



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

**Průzkum a návrh rekonstrukce Hornychovy vily
v Lomnici nad Popelkou**

**Structural analysis and reconstruction proposal of Hornych
villa in Lomnice nad Popelkou**

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb
Vedoucí práce: Ing. Radek Zigler, Ph.D.

Bc. Lucie Bartošová

Praha 2018

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Bartošová** Jméno: **Lucie** Osobní číslo: **396494**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra konstrukcí pozemních staveb**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Konstrukce pozemních staveb**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Průzkum a návrh rekonstrukce Hornychovy vily v Lomnici nad Popelkou

Název diplomové práce anglicky:

Structural analysis and reconstruction proposal of Hornych villa in Lomnice nad Popelkou

Pokyny pro vypracování:

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Radek Zigler, Ph.D., katedra konstrukcí pozemních staveb FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **05.10.2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **07.01.2018**

Platnost zadání diplomové práce: _____

Ing. Radek Zigler, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Alena Kohoutková, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomantka bere na vědomí, že je povinna vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studentky

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Lucie Bartošová

Název diplomové práce: Průzkum a návrh rekonstrukce Hornychovy vily v Lomnici nad Popelkou

Základní část: Konstrukce pozemních staveb podíl: 90 %

Formulace úkolů: Vypracujte zjednodušený stavebně technický průzkum objektu, proveďte hodnocení stavebně technického stavu jednotlivých konstrukcí, analýzu příčin poruch, vypracujte rámcový návrh nutných sanačních opatření a zpracujte zjednodušenou výkresovou dokumentaci.

Podpis vedoucího DP: Datum:

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: Dřevěné konstrukce podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Robert Jára, Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Formulace úkolů: Posouzení vybraného prvku nosné konstrukce krovu, návrh postupu opravy degradovaných prvků krovu

Podpis konzultanta: Datum:

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

Poznámka: Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci (vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

Čestné prohlášení

Čestně prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou prací na téma Průzkum a návrh rekonstrukce Hornychovy vily v Lomnici nad Popelkou vypracovala samostatně pod vedením Ing. Radka Ziglera, Ph.D. a že jsem uvedla veškerou odbornou literaturu a další informační zdroje.

v Praze dne:

Bc. Lucie Bartošová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Radku Ziglerovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při jejím zpracování. Děkuji Ing. Robertu Járovi za konzultace ohledně dřevěných konstrukcí a skvělou spolupráci.

Dále bych chtěla touto cestou poděkovat panu Josefu Křpatovi, vedoucímu oddělení stavebního úřadu v Lomnici nad Popelkou, a panu Petru Šmidrkalovi, vlastníkovvi vily, za ochotu, poskytnutí dokumentace vily k náhledu a zpřístupnění celého objektu.

Mé veliké poděkování patří i Ing. Zuzaně Rácové, Mgr. Pavle Ryparové a Ivaně Loušové z Chemické a mikrobiologické laboratoře Katedry konstrukcí pozemních staveb ČVUT za pomoc při zpracování a analýze odebraných vzorků.

Moc děkuji i své rodině a přátelům za velikou podporu a trpělivost během celého mého studia.

Anotace

Cílem této práce je návrh rekonstrukce historického objektu Hornychovy vily v Lomnici nad Popelkou. V první části je popsána historie budovy a význam Hornychovy rodiny pro rozvoj obce. Další část obsahuje podrobný stavebně technický průzkum, během kterého byly odebrány vzorky plísní, vzorky pro stanovení vlhkosti zdiva a dřevěných prvků krovu. V poslední části jsou analyzovány zjištěné problémy a navržena vhodná sanační opatření. Součástí práce je výkresová dokumentace, včetně návrhu nového využití budovy. Návrhy nových prvků jsou doplněny statickým výpočtem.

Klíčová slova

Stavebně technický průzkum, porucha, degradace, vlhkost, Hornychova vila, rekonstrukce

Abstract

The aim of this project is a design of rebuilding of Hornych historic villa in Lomnice nad Popelkou. The first part deals with description of the building history and the importance of Hornych family for the town development. The following part comprises detailed construction technical research including collection of fungal contamination samples to assess damp in walls and wooden parts of roof frame. The last part brings the analysis of detected problems and design of appropriate recovery measures. The project contains drawings including design of a new use of the building. The designs of new components are complemented with static calculation.

Keywords

Construction technical survey, defect, degradation, humidity, Hornych villa, reconstruction

Obsah

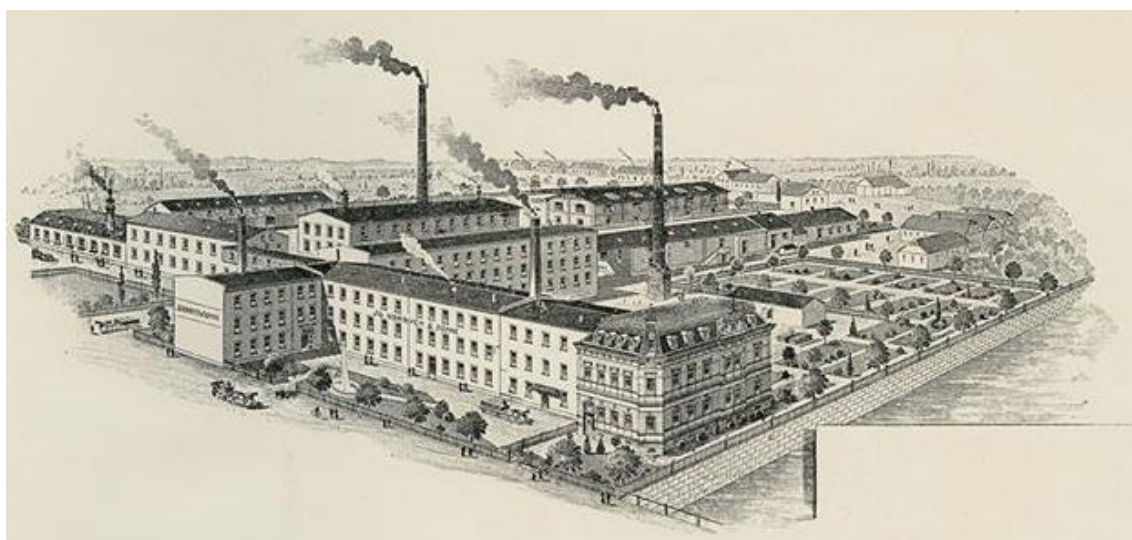
1. Úvod.....	9
2. Hornychova vila	11
2.1. Historie vily.....	11
2.2. Popis objektu.....	14
2.3. Popis konstrukce	15
3. Stavebně technický průzkum	16
3.1. Střecha.....	16
3.2. Svislé konstrukce	22
3.3. Vodorovné konstrukce	28
3.4. Schodiště	30
3.5. Technické zařízení budovy	32
3.6. Exteriér.....	33
3.7. Shrnutí průzkumu.....	34
4. Analýza poruch a návrh sanace.....	35
4.1. Laboratorní zkoušky	35
4.2. Střecha.....	46
4.3. Vodorovné konstrukce	48
4.4. Svislé konstrukce	51
4.5. Ostatní konstrukce a zařízení	53
5. Závěr	54
Seznam obrázků	55
Seznam tabulek	57
Seznam příloh.....	57
Seznam literatury	58
Příloha 1 – Statický výpočet	59

1. Úvod

Město Lomnice nad Popelkou leží v Libereckém kraji na pomezí Českého ráje a Podkrkonoší. Čítá okolo 5,5 tisíce obyvatel a je vzdálené asi 10 kilometrů od okresního města Semily. První zmínka o Lomnici je z roku 1242 v Dalimilově kronice. Na počátku 19. století zde začala výroba oplatek, kulatek a Lomnických sucharů. Rozvíjel se strojírenský a textilní průmysl. Město je známé i výrobou stanů v podniku Technolen.

Ve 20. letech 19. století se z Polska do Lomnice přistěhoval Jiří Hornych, který zde založil ruční výrobu rákosových paprsků pro tkalcovské stroje. Jeho syn Ignác po otcově smrti továrnu převzal a nadále ji rozšiřoval. Na konci 19. století firma vyvážela své zboží do Německa, Ruska a později i do zámoří. Firma dostala název Ignác Hornych a synové, zaměstnávala až 200 dělníků a stala se největší továrnou tkalcovských potřeb v nově vzniklém Československu (Obrázek 1).

Od roku 1873 s otcem spolupracovali synové Ignác a Václav, který se později stal okresním starostou. Oba bratři se zasloužili o další rozvoj Lomnice, když věnovali vlastní pozemky pro stavbu Tylova divadla, útulny pro mládež nebo rozšíření sokolovny. Ignác se převážně věnoval práci v rodinném podniku, nechal vybudovat rodinnou vilu, ale i hrobku na místním hřbitově.



Obrázek 1 – Idealizovaná podoba továrny Ignác Hornych a synové. V popředí rodinná rohová vila [1]

Hornychova továrna sousedila s továrnou Josefa Horáka, kde byla slévárna železa a vyráběly se zde textilní a hospodářské stroje. Firmy nespojovalo jen umístění továren a podnikatelské nadšení, ale později i příbuzenské vztahy, když si František Horák vzal za manželku nejmladší z pěti dcer Ignáce Hornycha mladšího.

Obě továrny byly v roce 1948 znárodněny a později přejmenovány na Elitex. Po roce 1989 byla část Elitexu vrácena potomkům rodiny Hornychovy i Horákovy, pod jejichž spoluvedením v 90. letech pokračovala v činnosti [1].

2. Hornychova vila

2.1. Historie vily

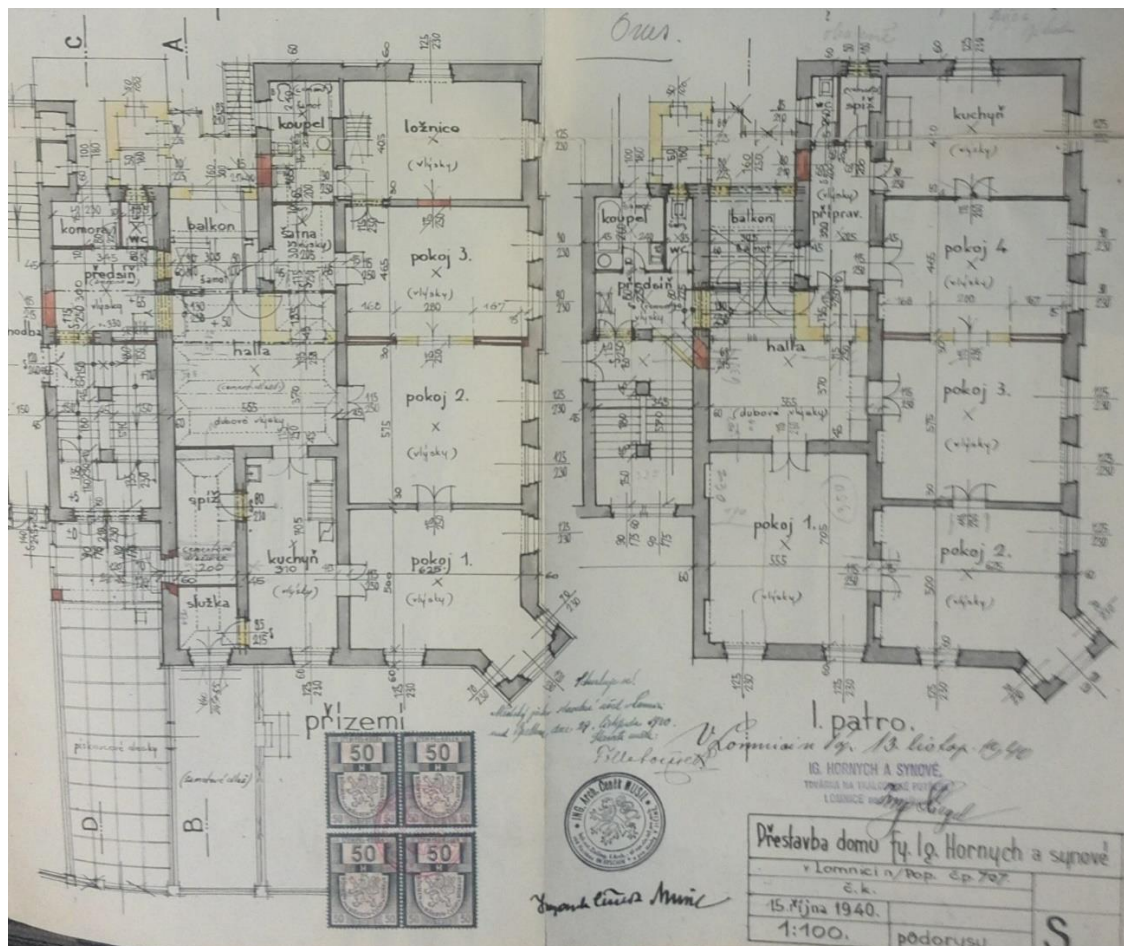
Na počátku 20. století vyrostla vedle továrny rodinná vila, kterou si nechal postavit Ignác Horných ml. Jejím architektem byl Jaroslav Hrubý, který na přelomu 19. a 20. století byl významným lomnickým stavitelem. V sousedství Hornychovy vily se od Hrubého nacházely další tři domy. Svou vilu si od něj nechala navrhnout i jedna z dcer Ignáce Hornycha ml. Ani jedna budova si bohužel nezachovala svou původní podobu. Všechny objekty, až na Hornychovu vilu, byly v 80. letech přestaveny a jejich krásná štuková výzdoba byla zničena [2].



