

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra konstrukcí pozemních staveb



NÁVRH REKONSTRUKCE ZÁMKU PRAVONÍN

Reconstruction proposal of the Pravonín chateau

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracovala: Bc. Tereza Königová

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Radek Zigler, Ph.D.

Praha, 2022

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Königová** Jméno: **Tereza** Osobní číslo: **468423**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra konstrukcí pozemních staveb**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Konstrukce pozemních staveb**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Návrh rekonstrukce zámku Pravonín

Název diplomové práce anglicky:

Reconstruction proposal of the Pravonín chateau

Pokyny pro vypracování:

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.

Seznam doporučené literatury:

1. Witzany, J. a kol: Sanace a rekonstrukce zděných budov I., Stavební informace, Praha 2005
2. Witzany, J. a kol: Sanace a rekonstrukce zděných budov – ochrana proti vlhkosti a radonu, Stavební informace, Praha 2006
3. Witzany, J. a kol: Rekonstrukce, poruchy a sanace betonových konstrukcí, Stavební informace, Praha 2004
4. Witzany, J., Čejka, T., Zigler, R.: Zděné valené klenbové konstrukce, Stavební ročenka 2006, Bratislava 2005
5. Witzany, J., Čejka, T., Zigler, R.: Stanovení zbytkové únosnosti existujících zděných konstrukcí, Stavební obzor 2008, roč. 17, č. 9, Praha 2008
6. Witzany, J., Čejka, T.: Výzkum fyzikálně mechanických vlastností porézních zdících prvků, Stavební obzor 2008, roč. 17, č. 10, Praha 2008

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: **22.09.2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **02.01.2022**

Platnost zadání diplomové práce: _____

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

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, 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.

23.9.2021
Datum převzetí zadání

Podpis studentky

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Tereza Königová

Název diplomové práce: Návrh rekonstrukce zámku Právošín

Základní část: Konstrukce pozemních staveb podíl: 100 %

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: 27.3.2021

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

2. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

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)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma „Návrh rekonstrukce zámku Pravonín“ vypracovala samostatně, za odborného vedení vedoucího práce Ing. Radka Ziglery, Ph.D. Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpala, jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci této práce.

V Praze dne 2. ledna 2022

.....

Bc. Tereza Königová

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala panu Ing. Radku Ziglerovi, Ph.D. za odborné rady, ochotu a trpělivost při konzultacích a zpracování této práce. Dále děkuji mé rodině, která mě podporovala po celou dobu studia. Také bych ráda poděkovala za zpřístupnění objektu a poskytnutí podkladů panu Ing. Tomáši Fürstovi, jednatelem firmy Thermogas Profibau s.r.o., která vlastní zámek. Mé díky patří i společnosti G4D s.r.o., která prováděla 3D laserové skenování objektu, za poskytnutí podkladů. V neposlední řadě bych ráda poděkovala paní Ing. Dagmar Primusové, která mi věnovala svůj čas a konzultovala se mnou návrhy sanačních opatření z hlediska památkové péče.

Anotace

Předmětem diplomové práce je vypracování zjednodušeného stavebně technického průzkumu zámku Pravonín, který spočívá v popisu stavebně technického stavu jednotlivých konstrukcí a v určení analýzy příčin poruch. Dále je vypracován rámcový návrh nutných sanačních opatření a je provedeno statické posouzení krovu. Textová část je doplněná výkresovou dokumentací stávajícího stavu s vyznačením veškerých poruch a výkresovou dokumentací nového stavu včetně návrhu sanačních opatření.

Klíčová slova

Rekonstrukce, sanace, obnova, zámek, památková ochrana, degradace, poruchy, vlhkost, trhлина, krov, zdivo

Annotation

The subject of the diploma thesis is the elaboration of a simplified construction and technical survey of the Pravonín chateau, which consists in the description of the construction and technical condition of individual structures and in the determination of the analysis of the causes of defects. Furthermore, a framework proposal of the necessary remediation measures is developed and a static assessment of the roof truss is performed. The text part is supplemented by drawing documentation of the current condition with an indication of all defects and drawing documentation of the new condition, including a proposal for remediation measures.

Keywords

Reconstruction, remediation, recovery, chateau, monument protection, degradation, defects, humidity, crack, roof truss, masonry

OBSAH

1 ÚVOD	9
2 ÚDAJE O STAVBĚ	10
2.1 Popis objektu.....	10
2.2 Umístění	11
2.3 Stavební vývoj objektu.....	12
3 POPIS STAVBY	14
3.1 Dispoziční řešení.....	14
3.2 Konstrukční řešení	15
3.1.1 Základy	15
3.1.2 Svislé konstrukce	15
3.1.3 Vodorovné konstrukce	15
3.1.4 Krov, střecha	16
3.1.5 Schodiště.....	18
3.1.6 Kompletační konstrukce	19
3.1.7 Ztužení objektu	20
4 POPIS PORUCH	21
4.1 Základy.....	21
4.2 Svislé konstrukce	21
4.3 Vodorovné konstrukce	24
4.4 Krov, střecha	26
4.5 Schodiště	26
4.6 Kompletační konstrukce.....	27
4.7 Ztužení objektu	28
5 ANALÝZA PORUCH	29
5.1 Základy.....	29
5.2 Svislé konstrukce	30
5.3 Vodorovné konstrukce	32
5.4 Krov, střecha	33
5.5 Schodiště	33
5.6 Kompletační konstrukce.....	33
5.7 Ztužení objektu	34

6 NÁVRH SANAČNÍCH OPATŘENÍ.....	35
6.1 Sanace základů.....	35
6.2 Sepnutí objektu	37
6.3 Sanace trhlin, oprava lokálně porušeného zdiva	39
6.4 Sanace zvýšené vlhkosti.....	40
6.5 Sanace vodorovných konstrukcí	44
6.6 Sanace schodiště	45
6.7 Sanace kompletačních konstrukcí	46
6.8 Obnovení přístavků	46
6.9 Sanace krovu a střechy.....	47
6.9.1 Posouzení krovu.....	50
7 ZÁVĚR.....	84
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	86
SEZNAM PŘÍLOH.....	88

1 ÚVOD

Cílem této diplomové práce je zpracování zjednodušeného stavebně technického průzkumu a vypracování rámcového návrhu sanačních opatření barokního zámku Pravonín, který je řadu let nevyužívaný, a dochází tak k jeho chátrání. Zámek se nachází ve velmi špatném stavebně technickém stavu, došlo ke zřícení částí některých obvodových konstrukcí a k propadu krovu. Aby nedocházelo k dalším haváriím, musel být památkově chráněný objekt dočasně staticky zajištěn.

