1800)	5	0,1031
7.	sedlo	80 x 80 x 2080	1	0,0133
8.	diagonála	80 x 60 x 6310	2	0,0606
9.	lať	80 x 60 x 4300 (11x5600)	33	0,7498

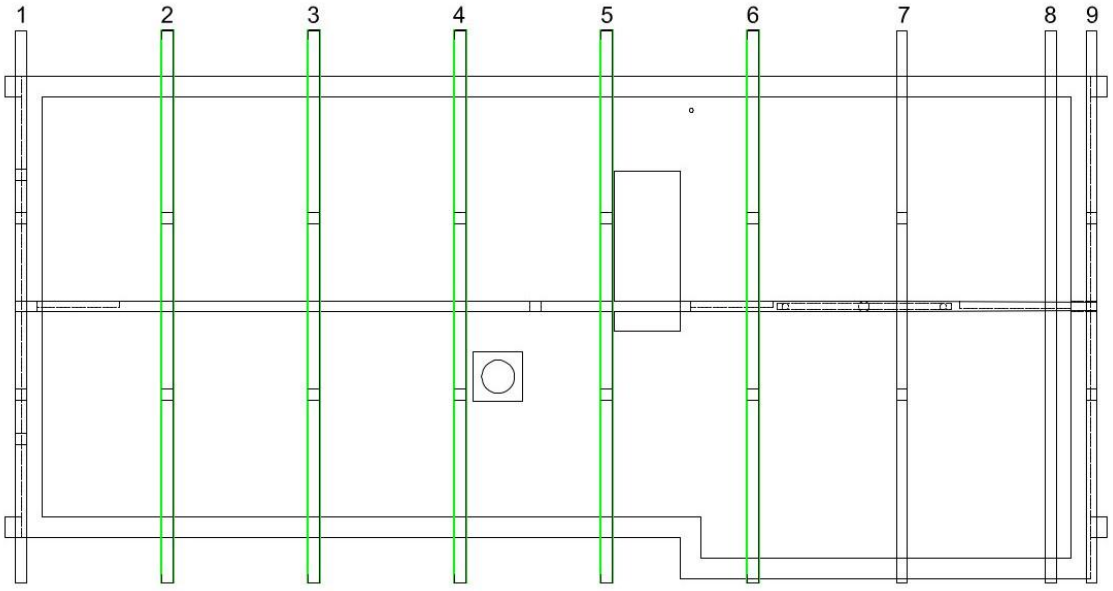
Tab. 2: Výpis prvků nosné konstrukce krovu (zdroj: vlastní tvorba)

V patě krovu nejsou ve valné většině případů příčné vazby spojeny vazným trámem. Jedinou plnou vazbu lze nalézt u západního štítu chalupy (příčná vazba č. 1 – viz Obr. 18), kde je vazný trám začepován do krokve, těsně nad jejím osedláním na pozednici. Spoj mezi vazným trámem a krokví je z boku zpevněn železnou kramlí (viz Foto 31). Plná vazba je navíc příčně ztužena druhým hambalkem umístěným pod úrovní roviny hambalků všech příčných vazeb (viz Foto 27). Všechny hambalky jsou s krokvemi spojeny plátováním zajištěným dřevěným kolíkem, popřípadě v opravené podobě s přidáním kramle (viz Foto 30).



Obr. 18: Plná příčná vazba u západního štítu (zdroj: vlastní tvorba)

Ke snížení působení vodorovné síly v patě krovu jsou příčné vazby č. 2, 3, 4, 5, 6 u uložení na spodní stavbu staženy předepjatými železnými táhly (viz Obr. 19 – zeleně vyznačené a Foto).

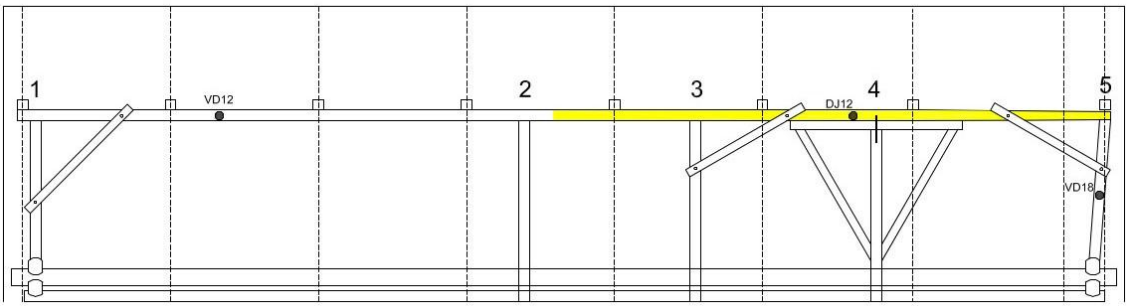


Obr. 19: Půdorys krovu podepřené hambalkové soustavy (zdroj: vlastní tvorba) – pozn.: zeleně jsou označené příčné vazby stažené předepjatými ocelovými táhly

Za účelem zvětšení přesahu střechy jsou na zhlaví krokví plátovány pod nižším sklonem (cca 30°) prodlužující prvky (námětky), které jsou osedlány s kolíkem na

přesahové vaznice nesené zhlavím stropních trámů vystupujícím z obvodového roubení (viz Foto 34 a Obr. 17, 18)

K zajištění podélné tuhosti a lepšímu přenosu zatížení do spodní stavby byl krov doplněn podélnou stolicí skládající se z monolitického průvlaku vynášeného pěti sloupky, které přenášejí zatížení do nosných příčných stěn prvního nadzemního podlaží. Čtyři sloupky jsou ztuženy jedním nebo dvěma pásky čepovanými do průvlaku, jeden sloupek s pásky vynáší vazný trám přes čepované vložené sedlo, které zvětšuje styčnou plochu mezi prvky v místech, kde průvlak při své celkové délce (cca 13,5 m) pozvolna přechází v nehraněnou kónickou kulatinu s již nevhodně nízkým průměrem, tato část zaujímá cca ¼ jeho délky. Sloupek se sedlem je k průvlaku pevně fixován železnou kramlí (viz Obr. 20).



Obr. 20: Středová podélná stolice krovu (zdroj: vlastní tvorba)

– pozn.: žluté plochy představují poškozenou oblast, body místa měření a odebrání vzorků

Vazný trám podélné stolice podpírá hambalky všech příčných vazeb uprostřed, přímo pod hřebenem střechy.

Podélné zavětrování je dále podpořeno dvojicí laťových diagonál, které jsou kampovány z vnější strany ke krokvím (viz Foto 32), avšak pouze v severní polovině sedlové střechy. Diagonály svojí vzájemnou polohu tvoří písmeno V a každá z nich k sobě váže čtyři příčné vazby (viz Obr. 23).

Zavětrovací funkci zde má i ke krokvím přibité latění, který svými dimenzemi podobnými diagonálám (viz Tab. 2), zvyšuje podélnou tuhost krovu a zabraňuje klopení příčných vazeb. Hustota latění se liší vzhledem k absenci diagonál na jižní polovině

sedlové střechy, kde je rozteč mezi latěmi zhruba 350 mm oproti 950 mm na severní polovině s diagonálami.

7.2.7. Výsledky průzkumu

Klimatické podmínky při průzkumu

Vzduch v interiéru	teplota [°C]	rel. vlhkost [%]
1.NP	8	70
Podkroví	7	73

Tab. 3: Naměřená teplotně-vlhkostní charakteristika vzduchu ve stavbě (zdroj: vlastní tvorba)

Dendrologická posouzení konstrukčních prvků

Z makroskopických znaků pozorovaných během uplatňování zrakové průzkumné metody a z mikroskopických znaků rozpoznaných v průběhu analyzování preparátů z odebraných vzorků pod mikroskopem vyplývá, že na nosné konstrukce bylo použito výhradně řezivo z jehličnatých dřevin. S přihlédnutím k dobovým trendům a skutečnosti, že stavba leží v podhorské oblasti Krkonoš, se předpokládá, že se ve valné většině jedná o smrkové dřevo. Toto vyvození bylo bráno v úvahu při posuzování stavby.