Obrázek 2 – Hornychova vila krátce po svém dokončení [3]

V roce 1933, po smrti Ignáce Hornycha ml., se ředitelem rodinné firmy stává jeho vnuk Ing. Karel Riegel, který nechal v roce 1940 vilu přestavět a modernizovat. Autorem přestavby byl Ing. Arch. Čeněk Musil. Vila si zachovala svůj původní vzhled, největším

zásahem během přestavby bylo přemístění centrálního schodiště, odbourání balkonů a malých komůrek na východní fasádě (Obrázek 3).



Obrázek 3 – Plány přestavby domu z roku 1940

Hornychova továrna byla největší svého druhu v celém Československu a jako většina velkých průmyslových podniků se po druhé světové válce nevyhnula procesu znárodnění, tedy přechodu soukromého majetku do společného vlastnictví totalitního státu. Společně s továrnou byla znárodněna i honosná vila, která byla za totalitního režimu ne příliš esteticky rozdělena na několik menších bytů. V této podobě zůstala vila dodnes [1].

Po roce 1989, kdy byla továrna společně s vilou vrácena Hornychovým potomkům, byli její obyvatelé vystěhováni. V budově se usadili nelegální a problematičtí podnájemníci, během jejichž působení zde došlo i k požáru, který poškodil pouze zařízení bytů, nikoliv statiku objektu. Vila byla vyklizena a od té doby chátrá (Obrázek 4).



Obrázek 4 – Současný stav Hornychovy vily

Současný majitel se v roce 2011 snažil o celkovou rekonstrukci objektu, aby mohl být znovu plně využíván. Jeho záměrem bylo vybudování šesti bytových jednotek a provozovny restaurace, která by se nacházela v suterénu. Pro tento záměr mu bylo vydáno stavební povolení, které ovšem vypršelo a budova i nadále zůstává v havarijním stavu.

Na podzim roku 2017 byla na majitele nařízena exekuce a vila se dostala do dražby, kde byla nabízena za 600 tis. korun. O objekt projeví zájem místní podnikatelé i město, kterému není osud vily lhostejný. K dražbě bohužel nedošlo a majitel stihl polovinu vily přepsat na svou manželku. V případě další exekuce by šla do dražby jen polovina vily a tím se stala prakticky neprodejnou. Budoucnost i šance na záchranu tohoto historického objektu tedy není vůbec jistá.

2.2. Popis objektu

Budova se v Lomnici nad Popelkou řadí mezi významné stavby, ačkoliv není památkově chráněna. Nachází se v centru města u křižovatky dvou hlavních silnic, na parcele č. st. 586 s číslem popisným 707.

Z jižní strany je kolem budovy opěrná zeď z pískovcových kvádrů (Obrázek 5). Na severní straně vila přímo sousedí s vedlejší továrnou, se kterou byla v minulosti propojena. V každém patře byly vytvořeny přímé průchody do továrny, které jsou ale v současnosti zazděné.



Obrázek 5 – Jižní pohled na vilu a opěrnou zeď

Samostatná vila má dvě obytná podlaží. Do prvního nadzemního podlaží se vchází rovnou z ulice přes zastřešené závětrří a zádveří. Na patře se nacházejí dva byty o velikostech 2+1 a 4+1 s příslušenstvím. Byty jsou rozděleny příčkou, která je pod stropem prosklená. Ve druhém nadzemním podlaží jsou také dva byty o velikostech 2+1 a 4+1 s příslušenstvím, které jsou shodně rozděleny částečně prosklenou příčkou. Větší byt je od hlavní chodby oddělen skleněnou příčkou z luxfer. Malý byt 1+1

se nachází v třetím nadzemním podlaží. Větší část toho patra tvoří stavebně neupravené podkroví, které je rozděleno dřevěnými příčkami na několik místností.

Budova je, kromě vstupního traktu a schodiště, částečně podsklepena. Podzemní podlaží je rozděleno na několik sklepních prostor a jednu velikou technickou místnost, ve které je umístěn kotel na tuhá paliva. Přístup do podzemního podlaží je po centrálním schodišti budovy. V technické místnosti se nachází kamenná rampa vedoucí na zahradu na východní straně budovy, která usnadňovala dopravu paliv pro vytápění celého objektu.

2.3. Popis konstrukce

Vila je postavena z plných cihel na obyčejnou vápennou maltu. Obvodová stěna má tloušťku 60 cm a vnitřní nosné stěny 45 cm. Podzemní část je z pískovcových kvádrů a stěny mají tloušťku 90 cm. Hloubka založení objektu není známa.

Stropní konstrukce tvoří v podzemní části valené klenby do traverz, v ostatních patrech jsou dřevěné trámové stropy.

Nároží dvoupatrové vily je ozvláštněno věží s hodinami a z jižní fasády vystupuje rizalit. Mansardová střecha se zaoblenými vikýři, je pokryta falcovaným plechem a azbestocementovými šablonami.

Fasáda je členěná a zdobená výraznými římsami, šambránami a dalšími výtvarnými prvky. Vnitřní omítky jsou hladké štukové, v suterénu někdy nahrazeny pouze vápenným nátěrem.

3. Stavebně technický průzkum

V současné době je vila téměř 30 let neobydlená a nikdo se o ni nestará. Je ve velmi špatném technickém stavu a potřebuje celkovou rekonstrukci. Jelikož se nejedná o památkově chráněnou budovu, zaleží pouze na majiteli, jaká bude její budoucnost. Pokud by měla být vila rekonstruována a zároveň zachován její historický vzhled, je nutný stavebně technický průzkum všech konstrukcí. Celá vila byla podrobena důkladnému vizuálnímu průzkumu. Na vybraných místech byly odebrány vzorky pro stanovení vlhkosti zdiva, rozboru plísni a napadených dřevěných konstrukcí.

3.1. Střecha

Střešní konstrukce je ve velmi špatném technickém stavu. Na mnoha místech je velmi poškozená a dochází k zatékání do objektu, což je původem většiny poruch a degradací materiálu.

3.1.1. Krytina

Mansardová střecha je pokryta dvěma druhy střešní krytiny. Strmé části jsou pobity eternitem neboli azbestocementovými šablonami. Eternit byl patentován na počátku 20. století, tedy v době vzniku Hornychovy vily, a byl velice oblíbeným materiálem pro střešní krytiny. Pomineme-li, že azbest představuje závažné riziko pro zdraví člověka, jedná se o velice odolný materiál. Ovšem i takto odolný materiál nemá životnost 100 let. Na střeše jsou proto patrné rozbité i chybějící šablony, které byly v některých případech nahrazeny plechem (Obrázek 6). Ani tyto výměny však stav střešního pláště nezlepšily a je zřejmé, že již delší dobu nedošlo k důkladné revizi střešní krytiny. Šablony jsou téměř po celé ploše pokryté mechovým porostem. Kvůli jejich špatnému stavu, značnému porušení nebo místům, kde šablony dokonce zcela chybí, dochází k výraznému zatékání do konstrukce krovu, což je dobře patrné podle záklopu, který je jasně zbarven od vlhkosti a plísni.



Obrázek 6 – Pohled na poškozenou střešní krytinu

Vrchní část střechy je pobita pozinkovaným falcovaným plechem. Během průzkumu mi nebyl umožněn přístup na střechu, a tak stav plechu můžeme pouze odhadovat. Ovšem i ze satelitních snímků je patrná jeho degradace. Při pohledu na bednění z prostor krovu však nedochází k tak velikému zatékání jako kolem šablon. Na prknech není patrná plíseň ani vysoká vlhkost. Poškození jsou vidět pouze v okolí komínů, kde je pravděpodobně plech zvlněn a dochází tak k mírnému zatékání. Významné zatékání je však patrné v místech, kde se střecha vily napojuje na střechu přilehlé továrny. Jedná se především o prostor nad schodištěm, kde již došlo k propadu stropní konstrukce (Obrázek 7).



Obrázek 7 – Poškození stropní konstrukce nad schodištěm

Viditelnou poruchou je zvlnění oplechovaných hran, konstrukcí vikýřů a okapových žlabů (Obrázek 6). Tyto poruchy, kromě zhoršeného estetického dojmu, zapříčiňují další zatékání do konstrukce krovu a napomáhají tak růstu plísní a hub, pro které je vlhké prostředí ideální.

3.1.2. Krov

Krov je dřevěný, trámový, vaznicové soustavy. Konstrukce krovu vypadá na první pohled velmi dobře. Vrchní část mansardové střechy nejeví žádné známky vážnějšího poškození. Na trámech ani na pobytí nejsou patrné tmavé oblasti, které by ukazovaly na zatékání do objektu nebo napadení plísní. Krokve i vaznice působí celistvým dojmem bez napadení dřevokaznými činiteli (Obrázek 8).



Obrázek 8 – Vrchní část krovu mansardové střechy

Sklonité části krovu, zejména v okolí vikýřů, jsou v daleko horším až kritickém stavu. Jak už bylo popsáno v kapitole 3.1.1., tato část krovu je pokryta eternitovými šablonami, které jsou velmi poškozené a na mnoha místech chybí. Dřevěné prvky jsou tak vystaveny značnému zatékání a dochází k jejich destrukci. Vlhké prostředí je ideálním místem pro růst plísní a dřevokazných hub. Napadené dřevo je i lépe stravitelné pro dřevokazný hmyz. V místech kolem vikýřů dochází k úplnému rozpadu krokví i pozednice (Obrázek 9). Pouze na jednom místě byla poškozená krokev provizorně vyztužena, aby nedošlo k propadu střešní konstrukce (Obrázek 10). Pobytí je děravé a pokryté bílou plísní. V konstrukci krovu je cítit zápach rozkládajícího se dřeva.



Obrázek 9 – Poškozené pobití v okolí vikýře

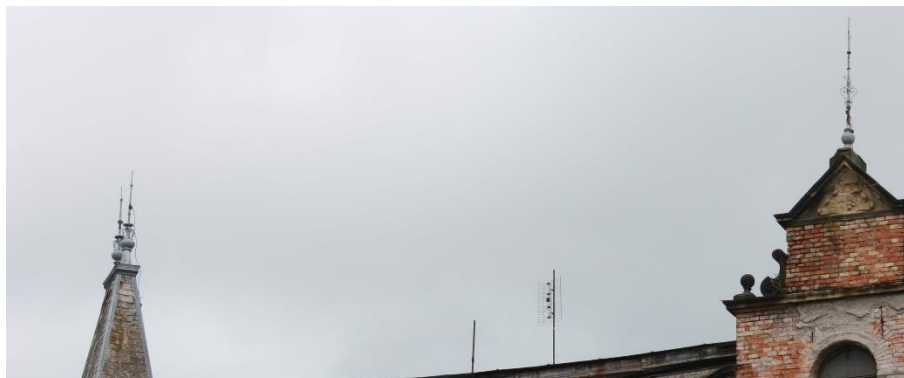


Obrázek 10 – Provizorní podepření krokve a rozpad pozednice

3.1.3. Hromosvod

Systém hromosvodu bude patrně ve stejně špatném stavu jako celá střešní krytina. Věžičky, které se nacházejí na rohové věži i na rizalitu, jsou společně s tyčovým jímačem, který je zhruba uprostřed střechy, spojeny do jedné soustavy (Obrázek 11). Svedení

a uzemnění soustavy je provedeno na každém rohu budovy. Na některých místech jsou dráty uvolněny z kotevních prvků na fasádě.



Obrázek 11 – Napojení věžiček na soustavu hromosvodu

3.1.4. Okapy a svody

Havarijní stav odvodňovacího systému má za následek další vnikání vlhkosti do objektu. Oplechování a okapové žlaby, které jsou po celém obvodu budovy, jsou na mnoha místech zvlněny, pomačkány nebo poškozeny korozí. Kromě zatékání do objektu dochází k promáčení a postupné degradaci korunní římsy, která přímo navazuje na okapovou hranu střechy (Obrázek 12).

Ze svislých svodů zůstal funkční pouze jeden. Ostatní jsou buď silně korodovány, přerušeny v půlce objektu nebo úplně chybí (Obrázek 13). Odvod dešťové vody byl nejspíš napojen do městské kanalizace.

Další degradace omítky vzniká špatným spádováním nebo chybějícím oplechováním na okrasných římsách, kde zůstává voda. Omítka je stojací vodou narušena a časem opadává (Obrázek 14).



Obrázek 12 – Degradovaná korunní římsa
a přerušný svod



Obrázek 13 – Zatékání do objektu z přerušného
svodu



Obrázek 14 – Opadávající omítka nad špatně spádovanou římsou

3.2. Svislé konstrukce

Svislé konstrukce se nacházejí v poměrně dobrém stavu. Vnější zdivo nemá téměř žádné známky statického porušení. Na vnitřním zdivu, zejména na příčkách, se objevují trhliny především pod promáčenými stropními konstrukcemi. Výplně otvorů mají své funkční období za sebou a často jim chybí skleněná výplň.

3.2.1. Obvodové zdivo

Ze statického hlediska je obvodové zdivo ve velmi dobrém stavu. V pohledech ani uvnitř konstrukce se neobjevují téměř žádné trhliny, které by naznačovaly statické porušení obvodových stěn.

Poruchy obvodových stěn jsou následkem jejich zvýšené vlhkosti. Ve většině případů se jedná o vlhkost způsobenou dešťovou vodou. Nejvíce poškozené jsou podezdívky v podkroví, na které skrz poškozenou střechu, zejména v okolí vikýřů, zatéká velké množství vody (Obrázek 15). Vysoká vlhkost cihel má za následek nejen opadání omítky, ale hlavně degradaci pozednice, ve které se drží vysoká vlhkost, a ta napomáhá růstu hub a plísní. Míra poškození střechy a velké množství vody, která se tak dostává do konstrukce, je tak vysoká, že stékající voda po stěnách je patrná i o dvě patra níže.