Práce se v úvodní části věnuje popisu objektu a jeho umístění. Také je stručně popsán stavební vývoj objektu, a to od renesanční tvrze, přes barokní zámek s novorenesanční úpravou, až po úpravy ve 2. polovině 20. století.

Další část je věnovaná popisu dispozičního a konstrukčního řešení zámku. Zejména jsou popsány materiály jednotlivých konstrukcí a konstrukčních prvků a jejich dimenze.

Následující část je věnovaná hodnocení stavebně technického stavu konstrukcí. Jsou vypsány veškeré zjištěné poruchy jednotlivých konstrukcí. Pro lepší představu je text doplněn fotografiemi porušených konstrukcí.

Na výčet poruch navazuje analýza příčin vzniklých poruch. Zde je pro jednotlivé konstrukce popsáno, jaké faktory stály za vznikem poruch.

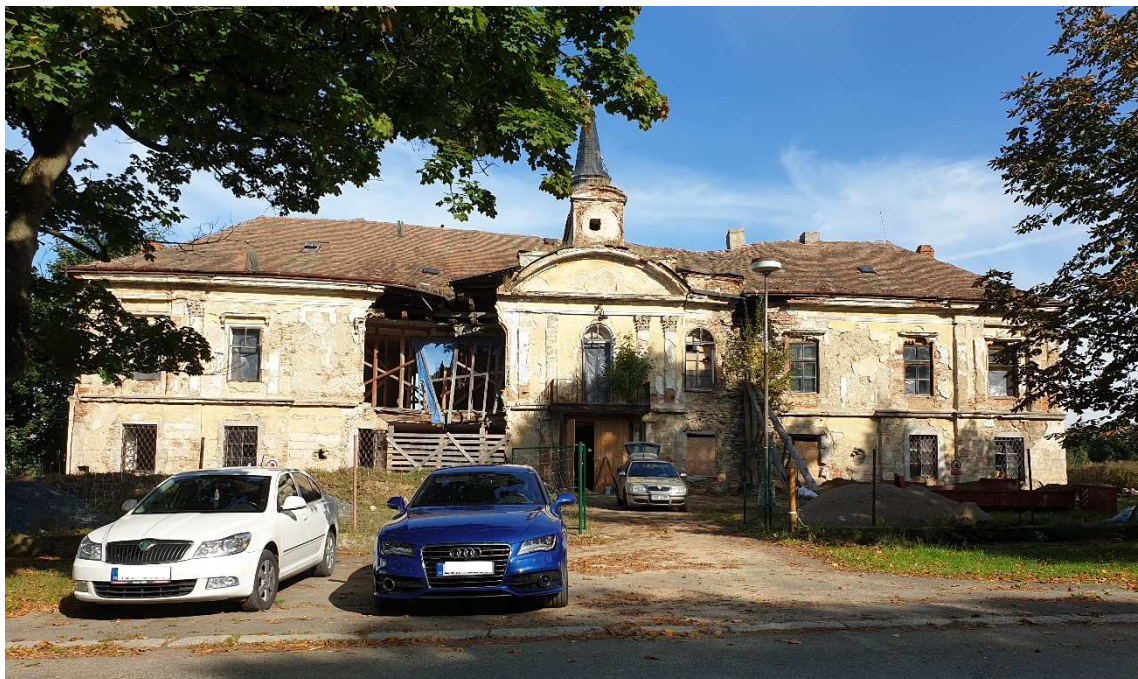
Poslední část práce je věnovaná rámcovému návrhu sanačních opatření, které vycházejí z analýzy příčin poruch. Především je snaha o to, aby nedocházelo k dalšímu chátrání objektu, nebo dokonce k zániku této památky. Vzhledem k tomu, že je zámek památkově chráněný, je třeba brát na to při výběru sanačních opatření zřetel a navrhované úpravy konzultovat s odborníky na památkovou péči. Dále je provedeno statické posouzení stávajícího krovu.

Textovou část doplňuje výkresová dokumentace stávajícího stavu s vyznačením veškerých zjištěných poruch, a také výkresová dokumentace nového stavu, kde jsou znázorněna i navržená sanační opatření.

2 ÚDAJE O STAVBĚ

2.1 Popis objektu

Jedná se o barokní zámek s klasicistní úpravou. Objekt je dvoupodlažní, nepodsklepený. Zámek má půdorys tvaru písmene E. Dlouhé jižní průčelí reprezentativního charakteru je obráceno do návsi. Středový rizalit je opatřen vstupním portálem, balkonem a obloukovým štítem. Zámek je od roku 1958 chráněn jako kulturní památka.



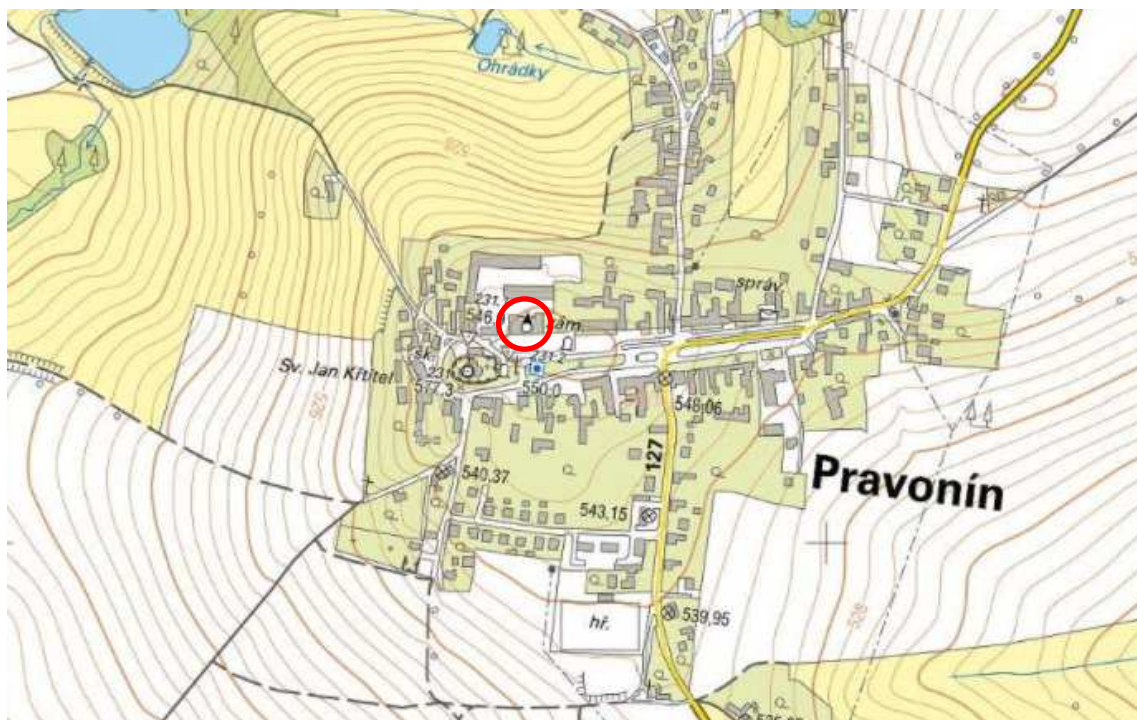
Obr. 1 – Pohled z návsi na jižní průčelí