Vlhkost dřeva zabudovaného v konstrukci

Lokalizace	Vlhkost dřeva [%]	Měřený prvek
VD01	18,5	trám roubení - vně
VD02	23,7	čelo trámu roubení - vně
VD03	26,1	hranol zárubně
VD04	25,8	krokev
VD05	25,6	stropní nehraněný trám
VD06	26,3	čelo trámu roubení - vně
VD07	25,3	stropní trám u zdi
VD08	21,5	trám roubení - uvnitř
VD09	45,5	trám roubení - uvnitř
VD10	29,6	stropní trám
VD11	22,3	štítová krokev
VD12	21,7	vazný trám podélné stolice
VD13	22,5	lať u komína
VD14	34,8	bednění u střešníku
VD15	68,2	střešní bednění
VD16	21,8	lať
VD17	25,0	pozednice
VD18	23,1	sloupek stolice
VD19	22,3	krokev
VD20	20,6	střešní bednění
VD21	31,2	střešní bednění
VD22	57,0	střešní bednění

Tab. 4: Lokalizace a hodnoty z měření vlhkosti dřeva (zdroj: vlastní tvorba) – pozn.: místa, kde vlhkost dřeva byla měřena, jsou vyznačená na Obr. 16, 21, 23 a 24.

Mechanické poruchy konstrukce

Veškeré zásadní statické závady souvisí s nevhodně zvolenou konstrukcí krovu, která není schopna optimálně přenést působení vodorovné síly.

Všechny přesahové vaznice jsou vzhledem k nevhodně zvolenému spoji mezi námětkem a zhlavím hlavní krokve vytáčeny směrem vně vodorovnou sílou přenášenou přes námětky. Spoj osedlání přesahové vaznice námětkem je zabezpečený dřevěným kolíkem, nicméně vlivem enormního namáhání je tato vazba mezi prvky deformována a jistící kolík je vytažen nebo zlomen (viz Foto 35).

Vodorovná síla způsobující sesedání celé střešní konstrukce koncentruje zachycení sil do podélné stolice. Hambalky se v polovině svojí délky opírají o průvlak, na který je tak přenášena značná část hmotnosti vrchního krovu. Důsledkem jsou velké deformace a příčné trhliny na vazném trámu podélné stolice (viz Foto 36, 37, 38, 39, 40).

U sedmé příčné vazby je v místě podepření stolice prasklý hambalek. Průvlak stolice je v těchto místech vynášen sloupkem s pásky přes sedlo, které výrazně zvyšují podporu vazného trámu, tudíž se deformace projevuje zlomením hambalku směrem vzhůru (viz Foto 36).

Šestá příčná vazba se opírá o průvlak podélné stolice v místech mezi páskem a sloupkem č. 3 (viz. Obr. 20), kteří jej vynáší. Vlivem přenesení neadekvátního zatížení od hambalku dochází k mechanickému porušení vazného trámu podélné stolice na spodní straně a jeho deformaci směrem dolů (viz Foto 37).

V důsledku této deformace, která je v krátké vzdálenosti od sloupku č. 3, dochází k vytvoření příčné trhliny na horní straně průvlaku podélné stolice, přímo nad výše uvedeným sloupkem (viz Foto 39).

Mezi druhým a třetím sloupkem podélné stolice je na průvlak přes hambalek vyvíjen silný tlak směrem dolů příčnou vazbou č. 5 a průvlak podélné stolice se tak láme přímo nad místem styku s hambalkem (viz Foto 40).

Napadení dřevokazným hmyzem

Tento typ degradačního činitele byl patrný v menší míře téměř ve všech částech chalupy. Vzhledem k dlouhodobě nízké četnosti návštěv roubenky a častým defektům střešní krytiny byla po dlouhou dobu udržována v interiérovém prostoru vysoká vzdušná vlhkost, která vytvořila pro dřevokazný hmyz příhodné vlhkostní podmínky ve dřevě. Poměrně velkou část konstrukčních dřevěných prvků představuje nehraněné nebo hrubě tesané řezivo, které má na svém povrchu místy zbytky kůry. Konkrétně se jedná u krovu o čtvrtý sloupek s pásky u podélné stolice, o východní ¼ průvlaku podélné stolice, většina latění roštu řezaného z tenké kulatiny a část uskladněného řeziva. V přízemní části se to týká nehraněných stropních trámů ve chlévě, skeletové konstrukce přístavku, trámů ve stodole a několika výplní opravovaného západního roubení z vnější strany pod prkenným záklopem. Je obecně

platné, že většina oprav v minulosti, ať už trvalého nebo dočasného charakteru, byla provedena právě za použití nedbale odkorněného nehraněného řeziva.

V rámci zkoumání činnosti dřevokazného hmyzu bylo v chalupě analyzováno pět míst s nejrozsáhlejším napadením. Identifikovat konkrétní druh dřevokazného hmyzu je mnohdy obtížné, pakliže nelze v okolí napadení dohledat výletové otvory nebo mrtvé dospělce. Stejně tak zřetelný tvar požerků není snadné spatřit, neboť valná většina napadeného dřeva je v obnažené podobě již příliš degradovaná, nebo jsou požerky skryty pod povrchem. To vyžaduje odkrytí odříznutím, což nebylo při průzkumu praktikováno vzhledem k uvážení, že napadené prvky mají často statickou funkci a při své už tak napadením snížené dimenzi nebylo vhodné tyto prvky ještě více oslabovat.

Místa napadení	DJ11	DJ12	DJ13	DJ14	DJ15
Hloubka poškození	2	1	2	2	3
Původce	T	-	Č	T+Č	T
Stav	S	S	S	A	S

Tab. 5: Nalezená napadení způsobená dřevokazným hmyzem (zdroj: vlastní tvorba) – pozn.: místanapadení jsou vyznačna na Obr. 16, 21, 23 a 24

Legenda: „-“ - neznámý, Č – červotoč, T – tesařík, S – staré, A – aktivní, 1 – do 5 mm, 2 – do 30 mm, 3 – nad 30 mm

U prvního místa napadení se jedná o rozsáhlé požerky na lati dřevěného roštu krovu u západního štítu roubenky. Podpovrchové požerky jsou natolik rozsáhlé, že místy je již narušená i povrchová vrstva latě (viz Foto 41). Dřevo v tomto místě vykazuje velkou míru drolivosti a ztrátu konzistence. Dle velikosti a tvaru požerků by se mohlo jednat o tesaříka.

Druhé napadené místo je lokalizováno na východní straně krovu, krajní části průvlaku stolice, kde se na povrchu vyskytuje velké množství zbytku kůry. Systém požerků je pouze povrchový a jejich tvar není zřetelný, výletové otvory nebyly nalezeny. Původce tak nelze přesně určit.

Třetí místo vykazující napadení se nachází opět v latění dřevěného roštu, opět na severní polovině sedlové střechy, avšak v její východní části. Napadení lze označit za stádium středního rozsahu, kdy se dřevo ještě viditelně nerozpadá, nicméně velký počet výletových otvorů dává tušit rozsáhlý systém požerkových chodbiček pod povrchem. Soudě podle velikosti výletových otvoru kolem 2 mm se jedná o čeleď *Anobiidae* (červotočovití).

Čtvrté, asi nejrozsáhlejší naleziště působení dřevokazného hmyzu se nachází ve severním rohu západního roubení. Na několika jeho stranách bylo pozorováno rozsáhlé napadení červotočem a tesaříkem, v okolí místa se vyskytují výletové otvory obou druhů, soudě dle jejich průměrů. Dřevo trámů bylo na mnoha místech zcela degradované, někde místy působilo vizuálně v pořádku, avšak po odebrání vzorku Presslerovým nebozezem bylo očividné, že napadení bude většího rozsahu a pravděpodobně i stále aktivní, součástí vývrtových vzorků byly i čerstvé jemné piliny (viz Obr. 21 a Foto 6, 7). V přijatelném stavu jsou trámy roubení na jižní straně, které i přes přítomné výletové otvory tesaříka, nejevily po poklepání a odebrání vývrtových vzorků známky rozpadající dřevní hmoty v celém svém průřezu.