Obrázek 15 – Podezdívka poškozená vlivem zatékání

V obytných patrech dochází k zatékání do objektu hlavně na jeho východní straně, která směřuje do zahrady. V době, kdy byli nájemníci vystěhováni, se pravděpodobně nelegální obyvatelé snažili do domu dostat z této strany, která není z hlavní ulice vidět.

První nadzemní podlaží má většinu oken vysklených a některá, zejména plastová okna, jsou téměř vylomená. Stále otevřenými okny do domu zatéká, tím dochází k poškození omítek a výskytu plísní (Obrázek 16). Obrázek 13 znázorňuje chybějící svod a následné zatékání do objektu. Je možné, že i svod byl poškozen při něčí snaze dostat se dovnitř do objektu.



Obrázek 16 – Zatékání do objektu trvale otevřeným oknem

Podzemní zdivo je narušeno vzlínající zemní vlhkostí. Z exteriéru vypadá soklová část velmi zachovale a není na ní viditelná přítomnost solí v podzemní vodě. V interiéru není kamenné zdivo omítnuto, pouze v některých částech je opatřeno pravděpodobně vápenným nátěrem.

Venkovní fasáda je hodně členěná s bohatou štukovou výzdobou. V současné době je velmi poškozená povětrnostními vlivy a dešťovou vodou, proto je na mnoha místech opadaná.

3.2.2. Komíny

Podle dokumentace z roku 1940 i podle současných prostupů na střechu jsou v objektu tři komíny. Stejně jako stěny jsou zděné z plných cihel a všechny jsou součástí střední nosné stěny. Jejich stav není známý, ale byly využívány posledními obyvateli,

kdy každý byt měl svůj kotel pro přípravu teplé vody. Komíny nevykazují žádné známky poškození, až u prostupu střešní krytinou dochází v jejich okolí k zatékání.

3.2.3. Vnitřní zdivo

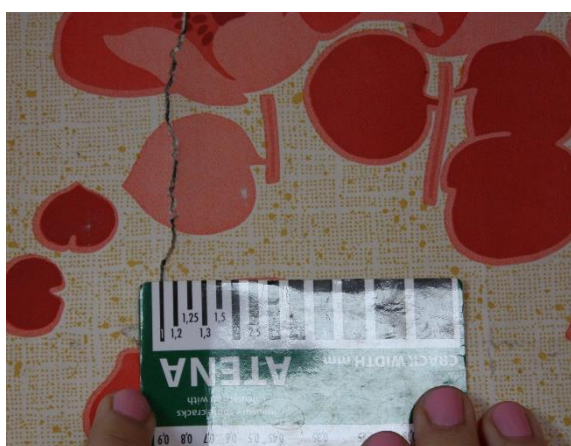
Vnitřní zdivo je z plných cihel a hlavní nosné stěny mají tloušťku 45 cm. Poruchy zdiva jsou způsobeny především působením vlhkosti a činností člověka. Kromě ohořelých omítek se v bytech často vyskytují plísně. V nejhorším stavu se nachází kuchyně většího bytu v druhém nadzemním podlaží (Obrázek 17). Prostor je dlouhodobě nevytápěný, nevětraný a se zvýšenou vlhkostí (místnost se nachází pod jedním z nejvíce poškozených vikýřů). Takové podmínky jsou ideálním místem pro růst plísní, které se zde vyskytují ve veliké míře a pokrývají téměř celou místnost.



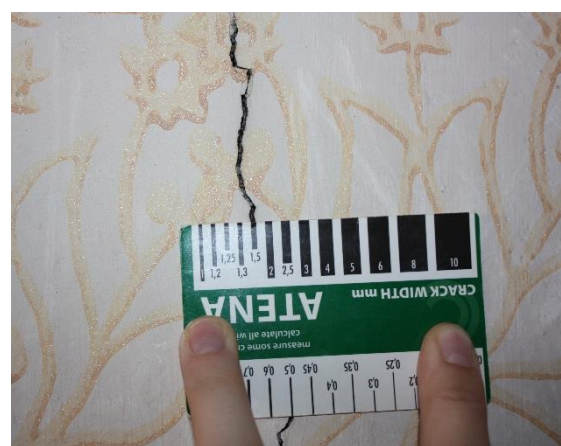
Obrázek 17 – Plísně na zdivu v kuchyni 2. NP

Plísně se vyskytují i v dalších místnostech, ale už ne v tak extrémním množství. Jedná se spíše o malé výkvěty. Můžeme pozorovat, že se plísně vyskytují zhruba od výšky 1,5 metru nad podlahou. Při bližším prozkoumání bylo zjištěno, že jsou na stěnách použity dva typy povrchového nátěru. Nad podlahou je nátěr neprodyšný, a proto na něm nedošlo k výkvětu plísní.

Na příčkách se objevují svislé trhliny, které budou pravděpodobně způsobeny průhyby stropní konstrukce. Změřená šířka trhlin se pohybuje mezi 1 a 1,5 mm. Jedná se o poměrně veliké trhliny. V druhém nadzemním podlaží trhliny na stěnách poškodily i nalepenou papírovou tapetu (Obrázek 18). Na dalším obrázku (Obrázek 19) je trhlina měřená v podkrovní místnosti. O zastropení této místnosti je opřen sloupek držící střešní konstrukci. Poklesem střešní konstrukce došlo pravděpodobně k značnému porušení stropní konstrukce i stěn této místnosti. Další viditelné trhliny v příčkách vznikají kolem původních otvorů, které byly zazděny.



Obrázek 18 – Tapeta poškozená trhlinou zdiva



Obrázek 19 – Trhlina na stěně v podkroví

V koupelnách jsou na stěnách do výšky 1,5 metru původní keramické obklady, které jsou částečně rozbité a opadané (Obrázek 20, 21). Obytné místnosti mají hladké omítky s výmalbou ozdobným válečkem nebo papírovou tapetou.



Obrázek 20 – Koupelna v 1. NP



Obrázek 21 – Koupelna v 2. NP

3.2.4. Výplně otvorů

V obytných patrech na jižní i západní fasádě jsou původní dřevěná špaletová okna. Okna jsou zcela dožitá s rozbitými skleněnými výplněmi a popraskaným nátěrem, především vlivem slunečního záření. Vnitřní parapety jsou dřevěné a také velmi poškozené. Venkovní parapety kromě oplechování obsahují krásné kované plůtky, za které se dávaly květináče. Bohužel se nedochovaly na všech oknech (Obrázek 22).



Obrázek 22 – Špaletové okno

Východní fasáda obsahuje několik druhů oken. Jsou to původní špaletová, velická dřevěná, která tvořila zimní zahradu, ale i nová plastová okna. Všechna jsou shodně ve velmi špatném stavu.

V podzemním podlaží jsou okna dvojité dřevěná, z venčí chráněná mříží. Většina oken je velmi poškozených, některá jsou trvale otevřená a dochází u nich k prorůstání venkovního porostu do vnitřních prostor.

Vstupní dveře do objektu jsou prosklené dvoukřídlé a nacházejí se na jeho západní straně. Zádveří je od schodišťového prostoru odděleno dvěma kyvnými dvoukřídlými dveřmi, které vedou do sklepních prostor a obytných podlaží. Oboje dveře, vstupní i kyvné, jsou ve špatném stavu a mají rozbité skleněné výplně.

Obytným místnostem v nadzemních patrech dominují vysoké dvoukřídlé dveře s dřevěnými obložkami. V jednom bytě je lak dveří poškozen vzniklým požárem, jinak jsou vcelku zachovalé, pouze opotřebované běžným používáním (Obrázek 23). Dveře do ostatních místností jsou menší, ale stejně dekorované. Při přestavbě roku 1940 byly do bytů mezi obytné místnosti přidány velké posuvné dveře, které jsou, až na prasklé

výplně, ve velmi dobrém stavu (Obrázek 24). V bytech najdeme i dveře s ocelovou zárubní, tyto ale nejsou původní a byly přidány při přestavbě, kdy byla vila znárodněna. Dveře v podzemním patře jsou dřevěné s ocelovou zárubní a ve špatném stavu.



Obrázek 23 – Dvoukřídlové dveře



Obrázek 24 – Posuvné dveře do příčky

3.3. Vodorovné konstrukce

Ve vile jsou dva druhy vodorovných konstrukcí. Klenbové konstrukce nad podlažím podzemním a nad podlažními obytnými jsou dřevěné trámové stropy.

3.3.1. Klenbové konstrukce

Stropní konstrukce v suterénu jsou z valených cihelných klenb do travverz. Klenby jsou ve velmi dobrém stavu. Nejeví žádné známky poškození, neopadáva z nich omítka ani na nich nejsou patrné trhliny. Rozpon klenb je od 1,5 do 3 metrů.

V původních výkresech není skladba nad klenbami popsána. Jediná informace, která se dá z dokumentace vyčíst, je tloušťka stropu 30–50 cm. Do konstrukce nebyla provedena žádná sonda.

3.3.2. Dřevěné trámové stropy

Nad prvním i druhým nadzemním podlažím jsou dřevěné trámové stropy se záklopem a rákosovou omítkou. Celková tloušťka skladby konstrukce je 50 cm. O dřevěných stropích máme na rozdíl od cihelné klenby lepší představu, ačkoliv sonda nebyla provedena. V důsledku nadměrného zatékání do konstrukce v podkroví došlo na několika místech k promáčení trámového stropu.

Nad okny v druhém podlaží došlo k propadnutí části stropu. Prkenný záklop, degradovaný vysokou vlhkostí a dřevokaznými činiteli, neunesl promáčený násyp, a tak došlo k propadu konstrukce. Zatím odpadla pouze rákosová omítka, části záklopu a násyp (Obrázek 25). Zhlaví trámů uložených ve zdi musí být v havarijním stavu. Pokud nedojde k zamezení zatékání do objektu a podepření trámů, hrozí celková destrukce stropní konstrukce. Majitel, aby zamezil zatékání do dalších pater objektu, rozložil na podlahu pod propadnutým stropem plachtu, na kterou rozmístil několik nádob pro zachycení dešťové vody (Obrázek 26). Do poškozené části krovu i stropní konstrukce tedy i nadále zatéká a pokračuje její degradace.

Podobný propad stropní konstrukce jako v 2. NP je nad schodištěm. Zde došlo k zatékání špatným napojením střešních krytin, jak bylo popsáno v kapitole 3.1.1. (Obrázek 7).

Špatný stav dřevěných trámů a jejich průhyb je příčinou velikého množství trhlin, které jsou viditelné na stropě většiny místností.



Obrázek 25 – Propadlý strop v 2. NP



Obrázek 26 – Opatření proti zatékání do nižších pater

3.3.3. Podlahy

Ve vnitřních prostorech objektu nalezneme několik druhů nášlapných vrstev. Největší plochu zabírají dřevěné vlysy, které se nacházejí téměř ve všech pokojích. Technický stav vlysů není špatný, ale pro jejich zachování by byla celková renovace nezbytná. Jaký je stav dřevěných vlysů pod ochrannou plachtou v 2. NP není známé.

Ostatní podlahy jsou v daleko horším stavu. Dlaždice v koupelnách jsou poničené, PVC v chodbách zvlněné nebo ohořelé. V místech, kde se nachází pouze stěrka, není podlaha rovná a dochází k jejímu vydrolování.

Dřevěné fošny v podkroví jsou napadené dřevokaznými činiteli a v některých místech je skrz strop vidět do nižšího patra.

Sklepní prostory mají podlahu kamennou. Jsou zde vidět velké nerovnosti a podlaha bude zřejmě narušená vzlínající vlhkostí.

3.4. Schodiště

V celém objektu se nachází jedno hlavní schodiště, které propojuje všechna patra od suterénu až po podkroví. Schodiště bylo přemístěno při modernizaci vily v roce 1940, ale v podzemním podlaží zůstalo ještě jedno rameno schodiště původního. Z původního ramene zde zůstalo devět stupňů, které jsou schované za dřevěnými vraty a na konci zazděna. Vzniká tak poměrně veliký nevyužitelný prostor.

Ze suterénu se do přízemí dostaneme po kamenném schodišti. Již na první pohled jsou okolní stěny i schodiště poškozeny následkem vzlínající zemní vlhkosti. Schodišťové stupně jsou uprostřed opotřebované provozem (Obrázek 27). Spodní strana ramene není přístupná, protože vstupní trakt ani schodišťový prostor není podsklepen.

Jednotlivá patra jsou propojená centrálním schodištěm. Jedná se o tříramenné, schodnicové schodiště, podepřené dvěma pilíři. Schodišťové stupně jsou kamenné a do každého stupně je shora kotveno ozdobné kované zábradlí (Obrázek 28). Schodiště je velmi zachovalé, nikde se na něm neobjevují trhliny, schodišťové stupně zůstávají rovinné a nášlapná vrstva není nijak opotřebovaná.

Další schodiště se nachází při vstupu do menšího bytu v prvním nadzemním podlaží. Po schodišti se schází z mezipodesty do bytu po čtyřech plně podporovaných

stupních. Z jednoho boku je schodiště přisazeno z dělící příčce mezi byty, na druhé straně je volný prostor předsíně bytu, který není oddělen zábradlím.

Poslední jednoramenné žebříkové schodiště najdeme v podkroví. Jedná se o jednoduché dřevěné schodiště s dvojicí schodnic osazených na výměnu ve stropní konstrukci. Používá se k přístupu na střechu budovy. Stejně jako konstrukce krovu je poškozeno zatékáním do budovy a je napadeno dřevokazným hmyzem a plísněmi.



Obrázek 27 – Schodiště ze suterénu do přízemí



Obrázek 28 – Centrální schodiště

3.5. Technické zařízení budovy

Technický stav budovy je v havarijním stavu. Stávající instalace jsou prakticky nepoužitelné, nevyhovují dnešním požadavkům a standardům. Ve vile nejsou instalační šachty, veškeré rozvody jsou zasekány do zdi. Po vystěhování nájemníků byla vila odpojena od všech inženýrských sítí.