Obr. 2 – Pohled z hospodářského dvora na severní průčelí

2.2 Umístění

Zámek se nachází ve stejnojmenné obci Pravonín v okrese Benešov, asi 8 km jihovýchodně od města Vlašim. Stavba stojí na pozemku p. č. 1/1, katastrální území Pravonín. Pozemek je přístupný z jižní strany směrem od návsi. Na severní a západní straně navazuje přímo na zámecký objekt areál hospodářského dvora. Na jižní a východní straně se dříve nacházela okrasná zahrada.



Obr. 3 – Mapa – širší vztahy ^[1]



Obr. 4 – Katastrální mapa s ortofoto podkladem – bližší vztahy ^[1]

2.3 Stavební vývoj objektu

Předchůdcem zámku byla renesanční tvrz postavená v 16. století. Tvrz byla pouze jednotraktová, trojdílná, o půdorysných rozměrech cca 20x9,5 m. Na fasádě se z této doby částečně dochovaly sgrafitové psaníčkové bosáže v patře na východním a jižním průčelí.

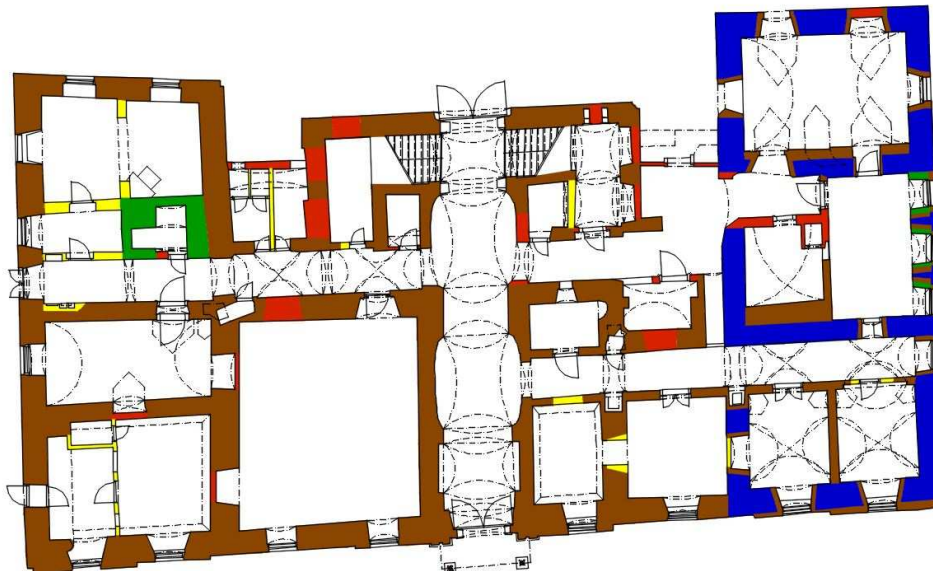
Kolem roku 1730 byla tvrz přestavěna na barokní zámek, ale zachovalo se východní renesanční křídlo. Bylo přistavěno jižní křídlo zakončené na západě kolmým křídlem, a mohutný střední rizalit se schodišťovou halou. Ve východním křídle byly změněny všechny otvory. Zámek byl zastřešen valbovou střechou, která byla doplněna věžičkou.

Ke konci 18. století došlo k pozdně barokním a také klasicistním úpravám, jež zahrnovaly dostavbu některých příček a výměnu tří prostředních oken v 1.NP ve východním křídle. Později došlo ke kompletní novorenesanční rekonstrukci, zejména jižního průčelí. Byl doplněn balkón s litinovými sloupy a zábradlím. Dále došlo k interiérovým změnám a k výměně skoro všech oken – byla použita dvojitá okna. Byly vystavěny přístavky s pultovou střechou mezi schodišťový rizalit a obě boční křídla. V dnešní době zůstaly z přístavků jen pozůstatky zdiva.

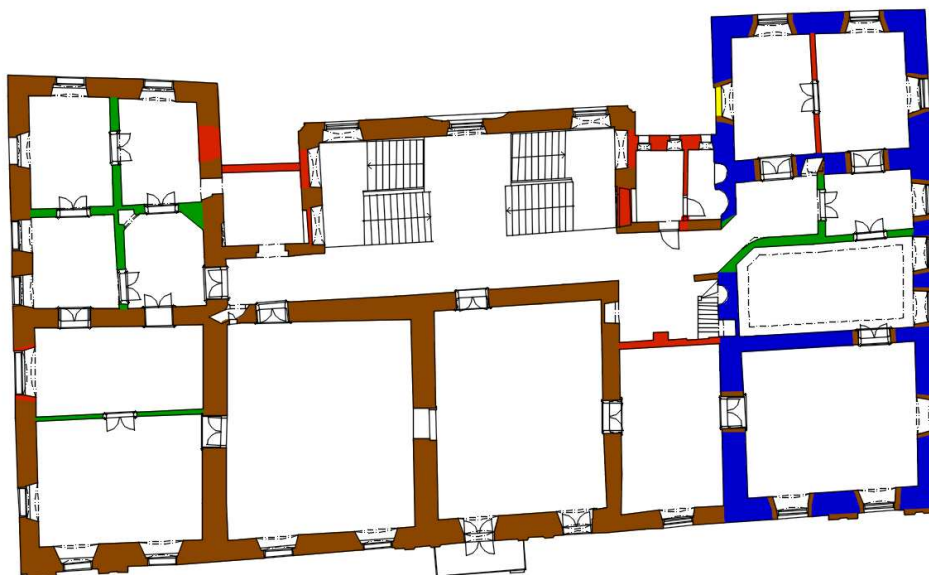
V polovině 20. století došlo ke znárodnění a zámek se dostal do držení místního státního statku. Některé velké místnosti byly rozděleny příčkami, byla zazděna některá okna a dveře. V zámku sídlil národní výbor, Veřejná bezpečnost a pošta. Na budově neprobíhala žádná údržba, a tak do objektu začalo zatékat a byla narušena jeho statika. Zámek je od 80. let 20. století nevyužívaný a chátrá.^[2]