Obr. 21: Západní štítová strana objektu (zdroj: vlastní tvorba) – pozn.: žluté plochy představují poškozenou oblast, body místa měření a odebrání vzorků

Poslední místo s větším výskytem dřevokazného hmyzu se nachází na jižní straně v trámech roubení stodoly. Dřevo má zachovalou dobrou konzistenci v celém svém průřezu, jak prokázaly vzorky z přírůstkového nebozezu (viz Obr. 22). Místy četné výletové otvory tesaříka jsou staršího data a nic nenasvědčuje, že se zde nacházejí aktivní larvy (viz Foto 16).

Obr. 22: Vzorky odebrané při vývrtové metodě (zdroj: vlastní tvorba)

Napadení dřevokaznou houbou

První nadzemní podlaží

V přízemní části chalupy se odebráním vzorků vývrtovou metodou došlo k závěru, že většina spodní části roubení na západní a severní straně okolo světnice je zřejmě rozsáhle poškozena součinností dřevokazného hmyzu s dřevokaznou houbou. Dřevo je v těchto místech rozsáhle degradované hluboko pod svým povrchem, na několika místech byly rozpoznány drobné piliny po činnosti larev dřevokazného hmyzu.

Na severozápadním rohu roubení se při odkrytí prkenného obložení odhalila kromě požerků hmyzu i hniloba dřevokazné houby pravděpodobně čeledi trámovky (Gloeophyllaceae), kdy je místy patrný příčný rozklad dřeva do kostkovitých fragmentů při zachování povrchových vrstev dřeva (viz Foto 7). Vývrtovou metodou se u roubené příčné stěny, oddělující předsíň a světnici, pojalo vážné podezření na hnilobu stejného původce, zavrtávání Presslerova nebozezu šlo na zdravé dřevo příliš hladce, a po

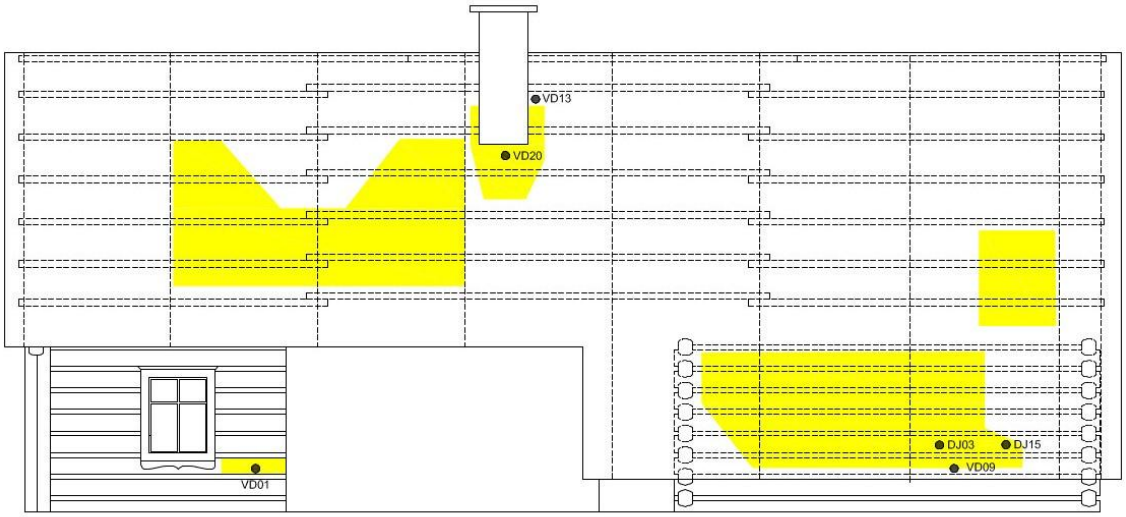
vyjmutí, vzhledem k barvě a konzistenci dřeva vzorku, nebyly téměř vůbec zpozorovány známky drobných pilin vytvořených dřevokazným hmyzem.

Dále ve světnici na jižní zdi z pálených cihel se potvrdilo prorůstání mycelia dřevokazné houby, pravděpodobně dřevomorky, skrze zazděné zhlaví stropního trámu (viz Foto 8, 9), opodál byla na zdi identifikována odumřelá pro dřevomorku typicky kruhovitá plodnice (viz Foto 10) a v přilehlé zásuvce kredence byly mezi uloženými papírovými novinami zpozorovány prorůstající rhizomorfy (viz Foto 13).

V předsíni je na stropě na dvou místech prkenný záklop pokrytý povrchovým myceliem dřevokazné houby, pravděpodobně se jedná v obou případech o poprašku sklepní. Napadení v rohu u cihlové zdi je v pokročilejším stadiu hniloby dřeva, barva dřeva je výrazně tmavá v oblasti napadení a samotná dřevní hmota po prošetření hmatem jeví známky postupné rozpadavosti a výrazně snížené soudržnosti, a zároveň si zachovává i vysokou vlhkost (viz Foto 20, 21).

V prostoru chléva jsou všechny stropní trámy poškozeny dřevokaznou houbou způsobující hnědou hnilobu, její povrchové mycelium zakrývá převážnou část stropní podhledové plochy. Podle vývojového stadia mycelia lze usoudit, že napadení je poměrně čerstvé, starší fotografie poskytnuté k porovnání současným majitele chalupy tuto informaci potvrzují (viz Obr. 16 a Foto 22, 23, 24).

Roubení ve stodole orientované na jih má ve svojí spodní části na sobě pozorovatelné výletové otvory tesaříka, jejich množství není velké v celkové ploše trámů, navíc působí zastarale (viz Foto 16). Uprostřed jižní roubené stěny se nalezlo aktivní povrchové mycelium, podle jeho tvaru a odstínu se nejspíše jedná o poprašku sklepní (viz Foto 14, 15). Byť je roubení na tomto místě vystaveno více druhům napadení, jejich negativní dopad na dřevo není velký. Vzhledem k tomu, že prostor je významně provětrávám, dřevo si udržuje nižší vlhkost i při zatékání střechou a biotičtí dřevokazní činitelé tak nemají nejpříhodnější podmínky pro svůj další vývoj. Vzorky odebrané v tomto místě vývrtovou metodou potvrdily dobrý stav dřevní hmoty uvnitř trámů roubení. Je nutné zmínit, že obecně trámy roubených stěn orientovaných na jih vykazují spíše jen řídká podpovrchová napadení tesaříkem a povrchová napadení dřevokaznou houbou, ale jinak je stav jejich vnitřní dřevní hmoty uspokojivý.



Obr. 23: Jižní strana objektu (zdroj: vlastní tvorba)

– pozn.: žluté plochy představují poškozenou oblast, body místa měření a odebrání vzorků

Na severní straně je pobití přístavku značně poškozené silnou expozicí abiotickými činiteli, které způsobují atmosférickou korozi a s ní spojené deformace a vzniky trhlin. Z vnitřní strany je střešní konstrukce, severní část prkenné stěny a podlaha místy pokryty aktivním povrchovým myceliem dřevokazné houby tvořící hnědou hnilobu (viz Foto 19).