3.5.1. Vodovod

Objekt je napojen na městský vodovodní řad stávající vodovodní přípojkou. V domě jsou pouze rozvody studené vody, ohřev teplé užitkové vody byl zajišťován elektrickými akumulacími zásobníky nebo plynovými průtokovými ohříváči.

3.5.2. Kanalizace

Splaškové i dešťové vody jsou svedeny do městské stokové sítě novou kanalizační přípojkou, která byla vybudována v rámci výstavby a rekonstrukce nové kanalizace v obci.

3.5.3. Elektro

Objekt je napojen z kabelového podzemního elektrického vedení. Stávající rozvod elektro je připojen z elektroměrné skříně v obvodové stěně objektu. V objektu jsou zásuvkové a světelné obvody vedené pod omítkou. Elektroměry jednotlivých bytů jsou umístěny ve schodišťovém prostoru.

3.5.4. Vytápění

Objekt byl původně vytápěn kotlem na tuhá paliva, který je umístěn v suterénu. V bytech jsou plechové a litinové žebrové radiátory.

3.5.5. Plyn

Zemní plyn je do objektu zaveden stávající přípojkou. Hlavní uzávěr plynu je umístěn v obvodové stěně objektu.

3.6. Exteriér

Přístupová cesta pro pěší vede k vile přímo z hlavní ulice. Pochozí vrstvu tvoří velkoformátové betonové dlaždice, které jsou silně degradované a prorostlé plevelem. Cestu z obou stran lemuje nízká pískovcová zídka, na které je zdobený kovaný plot (Obrázek 29). Plot není poničený, ale je degradovaný povětrnostními vlivy. Stejný plot odděluje zatravněný pozemek na západní straně vily od veřejného chodníku.

Jižně od budovy se nachází pískovcová opěrná zeď, která také patří k pozemkům objektu. Statika této zdi je silně narušena a je v havarijním stavu. Na několika místech je probořena a dochází k postupnému sesuvu půdy (Obrázek 30).

Na východní straně se nachází malá zahrada, ze které je přístup do sklepních prostor objektu. Náletový porost na pozemku již dosahuje značných výšek a zahrada se stává téměř nepřístupnou.



Obrázek 29 – Přístupová cesta



Obrázek 30 – Opěrná zeď

3.7. Shrnutí průzkumu

Během stavebně technického průzkumu byly analyzovány všechny dostupné konstrukce. Bylo zjištěno, že především dřevěné konstrukce (krov a trémové stropy) se nacházejí v kritickém stavu a v některých případech, pokud nebudou v blízké době zajištěny, hrozí jejich destrukce.

Největším problémem je špatný stav střešní krytiny a následné zatékání srážkové vody do konstrukce krovu. Zvýšená vlhkost je původcem téměř všech popsaných problémů.

Pozitivní se jeví stav nosných svislých konstrukcí, které nevykazují žádnou výraznější statickou poruchu, a stav centrálního schodiště, které by mohlo být zachováno.

Pokud by měl být objekt znovu obýván, nebudou stačit dílčí postupné opravy, ale je potřeba celková rekonstrukce objektu včetně veškerých instalací a rozvodů. Součástí rekonstrukce by měla být i oprava venkovní opěrné zdi a revitalizace přilehlých zahrad.

4. Analýza poruch a návrh sanace

Během stavebně technického průzkumu bylo odebráno několik vzorků, které byly následně zpracovány a analyzovány v Chemické a mikrobiologické laboratoři Katedry konstrukcí pozemních staveb ČVUT. Laboratoř je akreditovaným pracovištěm pro oblast zkoušek fyzikálních, chemických a biologických vlastností stavebních materiálů. Na výsledky z laboratoře a na vizuální stavební průzkum navazuje návrh sanačních opatření.

4.1. Laboratorní zkoušky

Ve vile byly odebrány vzorky pro stanovení vlhkosti zdiva a dřevěných prvků krovu. Dále byly odebrány a následně diagnostikovány plísně nacházející se v objektu, části krovu a podlah napadených dřevokazným hmyzem a dřevokaznými houbami.

Veškerá odběrová místa jsou označena v půdorysech objektu, které jsou součástí této práce (Výkresy 1-4).

4.1.1. Měření vlhkosti

Místa pro odběr vzorků byla od 1. PP do 2. NP vybrána nad sebou, aby mohl být posouzen vliv vztlínající vlhkosti. Bohužel se nejednalo o vzorky z jádra zdiva, tedy 10-15 cm pod povrchem zdiva, ale pouze o části omítek a krajních cihel. Výsledná vlhkost uvnitř zdiva může být vyšší než vlhkost naměřená, protože na povrchu zdiva dochází k lepšímu provětrání a odvodu vlhkosti.

Vzorky byly po odebrání uloženy do mikrotenových sáčků a uzavíratelných parotěsných sklenic, aby mezi odběrem a laboratorními zkouškami nedošlo ke ztrátě jejich vlhkosti. Měření probíhalo dle platných norem ČSN EN 772-10, ČSN EN ISO 12570. Vlhkost materiálu se stanoví jako úbytek hmotnosti vzorku po vysušení za předepsaných podmínek. Vzorky byly zváženy na digitální váze s přesností na desetinu gramu (Obrázek 31). Sušení probíhalo za teploty 105–110 °C v po sobě jdoucích šestihodinových cyklech.

Výsledky vzorků ze dřeva jsou pouze orientační a neodpovídají normovým zkouškám.



Obrázek 31 – Vážení vzorků před sušením

Tabulka 1 – Stanovení vlhkosti odebraných vzorků zdiva

Místo odběru	Označení	Hmotnostní vlhkost [%]	Klasifikace obsahu vlhkosti zdiva
Sklep	A	2,25	Velmi nízká
Schody	B	4,04	Nízká
Byt 1	C	1,11	Velmi nízká
Byt 3	D	1,82	Velmi nízká
Podezdívka	E	18,58	Velmi vysoká

Tabulka 2 – Stanovení vlhkosti odebraných vzorků dřeva

Místo odběru	Označení	Hmotnostní vlhkost [%]	Klasifikace obsahu vlhkosti dřeva
Pozednice	F	192,50	Mokrý, dlouho dobu uložené ve vodě
Pozednice	G	253,23	Mokrý, dlouho dobu uložené ve vodě
Podlaha	F	116,67	Mokrý, dlouho dobu uložené ve vodě

Ze stanovené hmotnostní vlhkosti vzorků a podle klasifikace vlhkosti (Tabulka 2, 3) je zřejmé, že vlhkost zdiva v bytech a ve sklepech je velmi nízká, pouze v oblasti schodiště v suterénu je klasifikována jako nízká. Zbylé vzorky byly odebrány v podkroví, kam zatéká. Podezdívka z plných cihel má velmi vysoký obsah vlhkosti

a na ní připevněná pozednice je doslova nasáklá vodou, což odpovídá 1. stupni vlhkosti dřeva, tedy dřevo mokré, dlouhou dobu uložené ve vodě. Cyklické změny, kdy do oblasti krovu zatéká a následně konstrukce opět vysychá, jsou pro dřevěné konstrukce velice nepříznivé a jsou ideálním místem pro růst dřevokazných hub a plísni.

Tabulka 3 – Klasifikace obsahu vlhkosti zdiva [4]

Hmotnostní vlhkost [%]	Klasifikace
$w < 3,0$	Velmi nízký obsah vlhkosti
$3,0 \leq w \leq 5,0$	Nízký obsah vlhkosti
$5,0 \leq w \leq 7,5$	Zvýšený obsah vlhkosti
$7,5 \leq w \leq 10,0$	Vysoký obsah vlhkosti
$10,0 < w$	Velmi vysoký obsah vlhkosti

Tabulka 4 – Orientační klasifikace obsahu vlhkosti dřeva používaná v praxi

Hmotnostní vlhkost [%]	Stupně vlhkosti dřeva
$w > 100$	1. Dřevo mokré, dlouhou dobu uložené ve vodě
$100 \leq w \leq 50$	2. Dřevo čerstvě poraženého stromu
$15 \leq w \leq 20$	3. Dřevo vysušené na vzduchu
$8 \leq w \leq 10$	4. Dřevo vysušené na pokojovou teplotu
$w = 0$	5. Dřevo absolutně suché, vysušené při $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

4.1.2. Dřevokazné houby

Nejvážnějším škůdcem, který znehodnocuje dřevo, jsou dřevokazné houby. Je jich mnoho druhů, mohou dřevo napadat a poškozovat v různých místech a podmínkách, pokud jsou splněné jejich nároky na rozvoj. Výslednou činností hub je hniloba dřeva, a nakonec i jeho rozklad.

Při napadení dřevokaznými houbami probíhá rozklad dřeva odlišně podle toho, je-li způsoben houbami celulózo- nebo ligninovorními.

Celulózovorní dřevokazné houby

Vyvolávají takzvanou destrukční hnilobu dřeva. Zdrojem jejich výživy je celulózová složka dřeva. Napadené dřevo postupně tmavne a kostkovitě se rozpadá. Činnost těchto hub bývá označována jako hnědá či červená hniloba. Mezi nejrozšířenější zástupce celulózovorních hub patří dřevomorka domácí, koniofora sklepní a trámovky.

Dřevomorka domácí

Patří mezi nejnebezpečnější dřevokazné houby. Žije i za podmínek pro jiné houby nepříznivých a přežívá často i důkladné sanační zásahy. Dřevomorka si je schopná vytvářet vlastní zásoby vody rozkladem dřevní hmoty. Tím je naprosto unikátní, protože kromě počátečního stádia nepotřebuje žádný přísun vody z jiných zdrojů. Její likvidace spočívá v první řadě v odstranění vlhkosti a odvětrání prostor, ve kterých se nachází.



Obrázek 32 – Kostkovitý rozpad dřeva

Na pozednici (Obrázek 32) je vidět kostkovitý rozpad dřeva, typický pro dřevomorku. Pozednice se nacházela nedaleko poškozeného vikýře, tudíž v místě zvýšené vlhkosti. Na vzorku se nachází i veliké množství biodeteriogenů, což svědčí i o napadení dřevokazným hmyzem. Dřevomorkou nemusí být napadena jen tato část krovu. K určení rozsahu poškození by bylo vhodné odkrytí podlah a prozkoumání

trámového stropu. Jedná se o velice nebezpečnou houbu, která může prorůstat i zdi a napadnout celou budovu. Vzhledem ke stavu stropní konstrukce, zejména ve 2. NP, kde došlo k jejímu propadu, se nedá toto podezření vyloučit.

Ligninovorní dřevokazné houby

Využívají všechny složky dřeva a vyvolávají takzvanou koroziivní hnilobu. Dřevo působením těchto dřevokazných hub světlá, měkne, vytvářejí se v něm nápadné komůrky, a nakonec se drobí. Nikdy se ale kostkovitě netrhá. Vzhledem k bílému zbarvení dřeva je napadení ligninovorními houbami označováno jako bílá hniloba.

Mezi zástupce patří např. outkovka pestrá a klanolístka obecná.



Obrázek 33 – Bílá hniloba dřeva

Bednění střechy, zejména v okolí vikýřů, pokrývají bílé mapy, které způsobují dřevokazné houby (Obrázek 33). Toto zbarvení je patrné pouze na strmých částech střechy, tedy pod eternitovou krytinou. Bednění pod falcovaným plechem se zdá být na pohled v pořádku.

4.1.3. Dřevokazný hmyz

V našich klimatických podmínkách jsou pro zabudované dřevo a dřevěné konstrukce nejnebezpečnější zejména tesařici a červotoči. Všichni zástupci žijí ve starém suchém dřevě a živí se škrobem a celulózu. Dřevo již napadené například dřevokaznými houbami je pro hmyz snadněji stravitelné. Nikdy nenapadají dřevo čerstvé nebo dobře proschlé na vzduchu. Dřevo napadené tesaříkem nebo červotočem poznáme podle výletových otvorů. Výletové otvory červotoče jsou kulaté v průměru okolo 1,5 mm, zatímco otvory od tesaříka mohou být oválné a široké až 1 cm.

Na části odebrané pozednice (Obrázek 34) jsou viditelné dva druhy výletových otvorů. Malé otvory jsou typické pro červotoče a větší otvory pro tesaříka. Napadené dřevo se nacházelo mimo oblast poškozených střešních šablon, což potvrzuje, že zástupci žijí ve starém, suchém dřevě. Vzorek podlahy (Obrázek 35) byl odebrán nedaleko pozednice. Velikost chodeb ve dřevě a veliké množství požeru potvrzuje výskyt tesaříka. Bližší určení druhu tesaříka by bylo možné podle dospělého jedince (Obrázek 36) [5,6,7].



Obrázek 34 – Výletové otvory tesaříka a červotoče



Obrázek 35 – Část podlahy napadená tesaříkem



Obrázek 36 – Dospělý jedinec tesařika

4.1.4. Plísně

Objekt je dlouhodobě nevytápěn, většina oken je rozbitých nebo otevřených, což má za následek zvýšenou vlhkost uvnitř objektu a ideální podmínky pro růst plísní. V některých bytech jsou zdi zcela zčernalé. Mnohdy je to následkem požáru, který vilu postihl, ale v některých případech se jedná o plíseň (Obrázek 37).

Plísně byly odebrány sterilními odběrovými vatovými tampony na plastové tyčince. V laboratoři byly plísně naneseny do Petriho misek obsahující živnou půdu s agarem. Agar je přírodní polysacharid, používá se jako základ kultivačních médií, do kterého se přidávají živiny. Vzorky byly uloženy do termostatu, který udržuje stálou teplotu pro rychlý růst plísní. Odběrová místa plísní jsou označena v půdorysech objektu.