Obr. 5 – Historická fotografie zámku ^[3]



Obr. 6 – Půdorys 1.NP – znázornění stavebního vývoje ^[2]



Obr. 7 – Půdorys 2.NP – znázornění stavebního vývoje ^[2]

	PŮVODNÍ RENESANČNÍ TVRZ kolem roku 1600
	BAROKNÍ ÚPRAVY kolem roku 1730
	POZDNĚ BAROKNÍ A KLASICISTNÍ ÚPRAVY po roce 1765 a 1. polovina 19. století
	EKLEKTICKÉ ÚPRAVY 2. polovina 19. století
	NOVODOBÉ ÚPRAVY 20. století

Obr. 8 – Legenda – znázornění stavebního vývoje ^[2]

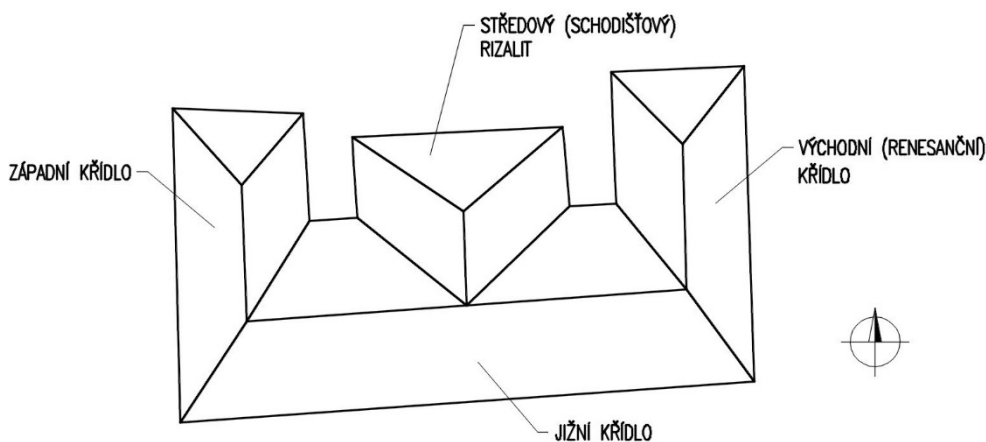
3 POPIS STAVBY

3.1 Dispoziční řešení

Objekt byl navržen jako samostatně stojící stavba. Jedná se o dvoupodlažní barokní zámek s novobarokní úpravou. Objekt není podsklepený. Půdorys zámku je přibližně ve tvaru písmene E. Hlavní jižní průčelí je orientované směrem k návsi a je ploché. Členité severní průčelí směřuje k hospodářskému dvoru. Uprostřed se nachází široký rizalit hlavní schodišťové haly. Mezi krátkými bočními křídly a středním rizalitem se dříve nacházely přístavky, které jsou dnes již zbourané.

V přízemí je v příčné ose budovy situovaný průjezd, který zámek rozděluje na východní a západní část. Na konci průjezdu (blíže k severnímu průčelí) jsou v kolmém směru umístěna dvě dvouramenná dřevěná schodiště. Východní část objektu je zhruba uprostřed rozdělena podélnou chodbou, která je protažena až k východní obvodové zdi. Dále se zde nachází kratší podélná chodba, rovnoběžná s dlouhou. Tyto dvě chodby byly v minulosti propojené úzkou kolmou chodbičkou ve středu východní části objektu. Kromě chodeb se ve východní části objektu nachází šest osvětlených místností a několik menších místností a komor bez oken. V západní části objektu je základní komunikací dlouhá podélná chodba, která sahá až k západnímu průčelí, ze kterého je přístupná. Z dlouhé chodby jsou přístupné místnosti u jižního průčelí, místnosti u severního průčelí a komory pod schodišťovým ramenem a podestou. Rohová jihozápadní místnost je přístupná i z exteriéru západního průčelí zámku.

Do patra zámku se vystupuje po dvou dvouramenných schodištích. Ve středním rizalitu se nachází pouze velká schodišťová hala, která navazuje na dlouhou podélnou chodbu. Z té jsou přístupné velké místnosti při jižním průčelí a dále místnosti východního i západního křídla. Z prostřední místnosti u jižního průčelí je vstup na balkón, který se nachází nad vstupní bránou do průjezdu. Mezi východním křídlem a středovým rizalitem je umístěno dřevěné schodiště vedoucí na půdu. Prostor půdy není dispozičně rozdělen. Přístavky mezi středním rizalitem a oběma křídly byly dříve zastřešeny pultovými střechami. V křížení příčné a podélné osy zámku je věžička, od které vybíhá k jižnímu průčelí vikýř.