Podkroví

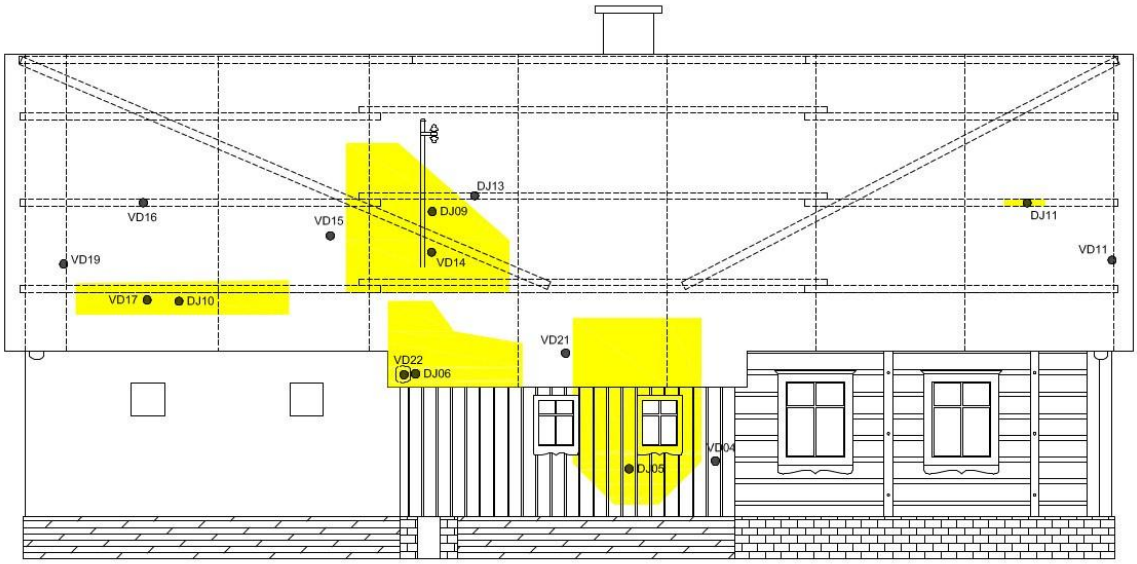
Všechna hnilobná poškození byla pravděpodobně způsobena popraškou sklepní vzhledem k podmínkám v krovu a makroskopickým znakům nalezených mycelií. Poměrné provětrávaný prostor, mycelium zaniká po opravení zatékání, tvar, barva a přilnavost k substrátovému dřevu, barva hniloby dřeva, to vše poukazuje na popraš ku sklepní (viz Foto 42, 43).

V jihozápadním rohu krovu byl nalezen zřetelný požerek dřevokazného hmyzu, blíže charakterizovat tvar požerku, nebo velikost chodbiček bylo obtížné, neboť dřevo v místě napadení bylo již výrazně rozložené na drobné piliny.

Na jižní polovině střechy v západní části krovu byly nalezeny zbytky houbového mycelia na poměrně velké ploše mezi druhou a třetí příčnou vazbou včetně

krokví a spodní roubené nadezdívky (viz Obr. 23). Před opravou lepenky v této části střechy zde pravděpodobně zatékalo. Podle podmínek prostředí a barvy nahnilého povrchu dřeva se jedná o napadení popraškou sklepní.

Na severní straně okolo šesté příčné vazby zatéká do střechy, neboť v této části prostupuje krytinou sloupek střešníku a je zde navíc položena pouze starší neopravovaná lepenka (viz Obr. 24). Na vnitřní straně bednění se rozrůstá povrchové mycelium podle jeho tvaru, barvy a přilnavosti k povrchu se zřejmě jedná o popraška.



Obr. 24: Severní strana objektu (zdroj: vlastní tvorba)

– pozn.: žluté plochy představují poškozenou oblast, body místa měření a odebrání vzorků

V severovýchodním rohu krovu bylo v úrovni paty krovu na podkrovní roubené nadezdívce nalezeno neaktivní mycelium i s plodnicí (viz Obr. 24 a Foto 42). Tento roh střechy byl novým majitelem zakryt plachtou. Podlouhlý tvar a tmavě hnědá barva plodnice poukazuje na napadení popraškou sklepní.

V jihovýchodním rohu střechy je z dálky patrné starší odumřelé mycelium. Bližší ohledání nebylo možné provést, protože většina východní části podkroví je zaplněna uskladněným řezivem, a tak jakýkoliv pohyb je zde značně omezený.

Číslo vazby	Prvek	Poškození	Stupeň poškození	Návrh sanace
1.	severní krokev	-	-	-
	jižní krokev	-	-	-
	hambalek spodní	-	-	-
	hambalek vrchní	-	-	-
	vazný trám	-	-	-
2.	severní krokev	-	-	-
	jižní krokev	F	3	V
	hambalek	-	-	-
3.	severní krokev	-	-	-
	jižní krokev	F	2	P
	hambalek	-	-	-
4.	severní krokev	-	-	-
	jižní krokev	F	2	P
	hambalek	-	-	-
5.	severní krokev	F	2	P
	jižní krokev	-	-	-
	hambalek	-	-	-
6.	severní krokev	F	1	P
	jižní krokev	-	-	-
	hambalek	-	-	-
7.	severní krokev	-	-	-
	jižní krokev	-	-	-
	hambalek	M	3	V
8.	severní krokev	D	-	N
	jižní krokev	D	-	N
9.	severní krokev	-	-	-
	jižní krokev	F	1	P
	hambalek	-	-	-

Číslo podpěry	Prvek	Poškození	Stupeň poškození	Návrh sanace
1.	Sloupek	-	-	-
	Východní pásek	-	-	-
2.	Sloupek	-	-	-
3.	Sloupek	-	-	-
	Východní pásek	M	1	V
4.	Sloupek	D	-	V
	Západní pásek	D	-	V
	Východní pásek	D	-	V
	Sedlo	-	-	-
5.	Sloupek	-	-	-
	Západní pásek	D	-	V

Tab. 6: Výpis prvků příčných vazeb a podélné stolice s poškozením a návrhem sanace

(zdroj: vlastní tvorba) – Legenda: „-“ – neznámý/bez změny, F – dřevokazná houba, I – dřevokazný hmyz, M – mechanická destrukce, D – doplněný nekvalitní prvek, V – výměna, P – protézování, N – nevratný, stupeň poškození: 1 – slabě, 2 – středně, 3 – silně, 4 – kompletně poškozený prvek