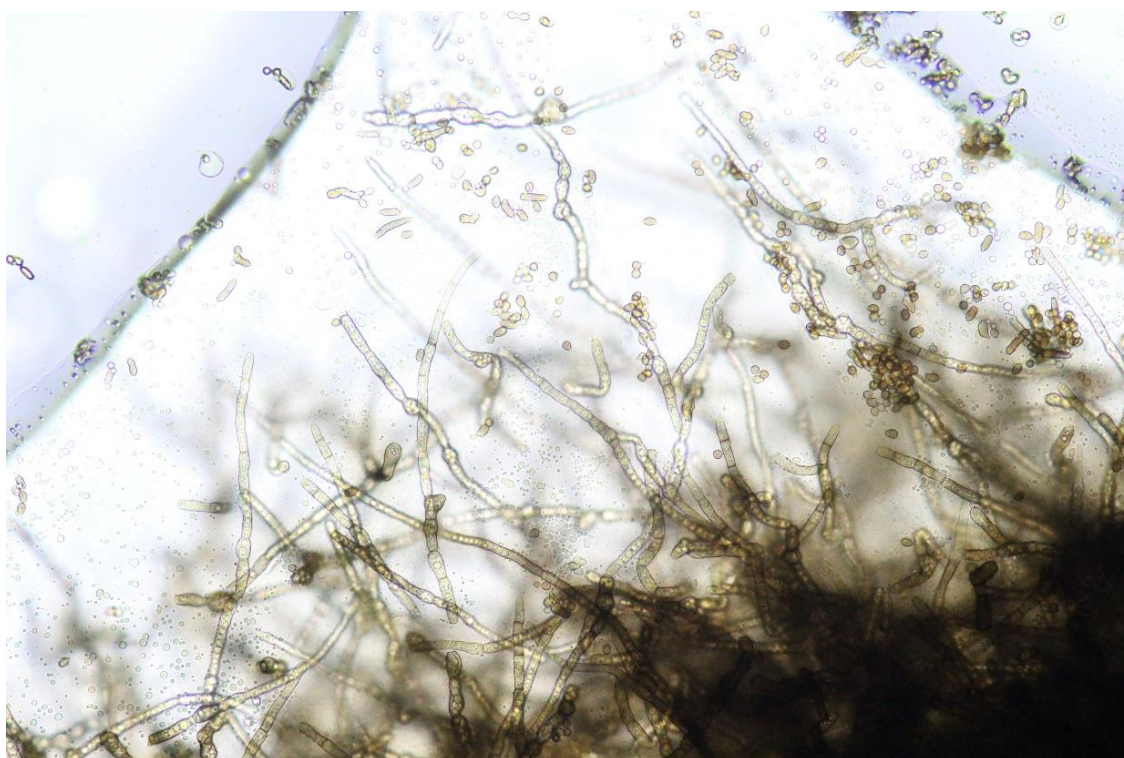


Obrázek 37 – Zdi kuchyně napadené plísní

Po týdnu v termostatu již byly plísně dostatečně narostlé (Obrázek 38). Ze vzorku odebraného ve sklepě žádná plíseň nenarostla. Na Petriho misce se objevily pouze bakterie, jejichž určení nemá pro naše účely význam, a proto se dále budeme zabývat jen zbylými čtyřmi vzorky. Pomocí preparačních jehel, byly části plísní přeneseny do kapky destilované vody na podložní sklíčko. Preparát se přikryl krycím sklíčkem a mohl být vložen do mikroskopu. Výsledky z mikroskopu nebyly uspokojivé. Plísně byly patrně přerostlé nebo poškozené preparačními jehlami. Došlo k rozpadu rozpoznávacích znaků a nebylo možné určit, o jakou plíseň se jedná (Obrázek 39).



Obrázek 38 – Plísňe narostlé v termostatu



Obrázek 39 – Plíseň bez rozpoznávacích znaků

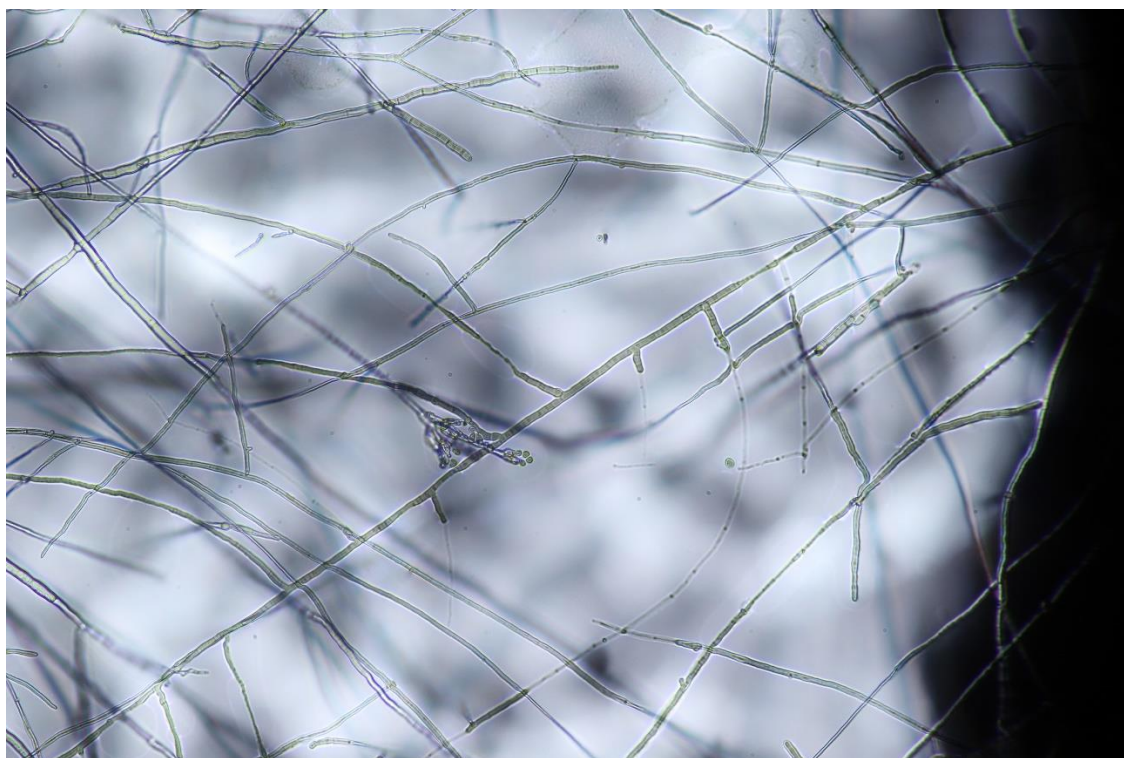
Aby nedošlo k poškození plísně, byla pro jejich identifikaci použita přesnější metoda, tzv. visuté kapky. Jedná se o metodu, kdy je na podložní sklíčko kápnuta živná půda s agarem. Pomocí preparačních jehel je do agaru umístěna část plísně, která se přikryje sklíčkem krycím. Takto připravený preparát je znovu vložen do termostatu. Plíseň nám zhruba po týdnu opět naroste a poté můžeme vzorek vložit rovnou do mikroskopu, takže nemůže dojít k jeho poškození preparačními jehlami.

Metoda visuté kapky přinesla očekávané výsledky. Pouze u jednoho vzorku se stále nedalo s jistotou určit, o jakou plíseň se jedná. Ostatní preparáty byly s jistotou určeny jako plíseň rodu *Cladosporium*. Na fotografii pořízené z mikroskopu (Obrázek 40) jsou vidět typické morfologické struktury mycelia. Tato plíseň tvoří plstnaté kolonie šedo až tmavě zelené barvy. *Cladosporium* patří mezi nejčastější venkovní i vnitřní plísně. Může růst na povrchu, kde je přítomna vlhkost, nebo dokonce parazituje na houbách. Většina druhů má velmi křehké řetězcy spor, a proto je velmi obtížné připravit preparát pro mikroskopické pozorování. Zástupci této plísně jsou výjimečně patogenní pro člověka, ale ve velikém množství mohou způsobit vážné problémy lidem s astmatem a jinými respiračními chorobami [8].



Obrázek 40 – *Cladosporium* sp.

Poslední vzorek se ani s použitím metody visuté kapky stále nedařilo identifikovat. Pod mikroskopem se zdála plíseň málo narostlá, mohlo z ní vyrůst prakticky cokoliv. Pro urychlení růstu byla znovu provedena metoda visuté kapky, tentokrát však s živnou půdou s výtažkem z brambory. Tímto experimentem bylo plísni poskytnuto jiné živné médium. Preparát s plísni odebrané na pozednici byl opět vložen do termostatu a po týdnu prozkoumán. Volba jiné kultivační půdy se ukázala jako dobré řešení. Ze vzorku bylo však patrné, že se jedná o směs více plísňí či hub. Identifikována byla plíseň rodu *Scopulariopsis* (Obrázek 41). Jedná se plíseň běžně se vyskytující v půdě, na rozkládajícím se dřevě a potravinách. Typický pro tento druh plísni je amoniakový zápach doprovázející rozklad dřeva. Jako příležitostný patogen může způsobovat onemocnění živočichů včetně člověka, u kterého je možným původcem onemocnění nehtů či pokožky [9].



Obrázek 41 – *Scopulariopsis* sp.

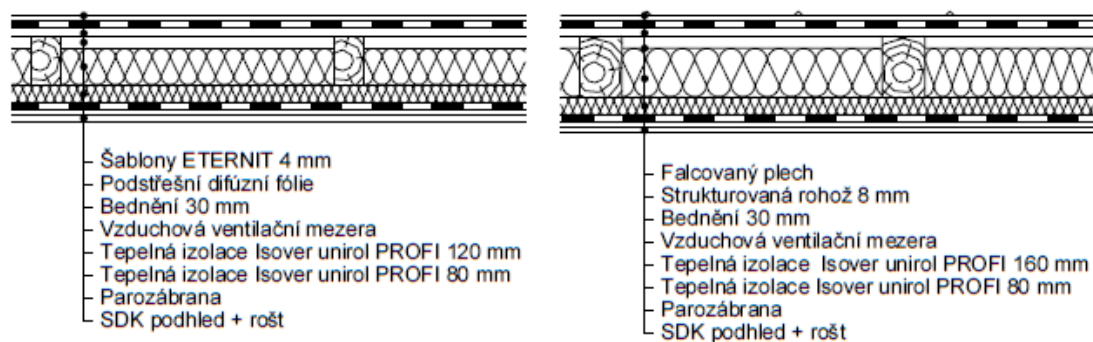
4.2. Střecha

Z celého objektu je střecha v nejhorším stavu. Poruchy krytiny zapříčiňují značné zatékání do konstrukce krovu, což má za následek pokročilou degradaci především dřevěných prvků v celém objektu. Pro záchranu budovy je oprava střechy nejdůležitějším bodem a měla by být provedena co nejdříve.

4.2.1. Krytina

Azbestocementové šablony na strmé části budou šetrně odstraněny a zlikvidovány jako nebezpečný odpad. Odstraněno bude i poškozené bednění, které bude nahrazeno novým, chemicky ošetřeným proti biologickým škůdcům. Bednění bude potaženo podstřešní difúzní folií, která slouží jako pojistná hydroizolace. Navrch přijde pokládka nových vláknocementových šablon.

Vrchní část mansardové střechy bude také opatřena novým bedněním. Nejprve však budou umístěny trámové výměny pro osazení nových světlíků a výlezu na střechu. Na bednění bude umístěna strukturovaná rohož, která zajišťuje permanentní proudění vzduchu pod plechovou krytinou a tlumí hluk deště (Obrázek 42).



Obrázek 42 – Nové skladby střechy

4.2.2. Krov

Kritický stav krovu souvisí se špatným stavem střešní krytiny. Jak již bylo zmíněno dříve, na strmých částech krovu se nachází velmi poškozená azbestová krytina. Značným zatékáním do konstrukce je krov v havarijním stavu. V nejhrošším stavu se pravděpodobně nachází pozednice. Nejvíce poškozená je pod malými vikýři, ale po celém obvodu nenajdeme místo, kde by bylo možné ji zachovat. Ze vzorků, které byly zpracovány v laboratoři bylo zjištěno, že její vlhkost je stejná, jako by byla trvale uložena ve vodě. Kromě vysoké vlhkosti je napadena dřevokaznými houbami i dřevokazným hmyzem. Na mnoha místech došlo k jejímu úplnému rozpadu a rozkladu (Obrázek 43, 44). Se špatným stavem pozednice souvisí špatný stav krokví, které jsou na ni uloženy. Díky přímému kontaktu s degradovanou pozednicí degraduje stejným způsobem i zhlaví krokve. Obdobně tomu bude i v kontaktu krokví s bedněním napadeným bílou hnilobou.