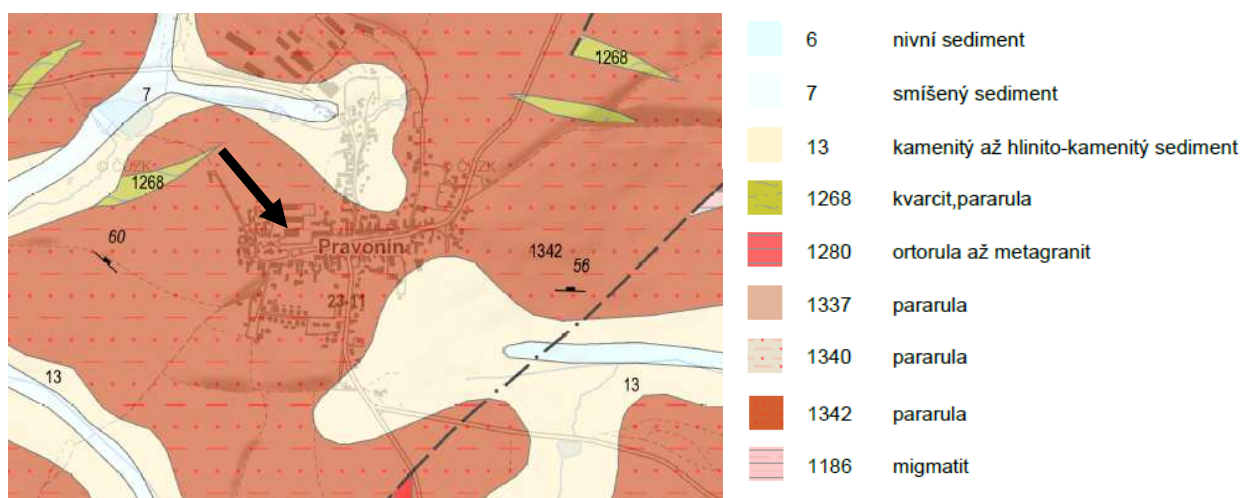
Obr. 9 – Půdorysné schéma – členění objektu

3.2 Konstrukční řešení

Konstrukční systém je stěnový. Konstrukční výška prvního nadzemního podlaží je obvykle 3,58 m, světlá výška je proměnná. Světlá výška v druhém nadzemním podlaží je od 3,55 m do 3,86 m.

3.1.1 Základy

Objekt byl založen na základových pasech z lomového kamene. Patrně nebyla použita žádná vodorovná ani svislá hydroizolace. V místě objektu a v jeho blízkém okolí se vyskytuje metamorfovaná hornina pararula, která má vysokou pevnost. Hladina podzemní vody není známa.



Obr. 10 – Geologická mapa s legendou – poloha zámku vyznačena šipkou ^[4]

3.1.2 Svislé konstrukce

Zámek je vyzděn ze smíšeného zdiva (cihelné a kamenné zdivo). Tloušťka obvodových stěn se pohybuje v rozmezí 820 až 1390 mm, tloušťka vnitřních nosných stěn je v rozmezí 330 až 1250 mm. Vnější omítka je cca z 60 % opadaná, takže je zdivo dobře viditelné. Na jižní straně zámku převažuje cihelné zdivo, naopak na severní straně převažuje spíše kamenné zdivo. Je použit lomový kámen (kameny se nezdaří být opracované do kvádrů), a to nejspíš opuka nebo pískovec. Cihelné zdivo je použito na všechny římsy, pilastry, atiky, čelní stranu vikýře, ostění oken, parapety a nadpraží.

Balkón na jižním průčelí podpírají dva litinové sloupy o průměru cca 140 mm. Zábradlí balkónu je také litinové.

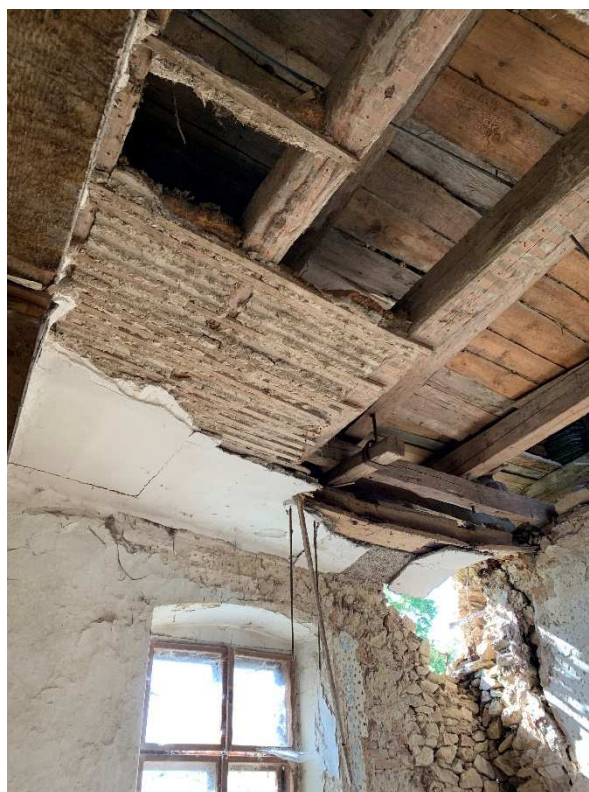
3.1.3 Vodorovné konstrukce

V prvním nadzemním podlaží jsou stropní konstrukce tvořeny valenými klenbami, které jsou často doplněny výsečemi. Některé klenby byly patrně vloženy dodatečně. Dále jsou v prvním nadzemním podlaží použity ploché plackové klenby (v průjezdu), dřevěné trámové stropy s prkenným záklopem a podbitím, které je omítnuto rákosovou omítkou, a v místnosti č. 1.26 je stropní konstrukce

(a zároveň konstrukce mezipodesty schodiště) tvořena pomocí tvarovek Hurdis do ocelových I profilů. Klenby jsou z cihel pálených plných.

Asi na dvou třetinách druhého nadzemního podlaží je použit dřevěný trámový strop s prkenným záklopem, násypem a podbitím, které je omítnuto omítkou s rabicovým pletivem. Ve většině místností však omítka chybí a rabicové pletivo je odhalené. V ostatních místnostech je pohled dřevěných trámových stropů tvořen hustým laťováním s rákosovou omítkou, v místnosti č. 2.09 je část podhledu ještě tvořena heraklitovými deskami.

Nad všemi otvory jsou cihelné překlady. Většinou se jedná o přímé nebo mírně vyklenuté překlady, ale nad obloukovými okny a nad vstupními portály jsou cihelné klenuté překlady. V patře východního křídla byla cihelná ostění oken dozděna pravděpodobně v nedávné době. Všechny otvory, které byly dodatečně zazděny, jsou také z cihelného zdiva.