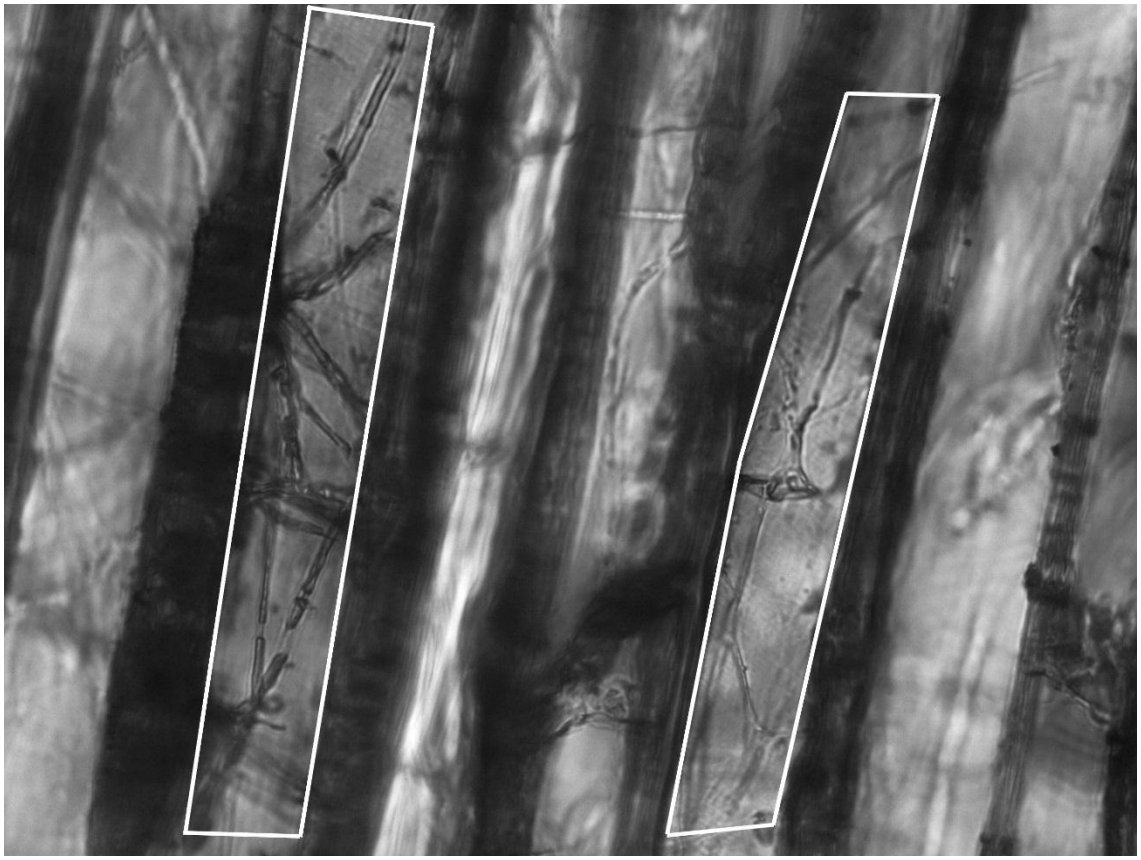
7.2.8. Mykologický posudek

Vzorky dřeva napadeného dřevokaznými houbami jsem za pomoci laboratoře VVÚD v Březnici podrobil mikroskopické analýze. A společně s uvážením makroskopických znaků z detailní fotodokumentace se odhadly konkrétních druhy dřevokazných hub. Při zpracovávání vzorků jsem vycházel z technického předpisu březnické laboratoře [VVÚD, 1995].

K určení četnosti hyf mycelia v substrátu byla použita Cartwrightova metoda, kdy se selektivním zbarvením kontrastně zvýrazní houbová vlákna od dřevní hmoty.

U makroskopických znaků se posuzovala barva a celkový vzhled povrchového mycelia a případných plodnic a způsob rozkladu napadeného dřeva.

V případě mikroskopických znaků se hodnotil vzhled a četnost hyf substrátového mycelia při 200 až 400 násobném zvětšení.



Obr. 25: Mikroskopický pohled na hyfy substrátového mycelia dřevokazné houby – 400 násobné zvětšení (zdroj: vlastní tvorba)

Cartwrightova metoda spočívá v obarvení preparátů dřeva nejprve 1%ním roztokem safraninu a po vyluhování v destilované vodě následně nasyceným vodným

roztokem anilinové modře. Červené barvivo safraninu ulpívá na dřevní hmotě a modré barvivo přijímají hyfy hub. Při pozorování pod mikroskopem jsou tak všechny přítomné útvary houbového původu vizuálně dobře rozpoznatelné od anatomických znaků dřeva.

Příprava preparátu:

- z odebraného vzorku se pomocí žiletky získají preparáty,
- preparáty se properou v destilované vodě,
- preparáty se ponoří do 1% vodného roztoku safraninu za studena na přibližně 2 minuty,
- preparáty se zbaví přebytečné barvy propráním v destilované vodě,
- preparáty se ponoří do nasyceného vodného roztoku anilinové modře na podložním sklíčku, během barvícího procesu se preparáty zahřívají přibližně jednu minutu až do dosažení varu roztoku,
- preparáty se opět několikrát properou v destilované vodě, pokud je odbarvování neefektivní použije se k proprání etanol,
- připravené preparáty se uloží mezi podložní a krycí sklíčko, které jsou k sobě navzájem pojeny kanadským balzámem, aby se zpomalila difuze barviva,
- preparáty se posuzují pod mikroskopem při 200 až 400 násobném zvětšení.

Stupnice podílu hyf ve dřevě:

- ***stupeň 0*** – bez výskytu – v preparátu nejsou přítomnost hyfy substrátového mycelia vůbec zjevná
- ***stupeň 1*** – ojedinělý výskyt – v preparátu zaujímají hyfy substrátového mycelia méně než 10% z jeho plochy
- ***stupeň 2*** – místní výskyt – v preparátu zaujímají hyfy substrátového mycelia 10 až 30% z jeho plochy
- ***stupeň 3*** – četný výskyt – v preparátu zaujímají hyfy substrátového mycelia 30 až 60% z jeho plochy
- ***stupeň 4*** – souvislý výskyt – v preparátu zaujímají hyfy substrátového mycelia více než 60% z jeho plochy

Označení vzorku	DJ01	DJ02	DJ03	DJ04	DJ05	DJ06	DJ07	DJ08	DJ09	DJ10
Stupeň podílu hyf	3	1	1	0-1	0	1	-	-	1	1

Tab. 7: Výsledky z analýzy preparátů pod mikroskopem (zdroj: vlastní tvorba) – pozn.: místa odebrání vzorků jsou vyznačena na Obr. 16, 23 a 24.

7.2.9. Návrh sanačních opatření

Na základě výsledků stavebně technického průzkumu jsou navrženy jednotlivé sanační úkony, které uvedou chalupu do původního stabilně obyvatelného stavu. V rámci sanačního procesu se podle povahy poškození určí, jaké prvky nebo části konstrukcí by měly být opraveny a jaké prvky nebo části konstrukcí by měly být zcela vyměněny nebo nahrazeny jinou konstrukcí.

Sanaci je nutné zahájit rozebráním krovu, neboť ve spodní stavbě, podkrovním roubení a na něj navazující stropní konstrukci, byla při průzkumu zjištěna poškození způsobená dřevokaznými houbami, a dále v důsledku působení sil došlo i k deformaci prvků v krovu a změnám v uložení trámů podkrovního roubení.

Prkenné bednění s asfaltovou lepenkou je třeba zcela sundat, včetně podélného latění a diagonál. Diagonály a latění by se mělo vyměnit, na střešní prkenné bednění by mělo být použito také nové řezivo, neboť převážná část původního těchto prvků na svém povrchu jeví známky hub a plísní kvůli častému zatékání do krytiny.

Většina nosných střešních konstrukčních prvků nebyla zásadně poškozena biotickými škůdci, pouze na některých krokvích (viz Obr. 22, 23 a Foto 43, 44) jsou zbytky povrchových mycelií. Opravy by měly být řešena protézováním nebo výměnou (viz Tab. 6). Čistě povrchová napadení lze řešit otesání a preventivním chemickým postřikem či nátěrem napadených prvků.

Ve východní polovině krovu došlo působením vodorovné síly ke zvětšení rozpětí mezi párovými krokvemi a tím pádem i sesednutí celé střechy v této části, které způsobilo deformace prvků zejména v místech styku vazného trámu podélné stolice s hambalky příčných vazeb.

Konstrukce krovu je potřeba doplnit alespoň u východní štítové (deváté) a páté příčnou vazbu o vazné trámy, jako je tomu i první příčné vazby, aby po zatížení krytinou bylo zabráněno sesedání krovu.

Příčné vazby se mohou ponechat vcelku, u sedmé příčné vazby je potřeba vyměnit zlomený hambalek, osmou, dodatečně přidanou, příčnou vazbu lze vynechat, bude-li devátá vazba zpevněná vazným trámem a patřičně podepřena podélnou stolicí jako je tomu u západního štítu.

Příčné praskliny průvlaku podélné stolice lze vyřešit protézováním prvku v úseku mezi pátou a devátou příčnou vazbou (viz. Obr. 20), avšak vzhledem k vytvoření podélné trhliny v západní části prvku by bylo vhodné vyměnit celý průvlak.

U sloupků podélné stolice bez pásků by tyto prvky měly být doplněny, aby se snížila rozpětí mezi vynášecími prvky a příčnými vazbami a zvýšila celková podélná tuhost stolice.

Poškozené nebo později doplněné prvky z tenké kulatiny je potřeba vyměnit (viz Tab. 6).

Trámy sloužící jako pozednice byly na několika místech pokryty povrchovým myceliem, které zatím nezpůsobilo významnou hnilobu. Vzorky vývrtové metody tuto skutečnost potvrdily. Po otesání napadené části a chemickém ošetření by tyto prvky měly být znovu použitelné.