Obrázek 43 – Rozpadající se pozednice



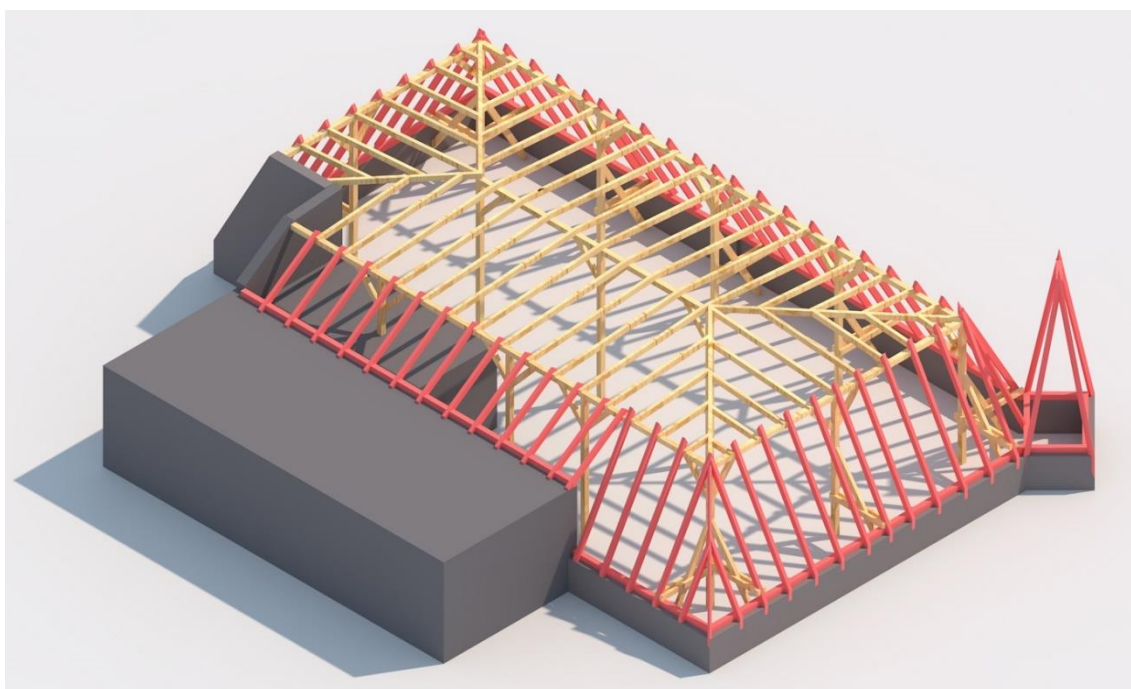
Obrázek 44 – Degradující pozednice a krokev

Pozednice bude vyměněna po celém obvodu objektu a stejně tak krokve na ní uložené (Obrázek 45). Jelikož se nejedná o památkově chráněnou budovu, není důvod přistupovat k protézování nebo k částečné výměně krokví. Toto řešení by bylo neekonomické a velmi pracné. Současně s výměnou krokví proběhne i výměna námětků. Ačkoli vidíme z námětku jen velmi malou část, dá se předpokládat jeho značná degradace.

Výměna pozednice, krokví a bednění proběhne po částech. Středové sloupky budou podepřeny vzpěrami, aby nedocházelo k nežádoucím deformacím krovu. Po odstranění pozednice bude plnými cihlami lokálně vyspravena poškozená podezdívka. Z podezdívky bude odstraněna současná omítka, cihelné zdivo bude očištěno a následně

penetrováno. Nová pozednice bude kotvena pásovinou k vazným trámům. Návrh nových krokví a posudek stávajících krokví v horní části krovu je součástí přílohy.

Současný stav dřevěných prvků věžičky z důvodu její špatné dostupnosti není znám. Z exteriéru vypadají šablony na věžičce celistvě a žádné nechybí. Její součástí je však malý vikýř a přihlédneme-li ke stavu krovu v okolí ostatní vikýřů, dá se předpokládat, že i zde bude docházet k značnému zatékání a degradaci krovu. Věžička bude tedy také provedena z nových prvků a bude zachován její současný tvar.



Obrázek 45 – Model krovu s vyznačenými prvky pro výměnu

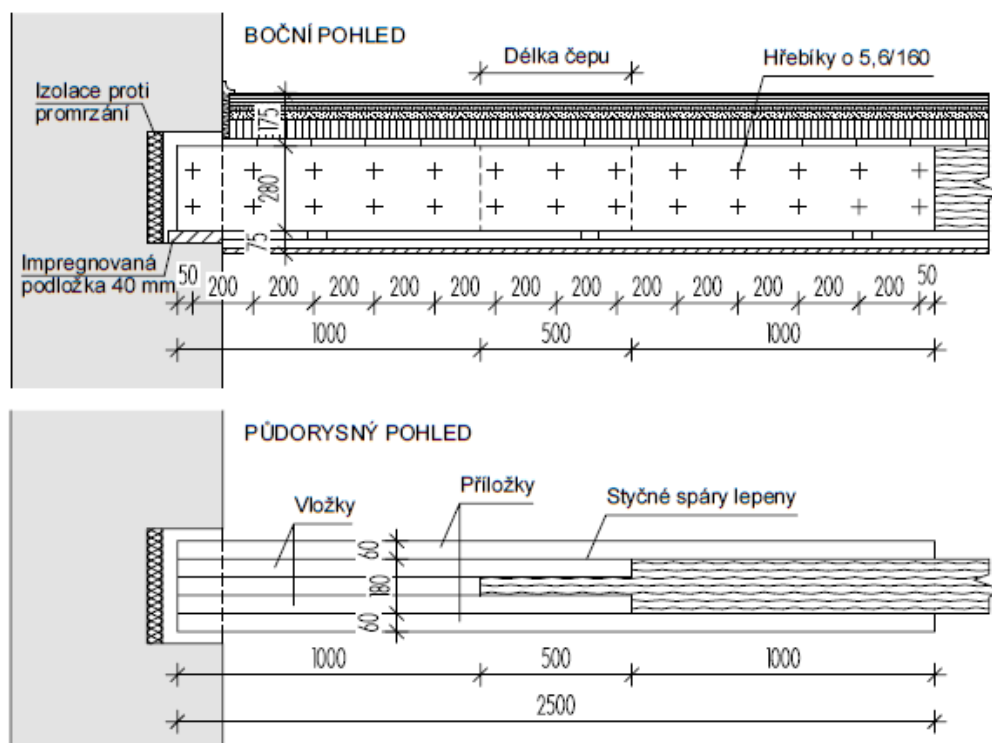
4.3. Vodorovné konstrukce

V objektu se nachází dva typy vodorovných konstrukcí. Podzemní podlaží je zastropeno cihelnými klenbami do traverz, které jsou ve velmi dobrém stavu. Na klenbách se neobjevují žádné trhliny, které by poukazovaly na přetížení klenby nebo posun jedné z podpor. Jelikož uvažujeme, že po rekonstrukci bude budova opět využívána k bydlení, nedojde k radikálnímu zvětšení zatížení a klenby by měly bez problémů vydržet. Z kleneb bude odstraněna současná omítka, cihly budou očištěny a omítnuty novou, vápennou omítkou.

4.3.1. Dřevěné trámové stropy

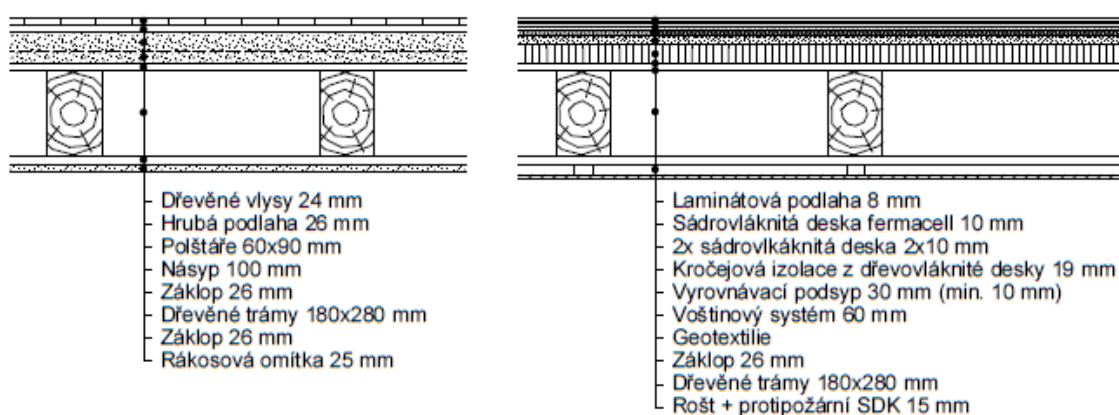
Druhým typem vodorovných konstrukcí jsou dřevěné trámové stropy, které se nacházejí ve zbývajících podlažích. V druhém nadzemním podlaží již došlo k propadu stropní konstrukce vlivem promáčení od značného zatékání. Vysoká vlhkost způsobila změnu mechanických vlastností dřevěných trámů, ve spojení s napadením dřevokaznými činiteli dochází k prohýbání stropních trámů a v krajním případě i k destrukci.

Nejspolehlivější ochranou dřeva proti působení dřevokazných činitelů, je preventivní ochrana proti jejich vzniku a především ochrana proti zvýšené vlhkosti. Během rekonstrukce bude odstraněn záklop trámů s rákosovou omítkou i současná skladba podlahy. Po odhalení trámů bude moct být zhodnocen jejich přesný stav a bude proveden podrobný mykologický průzkum. Poškozené zhlaví trámů, bude odstraněno minimálně 0,5 m od viditelné nákazy a zdravé dřevo i zdivo bude chemicky ošetřeno. Sanace narušeného zhlaví trámů bude provedena dřevěnými příložkami (Obrázek 46), popřípadě při rozsáhlém napadení, bude trám nahrazen novým [10].



Obrázek 46 – Schéma sanace narušeného zhlaví stropních trámů

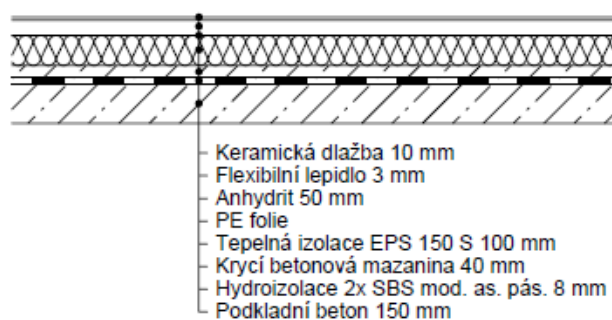
Současná skladba podlahy bude nahrazena novou. Při rekonstrukci trámových stropů může být původní násyp ponechán, pokud je suchý, soudržný a nedrobí se. Vzhledem k výměně zhlaví trámů a propadu promáčeného násypu do nižšího patra, nemůže být uvažováno o jeho zachování. Nová skladba podlahy odpovídá svou výškou i zatížením původní podlaže a splňuje akustické hodnoty udávané normou (Obrázek 47). Případné nerovnosti od dotvarovaných stropních trámů budou srovnány v rámci nového sádkartonového podhledu.



Obrázek 47 – Původní (vlevo) a nová skladba podlahy (vpravo) na trámovém stropu

4.3.2. Podlaha v suterénu

Podlahu v suterénu tvoří velkoformátová kamenná dlažba, která je narušena vzlínající zemní vlhkostí. V celém suterénu bude odstraněna dlažba, včetně rampy vedoucí na přiléhající pozemky, a nahrazena novou (Obrázek 48). Podlaha bude odstraněna až na stávající základy, kde bude provedena nová podkladní deska. Na desku bude umístěna hydroizolace z modifikovaných asfaltových pásů s izolací proti radonu, která bude překryta ochrannou vrstvou z betonové mazaniny. Následovat bude tepelná izolace z extrudovaného polystyrenu, ochranná PE fólie, anhydritová stěrka a keramická dlažba lepená flexibilním lepidlem. Po odstranění rampy bude snížen práh dveří vedoucí na pozemky a upraven venkovní terén tak, aby byl umožněn bezbariérový vstup do objektu.



Obrázek 48 – Nová skladba podlahy v suterénu

4.4. Svislé konstrukce

Svislé konstrukce jsou ve velmi dobrém stavu. Na obvodovém zdivu nejsou patrné žádné trhliny, které by naznačovaly statickou poruchu, a to i navzdory špatnému stavu opěrné zdi, která se nachází na jižní straně budovy.

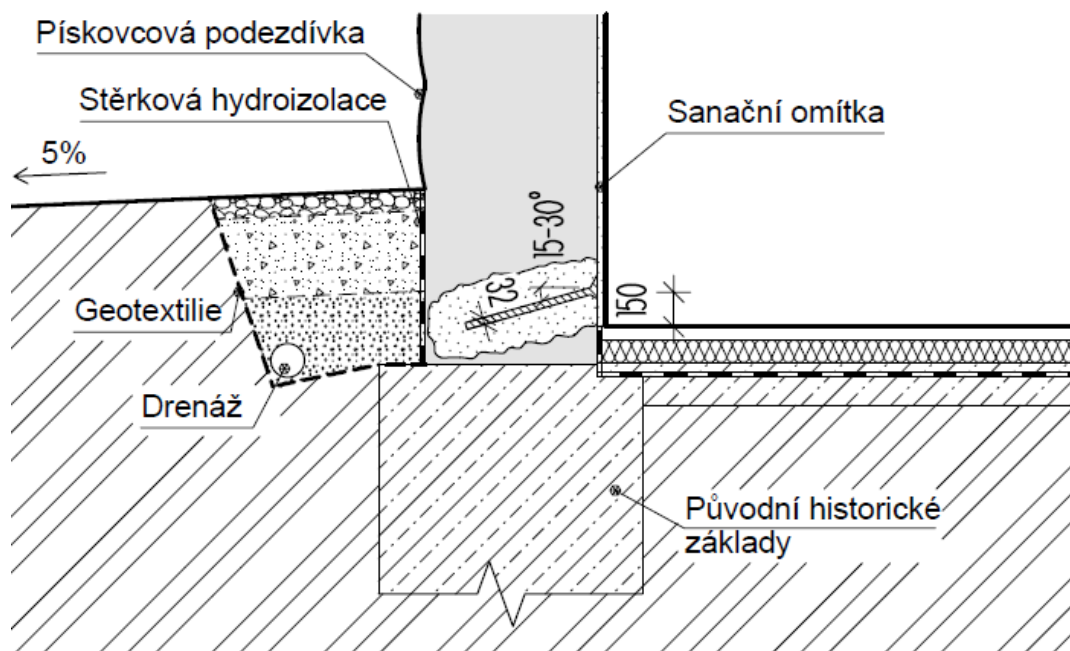
4.4.1. Obvodové zdivo

Zkoušky vlhkosti, které byly v suterénu provedeny, prokázaly, že stěny mají velmi nízký a nízký obsah vlhkosti. Jak už bylo napsáno v kapitole dříve, vzorky byly odebrány na povrchu zdiva, nikoliv z jeho jádra, kde může být vlhkost daleko vyšší. Součástí návrhu rekonstrukce zdiva je proto sanační metoda chemickou infuzní clonou proti zvýšené vlhkosti. Podstatou této metody je napuštění pórového systému zdiva infuzní látkou, která neumožňuje transport vlhkosti. Infuzní prostředky se mohou používat pro všechny druhy zděných konstrukcí z cihel a přírodního kamene. Existuje mnoho způsobů, jak tuto sanační metodu provést, důležitý je výběr vhodného injektážního prostředku a technologie v závislosti na vlastnostech ošetřovaného zdiva [10].