Obr. 11 (vlevo) – Pohled do chodby č. 1.02 směrem k západu – valená klenba s výsečemi ^[5]

Obr. 12 (vpravo) – Pohled na odkryté dřevěné trámové stropy v místnosti č. 2.09

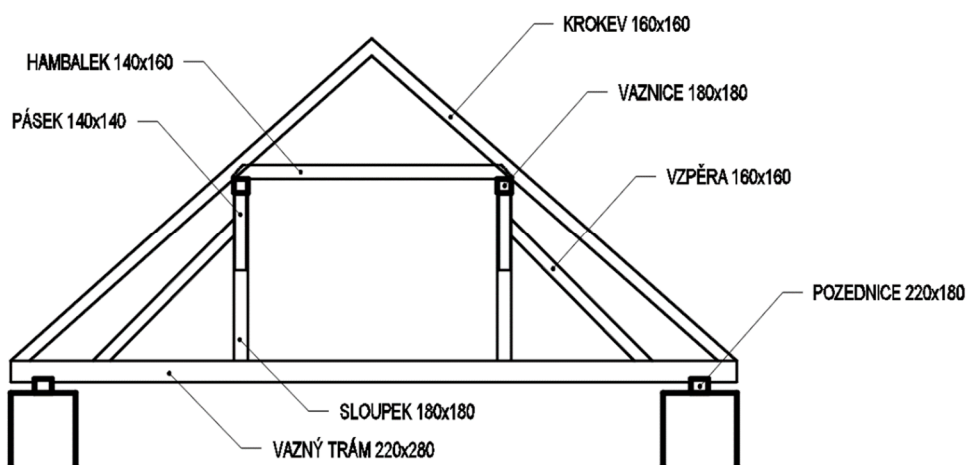
3.1.4 Krov, střecha

Objekt je zastřešen valbovou střechou s konstantní výškou hřebene. Sklon střešních rovin se tedy liší nad každým křídlem v závislosti na jeho šířce. Sklon je v rozmezí 30 až 45°. Krov tvoří plné a jalové vazby. Plná vazba se skládá z vazného trámu, svislých sloupků, šikmých vzpěr, pásků (podélné zavětrování) a krokví. Všechny krokve jsou rozepřeny hambálky, osazenými na podélných vaznicích. V jalových vazbách jsou do pozednice zavázána krátkata. Krov nad jižním křídlem a širokým středním

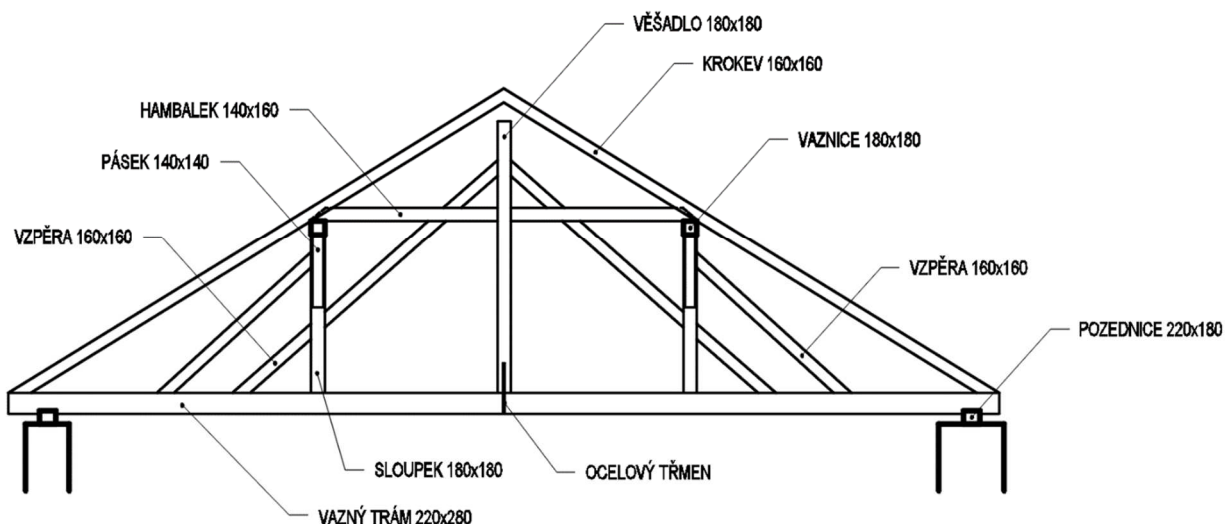
rizalitem je ještě doplněn středovými sloupky s šikmými vzpěrami (věšadlo). V místě, kde se protíná osa střechy jižního křídla s osou střechy středového rizalitu, se nachází osmiboká věžička. Věžička je tvořena sloupovou konstrukcí. Napojuje se na ni zděný podélný vikýř. Střešní krytina jižního průčelí je tvořena bobrovkami, uloženými na latě. Na ostatní střešní plochy jsou použity šedé vláknocementové (eternitové) šablony na celoplošné bednění. Střešní krytina věžičky je břidlicová. Průřezy jednotlivých prvků krovu jsou patrné ze schémat níže (obr. 14 a 15).



Obr. 13 – Krov – severní úsek východního křídla ^[5]



Obr. 14 – Schéma plné vazby krovu nad východním a západním křídlem



Obr. 15 – Schéma plné vazby krovu nad jižním křídlem

3.1.5 Schodiště

Hlavní schodiště se nachází ve schodišťové hale, která zaplňuje celý středový rizalit. Jedná se o dvě dvouramenná schodiště. Z přízemí z průjezdu vedou symetricky dvě nástupní ramena při severní stěně rizalitu. Při východní a západní stěně rizalitu jsou symetricky umístěny dvě mezipodesty o šířce 1760 až 2190 mm. Z nich vedou symetricky dvě výstupní ramena na hlavní podestu patra. Šířka schodišťových ramen je v rozmezí 2080 až 2190 mm. Každé rameno obsahuje 11 stupňů s výškou stupně 155 až 165 mm. Šířka stupně je mezi 290 až 300 mm. Konstruktivní výška schodiště je cca 3530 mm. Zábradlí se nedochovalo.



Obr. 16 (vlevo) – Pohled na obě nástupní ramena schodiště^[5]

Obr. 17 (vpravo) – Pohled na nástupní rameno, mezipodestu a výstupní rameno schodiště^[5]

Schodiště na půdu je jednoramenné, pravotočivé a také dřevěné. Nosnou část tvoří dvě dřevěné schodnice, z nichž jedna je uložena do dřevěného sloupku. Schodiště se nachází ve zborcené části objektu mezi středovým rizalitem a východním křídlem. Dá se předpokládat, že původně bylo schodiště do tvaru písmene „L“. Nyní se dochovalo 12 stupňů, ale nelze určit přesný počet původních stupňů, ani jejich výšku. Šířka schodišťového ramene je cca 900 mm.