Ve spojení trámů a dalších špatně dostupných místech podkrovního roubení bylo nalezeno povrchové mycelium dřevokazných hub (viz Foto 3, 18, 42), na základě této skutečnosti je potřeba tuto konstrukci rozebrat, oddělit od sebe zdravé a poškozené trámy a ty poškozené podle rozsahu napadení otesat a chemicky ošetřit nebo vyměnit.

Stropní trámy a prkenné záklopy, které byly napadeny dřevokaznou houbou, je nezbytné rozebrat, napadená prkna a nosné trámy vyměnit. Jedná-li se o případ napadení dřevomorkou, jako je tomu pravděpodobně ve světnici zkoumaného stavby (viz Obr. 16 a Foto 8, 9, 10), je nezbytné vyměnit všechny napadené prvky a ohrožené prvky do vzdálenosti 1 m od hranice viditelného napadení.

U všech stropních trámu se musí zkontrolovat kotvení do zdi, zda jejich čela nejsou v přímém kontaktu se zdivem, od kterého by mohla přijímat vlhkost.

Celý povalový strop ve chlévě je potřeba odstranit včetně násypu, zdejší napadení dřevokaznou houbou je značné rozsáhlého charakteru (viz Foto 24) kvůli vytvoření stabilně příhodných podmínek ke svému vývoji. Namísto původní konstrukce stropu by bylo vhodné použít lépe odvětrávané provedení trámového stropu.

Prkenný strop v předsíní je potřeba vyměnit ve své severní a jižní části, stropní záklop má místy velmi rozsáhlou hnědou hnilobu, zejména v místech u zděných rohů (viz Obr. 16 a Foto 20, 21). Stropní trámy jsou ze strany z vrchní kontaktní strany silně ohroženy, avšak až po sejmutí prken bude jasně stanovitelné, zda jsou trámy použitelné, či je třeba je vyměnit.

Roubení kolem světnice nebylo pro prkenný obklad možné z vnější strany důkladněji prozkoumat, nicméně skrze místy poškozené obložení bylo možné identifikovat napadení dřevokaznou houbou a tesaříkem (viz Obr. 21 a Foto 6, 7). Po odstranění záklopu je potřeba určit rozsah napadení a poškozené trámy opravit plombováním, protézováním, případně celé vyměnit. Všechny opravené nebo nové použité prvky budou preventivně ošetřeny chemickými prostředky proti dřevokazným houbám a dřevokaznému hmyzu.

Cihlové zdivo u světnice je potřeba zbavit omítky, nechat zcela vyschnout a poté preventivně penetrovat fungicidním přípravkem. V místech napadených dřevomorkou je potřeba zeď minimálně hloubkově injektovat příslušným fungicidem, avšak vhodnější je zeď zcela rozebrat, odstranit maltu ze spár a chemicky ošetřit jednotlivé stavební prvky. Přilehlé trámy roubení je nutné preventivně vyměnit nebo protézovat minimálně 1m od kraje napadení. Stropní trám zazděný do napadené zdi a blízko položený prkenný záklop je nutné celý vyměnit.

Roubení ve stodole je ve větší míře povrchově napadeno dřevokaznou houbou a místy se řídce vyskytují staré výletové otvory tesaříka. Trámy nejsou uvnitř poškozené, vývrtová metoda to při průzkumu potvrdila, tedy nebude-li po rozebrání v rohových spojích nalezeno závažnější poškození, jsou trámy po provedení patřičné chemické opravy znovu použitelné.

Přístavek je potřeba postavit celý z nových dřevěných prvků, kombinace častého zatékání do střechy s intenzivní expozicí atmosférickými vlivy na severní straně způsobila rozsáhlou degradaci většiny dřevěných prvků. Prkenná podlaha, vnitřní strana

stěnového obložení a střešní konstrukce přístavku je napadená dřevokaznou houbou ve stádiu již pokročilé hnědé hniloby (viz Foto 17, 18, 19). Ke stavbě nosného skeletu bylo použito nehraněné řezivo se zbytky kůry, které zvyšuje riziko napadení dřevokazným hmyzem, tato konstrukce by měla být nově postavena z hraněného hoblovaného řeziva.

Kamenná zeď v severovýchodní části prvního nadzemního podlaží by měla být sanována obdobně jako cihlová zeď ve středu jižní obvodové stěny. Zbavením omítky dojde ke snížení vlhkosti ve vnitřních vrstvách zdiva. Budou-li pod omítkou nalezeny stopy po stélce dřevomorky, je potřeba opět zeď v místě napadení a alespoň nejbližším okolí hloubkově ošetřit příslušných chemickým přípravkem, nebo efektivněji aplikovat chemii až u rozebrané zdi.

V místech napadených dřevomorkou je nezbytné odkrýt prostor pod podlahou a v případě nálezu toto místo vyčistit, zbavit násypu a preventivně chemicky ošetřit, případně k položení podlahy použít nová podlahová prkna.

7.2.10. Postup navržených sanačních opatření

Při projektování sanačních etap je třeba zvolit takovou posloupnost, aby se postupovalo od nejvíce poškozených míst, u kterých hrozí v krátkém časovém období vysoké riziko zvětšení poškození nebo zapříčinění dalších závad na navazujících částech konstrukce.

Před zahájením je potřeba veškeré prostory řádně vyčistit, vyprázdnit a zbavit veškerého vybavení. Obložení a nátěry obvodových roubených stěn by měly být odstraněny. Totéž platí i u zdiva, které by se mělo zbavit veškeré omítky. Prkenný obklad přístavku je vhodné celý sejmout, neboť jeho stav je působením atmosférických vlivů nevratně velmi špatný (viz Foto 17, 19). Podbití u přesahů střechy je nezbytné také sundat. Dále řezivo uskladněné ve východní polovině podkroví by mělo být vyneseno ven z chalupy k vlastnímu individuálnímu posouzení. Veškeré tyto čistící a obnažovací práce by spolu se zavedením intenzivního větrání měly vést k potřebnému snížení vlhkosti u všech konstrukcí, neboť v důsledku dlouhodobého zanedbávání údržby chalupy došlo k zvýšení vlhkosti v nevětraném interiéru a následně i v prostor obklopujících konstrukcích. Při měření vlhkosti dřeva v rámci průzkumu se průměrná vlhkost roubení a prvků v krovu pohybovala nad 20%.

K rozebrání krovní konstrukce je potřeba nejprve sejmout střešní krytinu, tedy asfaltovou lepenku a střešní bednění. Dále se příčné vazby zbaví vazných prvků, jako jsou podélné latění a diagonály, a také se trvale odstraní u příčných vazeb dodatečně přidaná ocelová táhla. Příčné vazby se ponechají v celé podobě, pouze u sedmé vazby se vymění prasklý hambalek a u krokví se ohoblují místa se zbytky povrchových mycelii a ošetří se chemickými prostředky. Po sundání příčných vazeb se u podélné stolice protézuje mechanicky poškozená část vazného trámu, případně se trám vymění celý.

Následuje rozebrání podkrovního roubení se stropní konstrukcí, poškozená stropní prkna a silně napadené trámy se nahradí, povrchově degradované trámy se ohoblují v místech napadení a preventivně chemicky ošetří. U stropních trámů kotvených do zdi se konstrukčně zabrání přímému styku se zdivem.

Tedy chalupa bude rozebrána až na obvodové stěny prvního nadzemního podlaží, což výrazně usnadňuje případnou demontáž této části, neb v dané situaci, kdy nenese vrchní stavbu, neplní statickou funkci.

Obvodové roubení okolo stodoly bude rozebráno, houbou povrchově napadené trámy otesány a chemicky ošetřeny. Zaznamenané napadení tesaříkem je neaktivní, tudíž je tyto prvky možné znovu použít.

Roubené stěny okolo světnice bude třeba dodatečně analyzovat, protože tato konstrukce je z vnější strany doposud zakrytá prkenným obkladem. Ale už teď je na základě částečných nálezů možné říci, že některé trámy nebo jejich část jsou zcela degradované, a bude je potřeba vyměnit nebo opravit. U vyspravování roubených stěn platí, že poškozené trámy se odstraňují od spodu směrem vzhůru a opravy se poté provádějí v opačném směru, avšak zahájení těchto prací musí předcházet podepření vrchních zdravých trámů roubení. Vrchní část spodní nadezdívky pod roubenou stěnou se obnoví a na jejím vrchu se natáhne hydroizolační vrstva.