Při nízké vlhkosti zdiva můžeme použít prostředky na bázi vodných roztoků. Vrtý budou prováděny z vnitřní strany konstrukce asi 150 mm na podlahou, pod úhlem 15–30°. Vzdálené od sebe budou 125 mm, jejich přesné polohy jsou zakresleny ve výkresové dokumentaci. Venkovní stěna bude opatřena hydrofobizačním impregnačním nátěrem, který bude ukončen zhruba 2 cm pod kačirkem (Obrázek 49).

Venkovní zdobená fasáda bude restaurována a obnovena v co nejvěrnější původní podobě tak, aby si budova zachovala svůj historický vzhled. Na výsledném výrazu objektu má značný podíl i jeho barevnost, která by měla odpovídat dobovému

architektonickému řešení. Vzorky barevnosti budou provedeny na fasádě a poté bude vybrána nejvhodnější, která se objeví na celém objektu.



Obrázek 49 – Provedení chemické infuze z vnitřní strany

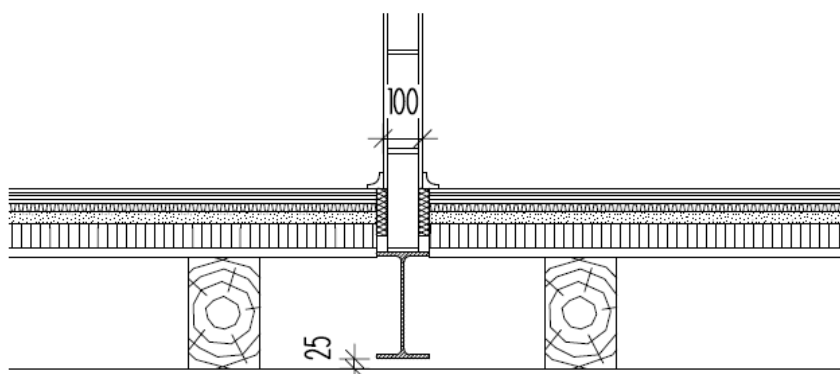
4.4.2. Vnitřní zdivo

Trhliny objevující se na příčkách vnitřního zdiva nejčastěji kopírují obrysy zazděných otvorů. Po odstranění omítek a tapet bude zjištěno, čím byly původní otvory zazděny. Nejspíše se jedná pouze o desky, které nejsou soudržné s okolním materiálem, a proto dochází ke vzniku trhlin. Desky budou odstraněny a otvory budou zazděny z plných cihel.

Omítky budou odstraněny v celém objektu nejen kvůli četnému napadení plísněmi, ale také proto, aby mohla být provedena kontrola zdiva, jestli není napadeno dalšími biotickými činiteli.

Nové příčky jsou ve většině případů vyzděny ve stejném místě, jako příčky původní. V případě nových příček bude zkontrolována jejich poloha vzhledem k rozmístění trámů ve stropní konstrukci a jejich poloha bude upravena nebo bude do stropní konstrukce vložen nový prvek z válcované oceli, na který bude příčka vyzděna

(Obrázek 50). Vyzděná příčka bude v horní části kotvena pásovinou k dřevěnému trámu. Nové příčky v podkroví budou lehké, sádkartonové.



Obrázek 50 – Založení příčky na ocelovém profilu

4.5. Ostatní konstrukce a zařízení

Nedílnou součástí rekonstrukce bude kompletně nové zhotovení veškerých rozvodů a instalací. Bude prověřen současný stav přípojek, které budou v případě špatného stavu nahrazeny novými, odpovídajícími současným normám a požadavkům. V každém bytě bude osazen plynový kotel pro vytápění i ohřev teplé vody. Zkontrolován bude stav komínů, které budou nově vyvločkovány, části nad střechou vyspraveny a opatřeny stříškou proti zatékání.

Odstraněna budou současná okna, která budou nahrazena novými dřevěnými, nejlépe kyslíkovými, se stejným členěním jako okna původní. Dveře v bytech budou repasovány včetně dřevěných zárubní, nové dveře budou dřevěné se stejným dekorem jako ty původní. Zachovány budou i velké posuvné dveře mezi obytnými místnostmi. Vstupní dveře do bytů budou nové, bezpečnostní s požadovanou požární odolností.

Na fasádě bude nově provedeno veškeré oplechování, okapové žlaby i svody, které budou napojeny na dešťovou kanalizaci. Nově bude provedena i soustava hromosvodu, jeho svedení a uzemnění.

Přístupová cesta z hlavní silnice bude nově vydlážděna. Nově vybudována bude přístupová cesta a schodiště z parkoviště na jižní straně objektu, kde bude nejprve opravena opěrná zeď. Kované oplocení objektu, zábradlí na schodištích nebo plůtky na oknech budou restaurovány a zachovány v původní podobě. Přilehlé zahrady budou zbaveny náletového porostu a revitalizovány.

5. Závěr

Hornychova vila je ve velmi špatném technickém stavu, způsobeném především vlivem zatékání do konstrukce krovu. Zvýšená vlhkost napomáhá rozvoji dřevokazných hub a plísní, které se v krovu nacházejí ve velikém množství. Nejzávažnější hrozbou je výskyt dřevomorky, kterou může být napaden celý objekt, a její úplné odstranění je velice složité. Postupnou degradací krovu již došlo k propadu stropních konstrukcí, čímž dochází k zatékání do dalších pater a postupující degradaci celé konstrukce.

Pro záchranu objektu je nutná co nejrychlejší oprava střešní krytiny a konstrukce krovu. Některé prvky jsou v tak špatném stavu, že hrozí jejich kolaps, který by měl pro celou budovu fatální následky.

Tato práce se zabývá jen některými problémy, které by bylo potřeba vyřešit před plnohodnotným užíváním stavby. Navržené sanace mají za cíl především snížení vlhkosti v celém objektu a odstranění viditelně degradovaných dřevěných konstrukcí. Výsledné návrhy nevycházejí ze skutečného provedení stavby (např. skladba trámových stropů), ale pouze z domněnek, jak by mohla konstrukce vypadat s ohledem na dobu svého vzniku. K provedení komplexního stavebně technického průzkumu by bylo zapotřebí provedení několika sond a podrobný mykologický průzkum.

Doufám, že se Hornychova vila brzy dočká své opravy, aby tato krásná historická budova mohla být opět ozdobou města, a ne dalším chátrajícím objektem.

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Idealizovaná podoba továrny Ignác Horných a synové. V popředí rodinná rohová vila [1]	9
Obrázek 2 – Hornychova vila krátce po svém dokončení [4].....	11
Obrázek 3 – Plány přestavby domu z roku 1940	12
Obrázek 4 – Současný stav Hornychovy vily	13
Obrázek 5 – Jižní pohled na vilu a opěrnou zeď	14
Obrázek 6 – Pohled na poškozenou střešní krytinu	17
Obrázek 7 – Poškození stropní konstrukce nad schodištěm	17
Obrázek 8 – Vrchní část krovu mansardové střechy	18
Obrázek 9 – Poškozené pobití v okolí vikýře	19
Obrázek 10 – Provizorní podepření krokve a rozpad pozednice	19
Obrázek 11 – Napojení věžiček na soustavu hromosvodu	20
Obrázek 12 – Degradovaná korunní římsa a přerušný svod	21
Obrázek 13 – Zatékání do objektu z přerušného svodu	21
Obrázek 14 – Opadávající omítka nad špatně spádovanou římsou	21
Obrázek 15 – Podezdívka poškozená vlivem zatékání	22
Obrázek 16 – Zatékání do objektu trvale otevřeným oknem.....	23
Obrázek 17 – Plísně na zdivu v kuchyni 2. NP	24
Obrázek 18 – Tapeta poškozená trhlinou zdiva.....	25
Obrázek 19 – Trhlina na stěně v podkroví.....	25
Obrázek 20 – Koupelna v 1. NP	25
Obrázek 21 – Koupelna v 2. NP	25
Obrázek 22 – Špaletové okno	26
Obrázek 23 – Dvoukřídlé dveře	27
Obrázek 24 – Posuvné dveře do příčky	27
Obrázek 25 – Propadlý strop v 2. NP	29
Obrázek 26 - Opatření proti zatékání do nižších pater	29
Obrázek 27 – Schodiště ze suterénu do přízemí	31
Obrázek 28 – Centrální schodiště	31
Obrázek 29 – Přístupová cesta.....	33

Obrázek 30 – Opěrná zeď	33
Obrázek 31 – Vážení vzorků před sušením	36
Obrázek 32 – Kostkovitý rozpad dřeva	38
Obrázek 33 – Bílá hniloba dřeva	39
Obrázek 34 – Výletové otvory tesaříka a červotoče	40
Obrázek 35 – Část podlahy napadená tesaříkem	41
Obrázek 36 – Dospělý jedinec tesaříka.....	41
Obrázek 37 – Zdi kuchyně napadené plísní.....	42
Obrázek 38 – Plísně narostlé v termostatu.....	43
Obrázek 39 – Plíseň bez rozpoznávacích znaků	43
Obrázek 40 – Cladosporium sp.....	44
Obrázek 41 – Scopulariopsis sp.....	45
Obrázek 42 – Nové skladby střechy	46
Obrázek 43 – Rozpadající se pozednice	47
Obrázek 44 – Degradující pozednice a krokev	47
Obrázek 45 – Model krovu s vyznačenými prvky pro výměnu.....	48
Obrázek 46 – Schéma sanace narušeného zhlaví stropních trámů	49
Obrázek 47 – Původní a nová skladba podlahy na trámovém stropu.....	50
Obrázek 48 – Nová skladba podlahy v suterénu.....	51
Obrázek 49 – Provedení chemické infuze z vnitřní strany	52
Obrázek 50 – Založení příčky na ocelovém profilu	53

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Stanovení vlhkosti odebraných vzorků zdiva	36
Tabulka 2 – Stanovení vlhkosti odebraných vzorků dřeva	36
Tabulka 3 – Klasifikace obsahu vlhkosti zdiva	37
Tabulka 4 – Klasifikace obsahu vlhkosti dřeva používaná v praxi	37

Seznam příloh

Příloha 1 – Statický výpočet
Příloha 2 – Výkresová dokumentace
Příloha 3 – CD

Seznam literatury

- [1] Továrna firmy Ig. Horných a synové – Elitex: Lomnice nad Popelkou. *Lomnice nad Popelkou: Titulní stránka* [online]. Dostupné z: <http://www.lomnicenadpopelkou.cz/tovarna-firmy-ig-hornych-a-synove-elitex/d-8867>
- [2] Hornychova vila: Lomnice nad Popelkou. *Lomnice nad Popelkou: Titulní stránka* [online]. Dostupné z: <http://www.lomnicenadpopelkou.cz/hornychova-vila/d-8866>
- [3] Autor neznámý. *Hornychova vila krátce po svém dokončení*. Soukromý archiv Jaroslava Kordíka, Lomnice nad Popelkou.
- [4] ČSN P 73 0610. *Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [5] BAIER, Jiří a Zdeněk TÝN. *Ochrana dřeva*. 5., přeprac. a dopl. vyd., V Gradě 3., přeprac. vyd. Praha: Grada, 2004, 111 s., [4] s. barev. obr. příl. Profi. ISBN 80-247-9000-9.
- [6] BAIER, Jiří a Zdeněk TÝN. *Sanace dřevěných konstrukcí a staveb 2009: 2*. odborný seminář: sborník odborných příspěvků. 5., přeprac. a dopl. vyd., V Gradě 3., přeprac. vyd. Praha: Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky – WTA CZ, 2009, 97 s. Profi. ISBN 978-80-02-02175-9.
- [7] PASERIN, Vladimír. *Ochrana drevených konštrukcií*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1983, 176 s.
- [8] Cladosporium – Wikipedia. [online]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cladosporium>
- [9] *Scopulariopsis brevicaulis*, teleomorfa *Microascus brevicaulis*. [online]. Dostupné z: <http://old.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/ostatni/miniatlas/sco.htm>
- [10] WITZANY, Jiří. *PDR – poruchy, degradace a rekonstrukce*. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04488-9.
-

Příloha 1 – Statický výpočet

1. Použité normy

Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíhy a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-4: Obecná zatížení – zatížení větrem