3.1.6 Kompletační konstrukce

Oboje vchodová vrata se dochovala původní. Vrata v jižním průčelí jsou dřevěná, plná, profilovaná a otevírají se směrem do interiéru. Vrata na severní straně objektu jsou také dřevěná, ale méně zdobená než hlavní jižní vrata, otevírají se směrem do exteriéru a součástí dveřních křídel jsou horní skleněné nadsvětlíky. Interiérové dveře jsou také dřevěné. Ve druhém nadzemním podlaží jsou všechny dveře dvoukřídlé, zárubně i dveřní křídla jsou profilované. V prvním nadzemním podlaží jsou dveře obvyčejnější, a kromě dřevěných zárubní se zde vyskytují i ocelové zárubně, které byly pravděpodobně přidány při úpravách ve 20. století. Všechny místnosti jižního křídla ve druhém nadzemním podlaží jsou propojeny typickým barokním znakem – enfiládou, která je na východní straně zakončena oknem. Enfiláda je patrná i ve východním křídle, kde je dokonce na obou stranách (jižní i severní) zakončená okny.



Obr. 18 (vlevo) – Dveře – východní křídlo zámku ^[5]

Obr. 19 (vpravo) – Detail dřevěné intarzované podlahy v místnosti č. 2.17

Okna jsou dřevěná, ve většině případů dvojí – vnitřní křídla se otevírají do interiéru a vnější do exteriéru. Některá okna mají obě křídla otevíravá dovnitř. Vnitřní dřevěné parapety se dochovaly zejména u oken ve druhém nadzemním podlaží, u většiny oken v prvním nadzemním podlaží chybí. Na některých místech se dochovala původní barokní okna i s původním kováním. Okna jsou většinou

obdélníková, v jižním a východním průčelí jsou některá okna zakončena půlkruhově. V oknech v prvním nadzemním podlaží jsou před okny osazeny ocelové mříže.

Podlahové konstrukce v prvním nadzemním podlaží jsou tvořeny v některých místnostech betonovou mazaninou (např. místnosti č. 1.22, 1.23 a 1.24), velkoformátovou cihelnou dlažbou (místnost č. 1.07), podlahou z cihel plných (místnost č. 1.21) a linoleem (místnosti č. 1.05, 1.06), které může zakrývat původní nášlapnou vrstvu. V některých místnostech tvoří nášlapnou vrstvu pouze hliněný zásyp. Mezi středovým rizalitem a východním křídlem, kde došlo ke zřícení části stavby, nelze původní nášlapná vrstva určit. Podlahové konstrukce jsou pravděpodobně bez hydroizolační a tepelně izolační vrstvy.

Podlahové konstrukce ve druhém nadzemním podlaží (nad klenbami i dřevěnými trámovými stropy) jsou nejspíš tvořeny zásypem, na kterém je dřevěná podlaha. Ve východním a jižním křídle je nášlapná vrstva tvořena dřevěnými parketami skládanými do kříže. Ve východním křídle je dřevěná podlaha ještě překryta linoleem. V západním křídle je nášlapná vrstva tvořena dřevěnou intarzovanou podlahou (viz obr. 19). Ve schodišťové hale je jako nášlapná vrstva použita velkoformátová kamenná dlažba, ovšem mnoho dlaždic chybí, a tak jako nášlapná vrstva slouží pouze zásyp.

Jižní průčelí je zdobeno římsami – kordonovou a korunní, šambránami kolem oken a pilastry se sádrovými hlavicemi. Na některých místech došlo z důvodu opadání mladší omítky k tomu, že je viditelná část původní omítky. V přízemí je tak vidět pásová bosáž, která je typická pro baroko. V patře (v místě východního křídla) je zase vidět část psaníčkové sgrafitové bosáže, která je typická pro renesanční období. Tato sgrafitová bosáž je ve větší míře viditelná i na východní straně objektu. Východní a západní průčelí zámku mají též kordonovou a korunní římsu. Na severní straně objektu je patrná korunní římsa, nicméně omítky jsou na této straně asi z 90 % opadané, takže nelze určit, zda se i zde vyskytovala kordonová římsa a zdobení kolem oken.

3.1.7 Ztužení objektu

Svislé zděné nosné konstrukce zámku nejsou ztuženy železobetonovým věncem. Ve 2. NP jsou ale v místnosti č. 2.10 v úrovni podlahy patrné pravděpodobně ocelové kleštiny. Tuhost krovu v příčném směru zajišťují hambálky, tuhost krovu v podélném směru zajišťují pásy, latě (jižní průčelí) a celoplošné bednění pod eternitovými šablonami.



Obr. 20 – Ocelové kleštiny v podlaze v místnosti č. 2.10

4 POPIS PORUCH

4.1 Základy

Základové konstrukce jsou pravděpodobně nejvíce narušeny v místech, kde došlo ke zřícení obvodových konstrukcí. U jižního průčelí byly v době návštěvy zámku základové pasy odkopány, což je vidět na obrázku č. 21. V místě chybějící obvodové zdi je zdivo základového pasu rozrušeno, kameny jsou uvolněné a některé jsou porostlé řasou. V ostatních místech nelze stav základů posoudit.



Obr. 21 – Pohled na základy jižního průčelí

4.2 Svislé konstrukce

Vnější omítka je cca z 60 % úplně opadaná a zdivo je odkryté. U zhruba 20 % vnější omítky je opadaná horní vrstva a jsou viditelné omítky starší. Západní fasáda je z velké části pokryta řasami. Vnitřní omítka chybí ve schodišťové hale (místnost č. 2.01), dále pak na místech, kde došlo k výraznému poškození od srážkové vody, a to zejména u obvodové stěny v místnostech jižního křídla. Dále pak v místě mezi středním rizalitem a východním křídlem. Vnitřní omítka je opadaná také na místech, kde je zdivo porušeno trhlinami, například v nadpraží otvorů. Dále se ve vnitřní omítce vyskytují vlasové trhliny a horní vrstvy maleb se odlupují.