Přístavek se vzhledem ke svému rozsáhlému poškození celý zboural a postaví od základů nový.

Zdi se povrchově chemicky ošetří fungicidy, v místech napadení dřevomorkou i hloubkově injektují, nebo v případě rozsáhlého napadení je nezbytné zeď rozebrat a chemicky ošetřit jednotlivé stavební dílce.

Podlahová prkna a podkladní vrstvy se vymění v místech napadení a v blízkosti výskytu dřevomorky. Jako nutná prevence se provede chemická ochrana postřikem nebo nátěrem.

Na sanovaných a opravených obvodových stěnách přízemí se na vrchu zděných stěn provede hydroizolace a dále se dostaví v celém obvodu ze stabilizovaných a nových trámů podkrovní roubení.

Opravená podélná stolice se ukotví do spodní stavby a přes ni se na pozednice (vrchní trámy podkrovního roubení) osedlají opravené příčné vazby doplněné o vazné trámy u páté a deváté příčné vazby, aby tak byl zajištěn účinek vodorovné síly.

Krov bude zaklopen zcela novým prkenným bedněním a podle uvážení majitele bude zvolen jiný, mechanicky odolnější druh krytiny, který bude navíc zespod zajištěný hydroizolační vrstvou. Pro zachování dobově odpovídající krytiny je doporučeno použití šablony z břidlice nebo eternitu.

8. Závěr

Komplexní průzkum dřevěného krovu a na něj navazujících konstrukcí byl proveden na roubené stavbě z oblasti Krkonoš, spadající pod obec Bratrouchov. Na základě poznatků vyplývajících z průzkumu byla navržena optimální sanační opatření.

Během průzkumu byla zjištěna u dřevěných prvků poškození mechanického, biotického i abiotického původu. K odhalení a specifikování poruch byly použity smyslové, nástrojové a přístrojové průzkumné metody. Ze smyslových se uplatnily zraková, hmatová a příležitostně sluchová metoda. Pomocí nástrojů se analyzoval hlavně podpovrchový stav dřevěných prvků, přístroje napomáhaly k stanovení tepelně vlhkostních charakteristik ve vzduchu a vlhkosti ve dřevě. Vlhkost dřeva byla měřena u každého zkoumaného prvku na dvou místech, kdy se zaznamenávala průměrná hodnota.

Předmětem zkoumání byly krov a na něj navazující dřevěné nosné konstrukce, které jsou v objektu zastoupeny obvodovými roubenými stěnami, jednoduchým opláštěným skeletem, trámovými a povalovými stropy. Pokročilé poškození dřevokaznou houbou a dřevokazným hmyzem bylo objeveno v obvodovém roubení. Hnědá hniloba byla lokálně nalezena na všech stropních konstrukcích. Ve světnici u kotvení stropního trámu do cihlové zdi bylo nalezeno rozsáhlé napadení dřevokaznou houbou, podle objevených morfologických znaků stélky se pravděpodobně jedná o dřevomorku domácí. V krovu byly nalezeny požerky dřevokazného hmyzu na latění a podélné stolici, část podkrovního roubení, střešního bednění a několik krokví bylo napadeno dřevokaznou houbou, podle makroskopických znaků povrchového mycelia se jedná o poprašku sklepní. Na základě výsledných dat hodnotících současný stav objektu byly navrženy potřebné sanační práce.

Stavba je v době průzkumu ve velmi neutěšitelném stavu. Dlouhodobě zanedbaná údržba způsobila zvýšení vlhkosti ve všech nosných konstrukcí v úrovni prvního nadzemního podlaží i podkroví, všechny hodnoty vlhkosti dřeva, naměřené při průzkumu hrotovým vlhkoměrem Elbez WTH 860, se pohybovaly nad 20 % hranicí. Střešní krytina je na mnoha místech poškozená a u přesahu střechy dokonce místy chybí. Nevhodnou konstrukcí krovu došlo k částečnému propadnutí střechy ve východní části střechy, což mělo za následek mechanické poškození nosné konstrukce krovu.

Dodatečné řešení stažení krovu ocelovými táhly v příčných vazbách se jeví jako neefektivní.

Sanace vzhledem k rozsahu poškození vyžaduje rozebrání objektu až po obvodové stěny přízemí, neboť jednotlivé trámy podkrovního roubení je třeba prohlédnout a selektovat od sebe zdravé a poškozené kusy. Zároveň se technologicky snadněji vymění poškozené nosné prvky v krovu. Stejně tak obvodové zdi bude nutné minimálně částečně rozebrat a ošetřit proti dřevomorce chemickým prostředkem s příslušnou účinnou látkou. Oprava trámů roubení bude nezbytná také pod západním štítem, kde byla pod prkenným obkladem identifikována pokročilá degradace dřeva. Poškozené stropní trámy a prkna budou taktéž vyměněny. Přístavek bude pro svůj celkově špatný stav zbourán a znovu vystaven od základů z hoblovaného řeziva. Původní krytina bude nahrazena mechanicky odolnějším druhem krytiny.

Rozsah poškození v konstrukcích objektu je natolik velký, že odpovídající potřebné sanační práce budou finančně velmi náročné a zároveň složité na provedení. Nehledě na zvýšené riziko opětovného napadení dřevokaznými škůdci při použití původních dřevěných konstrukčních prvků, z nichž některé mohou být nedůsledně sterilizovány. Ve světle těchto skutečností se jeví zcela na místě zvážit kompletní rekonstrukci objektu při použití výhradně nového konstrukčního řeziva.

9. Použité informační zdroje

Literatura

REINPRECHT, L. - ŠTEFKO, J. *Dřevěné stropy a krovy - Typy, poruchy, průzkumy a rekonstrukce*. 1. vydání. Praha: ABF, a.s., Nakladatelství ARCH, 2000. 242s. ISBN 80-86165-29-9.

ŽÁK, J. – REINPRECHT, L. *Ochrana dřeva.* 1. vydání. Praha: Nakladatelství ARCH, 1998. 93s. ISBN 80-86165-00-0

ŠTEFKO, J. – REINPRECHT, L. – KUKLÍK, P. *Dřevěné stavby – Konstrukce, ochrana a údržba*. 2. vydání. Bratislava: Jaga Group, 2009. 196 s. ISBN 978-80-8076-080-9.

VINAŘ, J. – KUFNER, V. *Historické krovy – Konstrukce a statika.* 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2004. 272s. ISBN 80-7169-575-0.

VINAŘ, J. et al. *Historické krovy II – Průzkumy a opravy.* 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. 304s. ISBN 80-247-1111-7.

KUKLÍK, P. *Dřevěné konstrukce.* 1. vydání. Praha: Informační centrum ČKAIT, s.r.o., 2005. 172 s. ISBN 80-86769-72-0.

SVATOŇ, J. *Ochrana dřeva.* 1. vydání. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2000. 203s. ISBN 80-7157-435-X.

BAIER, J. – PEKLÍK, V. – TÝN, Z. *Ochrana dřeva v bytech, chatách a chalupách.* 2. vydání. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, n. p., 1989, 80s. ISBN 80-03-00094-7.

BAIER, J. - TÝN, Z. *Ochrana dřeva*. 3. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2004. 112s., ISBN 80-247-9000-9.

VÝZKUMNÝ A VÝVOJOVÝ ÚSTAV DŘEVAŘSKÝ PRAHA (VVÚD). Přirozená odolnost a trvanlivost dřeva. In *Ochrana dřeva*. *Sborník přednášek.* Březnice: Výrobková zkušební laboratoř Březnice, 2005. s. 1,9,10.