Dřevěné konstrukce – navrhování, provádění

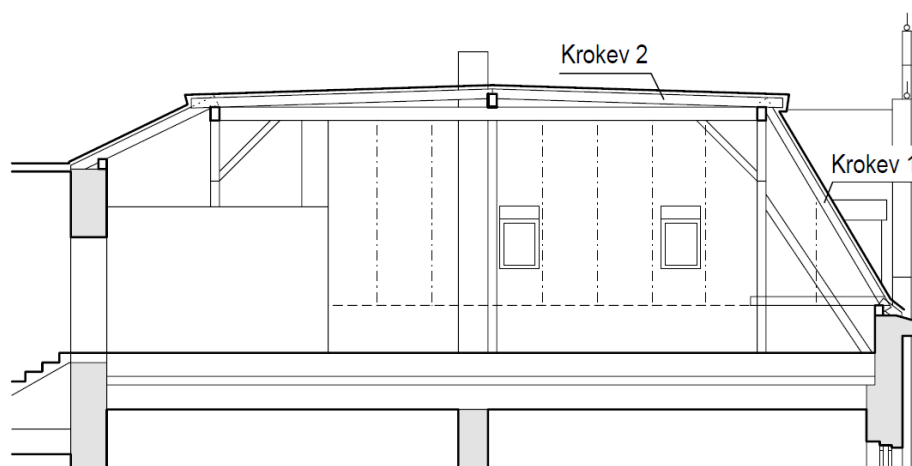
ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 14081-1 Dřevěné konstrukce – Konstrukční dřevo obdélníkového průřezu tříděné podle pevnosti – Část 1: Obecné požadavky

ČSN EN 338 Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti

ČSN EN 384 Konstrukční dřevo – Stanovení charakteristických hodnot mechanických vlastností a hustoty

2. Posuzované prvky



3. Zatížení

Stálé

Skladba střechy	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Vláknocementové šablony ETERNIT	0,153	1,35	0,207
Pojistná hydroizolace Dörken delta TREL A			
Dřevěné bednění 30 mm	0,126		0,170
Isover unirol PROFI 120 mm	0,025		0,034
Isover unirol PROFI 80 mm	0,017		0,023
Parozábrana Dörken delta fol REFLEX PLUS			
SDK podhled	0,100		0,135
Celkem	0,421		0,568

Proměnné

Zatížení sněhem

Město: Lomnice nad Popelkou

Sněhová oblast: V. → $s_k = 2,5$ kPa

Sklon střechy: $\alpha = 60^\circ$ → $\mu = 0$

$\alpha = 8^\circ$ → $\mu = 0,8$

Součinitel expozice: $C_e = 1$

Tepelný součinitel: $C_t = 1$

Zatížení sněhem:

$$\alpha = 60^\circ \rightarrow s = s_k \cdot \mu \cdot C_e \cdot C_t = 2,5 \cdot 0 \cdot 1 \cdot 1 = 0 \text{ kNm}^{-2}$$

$$\alpha = 8^\circ \rightarrow s = s_k \cdot \mu \cdot C_e \cdot C_t = 2,5 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 2 \text{ kNm}^{-2}$$

Zatížení větrem

Větrná oblast: III. → $v_{b,0} = 27,5$ ms⁻¹

Kategorie terénu: III. → $z_0 = 0,3$ m

$$z_{\min} = 5,0 \text{ m}$$

$$z_{0,II} = 0,005 \text{ m}$$

Součinitel směru větru: $c_{dir} = 1$

Součinitel ročního období: $c_{season} = 1$

Součinitel orografie: $c_0 = 1,0$

Součinitel turbulence: $k_1 = 1,0$

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 27,5 = 27,5 \text{ ms}^{-1}$$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti terénu:

$$c_{r(z)} = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{14}{0,3}\right) = 0,828$$

Součinitel expozice:

$$c_{e(z)} = \left(1 + 7 \cdot \frac{k_1}{c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}\right) \cdot (c_0 \cdot c_{r(z)})^2 = \left(1 + 7 \cdot \frac{1,0}{1 \cdot \ln\left(\frac{14}{0,3}\right)}\right) \cdot (1,0 \cdot 0,828)^2 = 1,93$$

Střední rychlost větru:

$$v_{m(z)} = c_{r(z)} \cdot c_0 \cdot v_b = 0,828 \cdot 1,0 \cdot 27,5 \text{ ms}^{-1}$$

Maximální dynamický tlak větru:

$$q_{p(z)} = c_{e(z)} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{m(z)}^2 = 1,93 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 = 626,06 \text{ Nm}^{-2}$$

Vítr příčný:

Krokov 1 $\alpha = 60^\circ$

Oblast: F $\rightarrow c_{pe,10} = -0,7$

G $\rightarrow c_{pe,10} = -0,7$

$$w_{e(F)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe,10(F)} = 626,06 \cdot (-0,7) = -438,24 \text{ Nm}^{-2}$$

$$w_{e(G)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe,10(G)} = 626,06 \cdot (-0,7) = -438,24 \text{ Nm}^{-2}$$

Krokov 2 $\alpha = 8^\circ$

Oblast: H $\rightarrow c_{pe,10} = -0,6$

J $\rightarrow c_{pe,10} = -0,6$

$$w_{e(F)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe,10(F)} = 626,06 \cdot (-0,6) = -375,64 \text{ Nm}^{-2}$$

$$w_{e(G)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe,10(G)} = 626,06 \cdot (-0,6) = -375,64 \text{ Nm}^{-2}$$

Zatížení užité

Údržba střechy: $q_k = 0,75 \text{ kNm}^{-2}$

Kombinace:

$$1,35 \cdot \sum g_k + 1,5 \cdot \text{vítr} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{sníh} \quad (1)$$

$$1,35 \cdot \sum g_k + 1,5 \cdot \text{sníh} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{vítr} \quad (2)$$

$$1,35 \cdot \sum g_k + 1,5 \cdot \text{užitné} + 1,5 \cdot (0,6 \cdot \text{vítr} + 0,5 \cdot \text{sníh}) \quad (3)$$

$$1,35 \cdot \sum g_k + 1,5 \cdot \text{vítr} \quad (4)$$

$$1,35 \cdot \sum g_k + 1,5 \cdot \text{sníh} \quad (5)$$

4. Návrh a posouzení krokve 1

Průřezové charakteristiky

$$h = 160 \text{ mm}$$

$$b = 100 \text{ mm}$$

$$A = 0,016 \text{ m}^2$$

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 0,1 \cdot 0,16^2 = 4,267 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

Zatěžovací šířka: $l_v = 1000 \text{ mm}$

Délka krokve: $l = 3500 \text{ mm}$

Třída zatížení: Krátkodobé zatížení

Třída provozu: 1

Modifikační součinitel: $k_{\text{mod}} = 0,9$

Materiálové charakteristiky

Třída pevnosti: C24

Pevnost v ohybu: $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$

Pevnost ve smyku: $f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}$

Modul pružnosti: $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$

$$E_{0,05} = 7,4 \text{ GPa}$$

Průměrná hustota: $\rho_{mean} = 420 \text{ kgm}^{-3}$

Vstupní parametry (software SCIA Engineer 16.1)

Maximální moment: $M_{y,d} = 2,12 \text{ kNm}$ kombinace (3)

Posouvající síla: $V_{z,d} = 2,39 \text{ kN}$

Výpočet napětí

Návrhové napětí v ohybu:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{2,12 \cdot 10^{-3}}{4,267 \cdot 10^{-4}} = 5,0 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost v ohybu:

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0,9 \cdot 24}{1,3} = 16,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} < f_{m,d} \rightarrow \text{průřez vyhovuje}$$

Smykové napětí

Návrhová pevnost ve smyku:

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,9 \cdot 4,0}{1,3} = 2,77 \text{ MPa}$$

Účinná šířka průřezu:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b$$

$$k_{cr} = 0,67$$

Smyk:

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{z,d}}{2 \cdot A_{ef}} = \frac{3 \cdot 2,39 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,67 \cdot 0,1 \cdot 0,16} = 0,33 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} < f_{v,d} \rightarrow \text{průřez vyhovuje}$$

Vliv torzní stability

Kritické napětí v ohybu:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{E_{0,05} \cdot 0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} = \frac{7,4 \cdot 10^3 \cdot 0,78 \cdot 0,1^2}{0,16 \cdot 3,5} = 103,1 \text{ MPa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,y,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{103,1}} = 0,48$$

Součinitel pro redukci pevnosti v ohybu:

$$\lambda_{rel,m} = 0,48 \leq 0,75 \rightarrow k_{crit} = 1,0$$

Příčná a torzní stabilita zajištěna bedněním $\rightarrow k_{crit} = 1,0$

Posouzení

$$s_1 = \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = \frac{5,0}{1,0 \cdot 16,6} + 0,7 \cdot \frac{0}{16,6} = 30,12\%$$

$$s_2 = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = 0,7 \cdot \frac{5,0}{1,0 \cdot 16,6} + \frac{0}{16,6} = 21,08\%$$

$$s = \max(s_1; s_2) = \max(30,12; 21,08) = 30,12\% \quad \rightarrow \text{průřez vyhovuje}$$

Posouzení průhybu

Průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení: $q_{ref} = 1,0 \text{ kNm}$

$$w_{ref} = \frac{5 \cdot q_{ref} \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 1,0 \cdot 3500^4 \cdot 12}{384 \cdot 11000 \cdot 100 \cdot 160^3} = 5,2 \text{ mm}$$

Průhyb od stálého zatížení:

$$w_{1,inst} = g_k \cdot w_{ref} = 0,421 \cdot 5,2 = 2,2 \text{ mm}$$

Průhyb od užitého zatížení:

$$w_{2,inst} = q_k \cdot w_{ref} = 0,75 \cdot 5,2 = 3,9 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 2,2 + 3,9 = 6,1 \text{ mm} < \frac{l}{300} = \frac{3500}{300} = 11,7 \text{ mm}$$

Konečný průhyb:

$$w_{net,fin} = w_{1,inst} \cdot (1 + k_{1,def}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{2,def})$$

$$w_{net,fin} = 2,2 \cdot (1 + 0,6) + 3,9 \cdot (1 + 0) = 7,42 \text{ mm} < \frac{l}{350} = \frac{3500}{350} = 10 \text{ mm}$$

\rightarrow průřez vyhovuje

5. Posouzení krokve 2

Průřezové charakteristiky

$$h = 200 \text{ mm}$$

$$b = 140 \text{ mm}$$

$$A = 0,032 \text{ m}^2$$

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 0,14 \cdot 0,2^2 = 9,333 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

Zatěžovací šířka: $l_v = 1000 \text{ mm}$

Délka krokve: $l = 4305 \text{ mm}$

Třída zatížení: Krátkodobé zatížení

Třída provozu: 1

Modifikační součinitel: $k_{\text{mod}} = 0,9$

Materiálové charakteristiky

Třída pevnosti: C24

Pevnost v ohybu: $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$

Pevnost ve smyku: $f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}$

Modul pružnosti: $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$

$$E_{0,05} = 7,4 \text{ GPa}$$

Průměrná hustota: $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kgm}^{-3}$

Vstupní parametry (software SCIA Engineer 16.1)

Maximální moment: $M_{y,d} = 9,39 \text{ kNm}$

kombinace (2)

Posouvající síla: $V_{z,d} = 8,73 \text{ kN}$

Výpočet napětí

Návrhové napětí v ohybu:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{9,39 \cdot 10^{-3}}{9,333 \cdot 10^{-4}} = 10,1 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost v ohybu:

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0,9 \cdot 24}{1,3} = 16,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} < f_{m,d} \rightarrow \text{průřez vyhovuje}$$

Smykové napětí

Návrhová pevnost ve smyku:

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,9 \cdot 4,0}{1,3} = 2,77 \text{ MPa}$$

Účinná šířka průřezu:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b$$

$$k_{cr} = 0,67$$

Smyk:

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{z,d}}{2 \cdot A_{ef}} = \frac{3 \cdot 28,73 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,67 \cdot 0,14 \cdot 0,2} = 0,70 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} < f_{v,d} \rightarrow \text{průřez vyhovuje}$$

Vliv torzní stability

Kritické napětí v ohybu:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{E_{0,05} \cdot 0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} = \frac{7,4 \cdot 10^3 \cdot 0,78 \cdot 0,14^2}{0,2 \cdot 4,305} = 131,40 \text{ MPa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,y,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{131,40}} = 0,42$$

Součinitel pro redukci pevnosti v ohybu:

$$\lambda_{rel,m} = 0,42 \leq 0,75 \rightarrow k_{crit} = 1,0$$

Příčná a torzní stabilita zajištěna bedněním $\rightarrow k_{crit} = 1,0$

Posouzení

$$s_1 = \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = \frac{10,1}{1,0 \cdot 16,6} + 0,7 \cdot \frac{0}{16,6} = 60,55\%$$

$$s_2 = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = 0,7 \cdot \frac{10,1}{1,0 \cdot 16,6} + \frac{0}{16,6} = 42,34\%$$

$$s = \max(s_1; s_2) = \max(60,55; 42,34) = 60,55\%$$

→ průřez vyhovuje

Posouzení průhybu

Průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení: $q_{ref} = 1,0 \text{ kNm}$

$$w_{ref} = \frac{5 \cdot q_{ref} \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 1,0 \cdot 4305^4 \cdot 12}{384 \cdot 11000 \cdot 140 \cdot 200^3} = 4,4 \text{ mm}$$

Průhyb od stálého zatížení:

$$w_{1,inst} = g_k \cdot w_{ref} = 0,421 \cdot 4,4 = 1,8 \text{ mm}$$

Průhyb od proměnného zatížení:

$$w_{2,inst} = q_k \cdot w_{ref} = 2 \cdot 4,4 = 8,8 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 1,8 + 8,8 = 10,6 \text{ mm} < \frac{l}{300} = \frac{4305}{300} = 14,4 \text{ mm}$$

Konečný průhyb:

$$w_{net,fin} = w_{1,inst} \cdot (1 + k_{1,def}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{2,def})$$

$$w_{net,fin} = 1,8 \cdot (1 + 0,6) + 8,8 \cdot (1 + 0) = 11,64 \text{ mm} < \frac{l}{350} = \frac{4305}{350} = 12,3 \text{ mm}$$

→ průřez vyhovuje