VÝZKUMNÝ A VÝVOJOVÝ ÚSTAV DŘEVAŘSKÝ PRAHA (VVÚD). TP VVÚD 3.73.002. *Identifikace dřevokazných hub a plísní, identifikace substrátových hyf mycelia dřevokazných hub ve dřevě.* Březnice: Laboratoř chemické ochrany, 1995. 6s.

PTÁČEK, P. *Ochrana dřeva ve stavbách*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2009. 96s. ISBN 978-80-247-1950-4.

GABRIEL, J. Dřevokazné houby v interiérech. *ŽIVA.* 2013, vol. 160, no. 2, s. 56. ISSN 0044-4802.

ŠEVCŮ, O. - VINAŘ, J. - PACÁKOVÁ, M. *Metodika ochrany dřeva.* Vydáno jako příloha časopisu Zprávy památkové péče, vol. 60. Praha: Nakladatelství Jalna, 2000. 68s. ISBN 1210-5538.

Online zdroje

ELBEZ, s.r.o. *Tester vlhkosti dřeva a stavebních materiálů model Elbez WHT 860* [online]. Velké Meziříčí: Elbez, s.r.o. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: http://www.elbez.cz/www.elbez.cz/html-cz/file//WHT-860.pdf.

GREISINGER, s.r.o. *Návod k obsluze pro digitální teploměr / vlhkoměr GFTH 95* [online]. Praha: Greisinger, s.r.o. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: http://www.greisinger.cz/soubor.aspx?id=21&pid=10.

Normy

ČSN EN 335. *Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva – Třídy použití: definice, aplikace na rostlé dřevo a na výrobky na bázi dřeva.* Praha: Český normalizační institut, 2013. 20s.

ČSN EN 350-2. *Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva – Přirozená trvanlivost rostlého dřeva – Část 2: Přirozená trvanlivost a impregnovatelnost vybraných dřevin důležitých v Evropě.* Praha: Český normalizační institut. 1996. 36s.

ČSN 49 0600-1. *Ochrana dřeva - Základní ustanovení – Část 1: Chemická ochrana.* Praha: Český normalizační institut. 1998. 20s.

Příloha

Fotodokumentace z průzkumu

Foto 1 – Obložené roubení u západního štítu

Foto 2 – Přístavek na severní straně

Foto 3 – Severovýchodní roh podkrovního roubení

Foto 4 – Východní polovina střechy u jižní obvodové stěny

Foto 5 – Nehraněná výplň roubení u západního štítu

Foto 6 – Částečně odhalené roubení u západního štítu

Foto 7 – Biotické napadení u západního štítu

Foto 8 – Dřevokazná houba ve světnici

Foto 9 – Aktivní povrchové mycelium u zazdění stropního trámu světnice

Foto 10 – Částečně odumřelá plodnice dřevokazné houby

Foto 11 – Prorůstání mycelia zásuvkou kredence ve světnici

Foto 12 – Detail struktury mycelia v zásuvce

Foto 13 – Rhizomorfy dřevokazné houby nalezené mezi novinami v zásuvce

Foto 14 – Napadení biotického původu ve stodole

Foto 15 – Detail plodnice ve stodole

Foto 16 – Staré výletové otvory tesaříka

Foto 17 – Napadení houbového původu v přístavku

Foto 18 – Detail napadení zhlaví v přístavku

Foto 19 – Zatékání do střechy přístavku

Foto 20 – Stropní napadení dřevokaznou houbou v severovýchodním rohu předsíně

Foto 21 – Stropní napadení dřevokaznou houbou v jihozápadním rohu předsíně

Foto 22 – Napadené trámy povalového stropu ve chlévě – srpen 2014

Foto 23 – Napadené trámy povalového stropu ve chlévě – listopad 2014

Foto 24 – Napadené trámy povalového stropu ve chlévě – březen 2015

Foto 25 – Západní polovina podkroví

Foto 26 – Východní polovina podkroví

Foto 27 – Podepření západní štítové příčné vazby podélnou stolicí

Foto 28 – Podepření východní štítové příčné vazby podélnou stolicí

Foto 29 – Hřebenový plátovaný spoj párových krokví zajištěný dřevěným kolíkem

Foto 30 – Kramlí opravený spoj mezi hambalkem a krokví

Foto 31 – Začepování vazného trámu do krokve 1. příčné vazby pojištěné kramlí

Foto 32 – Uložení diagonály na krokve

Foto 33 – Vyvedení ocelového táhla nad pozednicí

Foto 34 – Fixace táhla na zhlaví krokve přes ocelovou objímku

Foto 35 – Deformace spoje mezi námětkem a přesahovou vaznicí v přístavku

Foto 36 – Zlomení hambalku 7. příčné vazby a průvlaku podélné stolice

Foto 37 – Příčná prasklina průvlaku podélné stolice pod 6. příčnou vazbou

Foto 38 – Tvarová deformace průvlaku podélné stolice

Foto 39 – Příčná prasklina průvlaku pod 3. sloupkem podélné stolice

Foto 40 – Příčná prasklina průvlaku podélné stolice pod 5. příčnou vazbou

Foto 41 – Požerek na podélné lati u západního štítu

Foto 42 – Povrchové mycelium na pozednici severovýchodního podkrovního roubení

Foto 43 – Zbytek mycelia na jižní krokvi 2. příčné vazby a okolním bednění

Foto 44 – Hniloba a zbytek mycelia na bednění mezi již. krokvemi 3. a 4. příčné vazby

Foto 45 – Biotické poškození bednění okolo komína

Foto 1

Foto 2

Foto 3

Foto 4

Foto 5

Foto 6

Foto 7

Foto 8

Foto 9

Foto 10

Foto 11

Foto 12

Foto 13

Foto 14

Foto 15

Foto 16

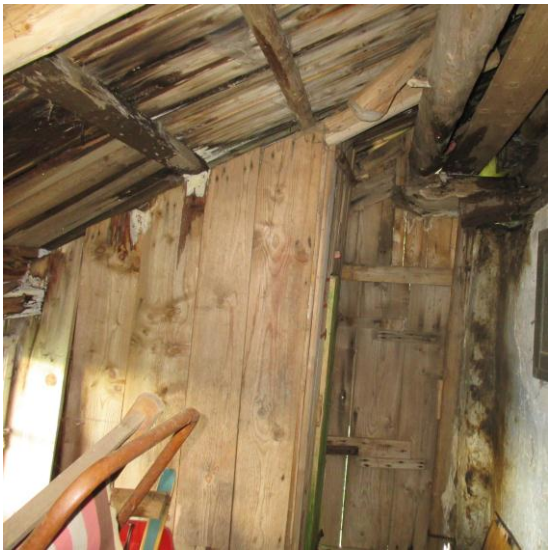


Foto 17

Foto 18

Foto 19

Foto 20

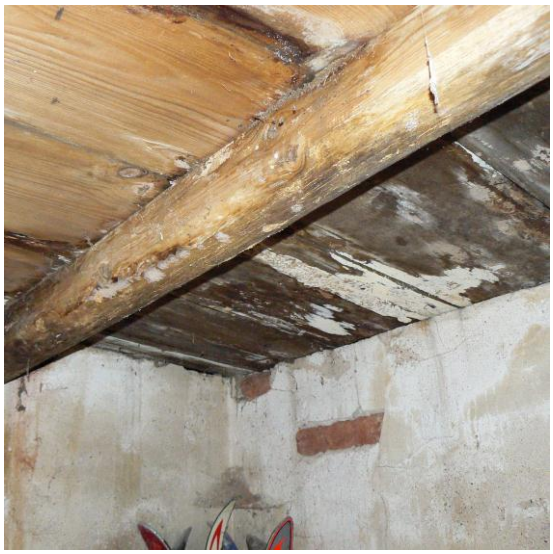


Foto 21

Foto 22

Foto 23

Foto 24

Foto 25

Foto 26

Foto 27

Foto 28

Foto 29

Foto 30

Foto 31

Foto 32

Foto 33

Foto 34

Foto 35

Foto 36

Foto 37

Foto 38

Foto 39

Foto 40

Foto 41

Foto 42

Foto 43

Foto 44

Foto 45