V jižním průčelí došlo ke zřícení části obvodové stěny přes obě podlaží (svislým směrem) nalevo od vstupního portálu. Jedná se o obvodovou stěnu místností č. 1.17 a 2.11. Obdobná situace je zrcadlově i napravo od vstupního portálu. Jedná se o napojení obvodových stěn místností č. 1.03 a 1.04 (v prvním nadzemním podlaží), a místností č. 2.09 a 2.10 (ve druhém nadzemním podlaží) s vnitřní (příčnou) nosnou stěnou. Zde ještě nedošlo k úplnému zřícení obvodové stěny, ale zdivo je velmi silně narušeno stékající srážkovou vodou. V tomto místě se nachází zdivo převážně z lomového kamene, ale protože byly použity kameny velmi rozdílných rozměrů a tvarů, nebylo možné vytvořit vyhovující

vazbu zdiva a správné zavázání příčné nosné stěny do obvodové stěny. Malta ze spár je úplně vyplavená, některé kusové stavivo chybí. Také je patrná rozevřená trhлина u napojení atiky na obloukový štít.



Obr. 22 (vlevo) – Pohled na degradované zdivo jižní odvodové stěny z místnosti č. 2.09



Obr. 23 (vpravo) – Pohled na jižní obvodovou stěnu z exteriéru



Obr. 24 (vlevo) – Pohled z místnosti č. 2.03 do místností č. 2.02 a 2.01



Obr. 25 (vpravo) – Pohled z místnosti č. 2.03 do místností č. 2.01

Ke zřícení obvodové nosné stěny a vnitřní nosné stěny došlo i na severní straně objektu, a to v místě mezi středním rizalitem a východním křídlem. Okolní zdivo je silně degradováno od srážkové vody, na nejvíce exponovaných místech je dokonce porostlé řasou, malta je vyplavená ze spár a některé kusové stavivo chybí. Vyskytuje se zde náletová zeleň, včetně menšího stromu, jehož kořeny rozrušují zdivo. Přímo pod stromem je svislá trhlina (obr. 24 a 25), která se rozšiřuje směrem vzhůru. Vlevo od této trhliny se ještě nachází menší trhlina, která je přes celou tloušťku zdi, a je tady patrná i v místnosti č. 2.10.

Trhlinami je nejvíce poškozené východní (renesanční) křídlo. Východní stěna se odklání od příčných stěn, musela proto být provizorně podepřena. Svislé trhliny se nacházejí nejvíce v místnostech č. 1.07 a 1.09, v druhém podlaží pak v místnostech č. 2.05, 2.06, 2.07 a 2.08, a to v místě napojení příčných stěn na obvodovou stěnu. Trhliny se rozšiřují směrem vzhůru. Například trhlina č. 1 v místnosti č. 1.07 má v prvním nadzemním podlaží šířku cca 5 mm, o patro výš v místnosti č. 2.06 má trhlina šířku cca 10 až 30 mm (trhlina č. 2). Nejširší trhlina je mezi místnostmi č. 2.06 a 2.07, její šířka dosahuje až 80 mm (trhlina č. 3). V místnosti č. 2.07 se nacházejí i dvě šikmé trhliny se sklonem přibližně 45°, jejichž kolmice směřují právě k východní obvodové stěně (trhliny č. 4 a č. 5). Jejich šířka je do 5 mm. Další dvě trhliny v této místnosti jsou v mírném sklonu a vzhledem k tomu, že jsou i na druhé straně stěny (v místnosti č. 2.02), pravděpodobně procházejí skrz stěnu (trhliny č. 6 a č. 7). Kolmice těchto trhlín směřují k místu zřícení obvodové nosné konstrukce mezi středním rizalitem a východním křídlem. Jejich šířka je zhruba 5 až 15 mm.

Svislé konstrukce jsou dále poškozeny od srážkové vody (nepřímo – odstříkem) a vzlínající vody v soklové oblasti. Vnitřní i vnější omítka je na hodně místech opadaná, jsou patrné vysychací fronty, někde dokonce solné výkvěty. Dále jsou svislé konstrukce poškozené v oblasti sopouchů komínů, kde vznikají trhlinky a chybí kusové stavivo. Severní místnosti jsou takto poškozeny více než místnosti jižní. Dále je v některých místech poškozené zdivo ostění otvorů, které je momentálně viditelné, protože dveře včetně zárubní byly odvezeny do restaurátorské dílny. Také se projevují trhliny v místech, kde došlo k dodatečnému zazdění otvorů.



Obr. 26 (vlevo) – Místnost č. 1.09 – poškozené zdivo od vlhkosti ^[5]

Obr. 27 (vpravo) – Místnost č. 1.09 – pohled na bývalou kovářskou výheň ^[5]

4.3 Vodorovné konstrukce

Vodorovné konstrukce jsou, stejně jako svislé konstrukce, nejvíce poškozené v místech, kde docházelo k dlouhodobému zatékání srážkové vody. V místnosti č. 1.17 je dřevěný trámový strop pnutý ve směru západ – východ, stropní trámy tedy nebyly uloženy do zříčené odvodové stěny, ale do příčných vnitřních nosných stěn. Krajiní stropní trám je silně poškozen hnilobou a je velmi prohnutý. Spolu s ním je poškozen i podhled s rákosovou omítkou a záklop s dřevěnou podlahou. Dá se očekávat, že takto porušených stropních trámů bude v místnosti více a jejich míra poškození bude klesat v závislosti na vzdálenosti od zříčené obvodové stěny. O patro výš (v místnosti č. 2.11) jsou stropní trámy uloženy v opačném směru, tedy ve směru jih – sever. Trámy tedy byly uloženy do obvodové jižní stěny, která se zřítíla. Stropní konstrukce je nyní dočasně staticky podepřena, takže nedošlo k jejímu zřícení. Stropní trámy jsou ve zhlaví uhnílé, nejvíce jsou uhnílé ty, které jsou blíže k obloukovému štítu. Podhled, který je tvořen dřevěným záklopem a viditelným rabicovým pletivem, je poškozen v místě napojení na jižní obvodovou stěnu.

V místnosti č. 1.04 chybí asi ze dvou třetin původní stropní konstrukce. Jsou zde pouze nově přidané stropní trámy, pnuté ve směru západ – východ, které nezasahují do silně poškozené stěny, kromě jednoho krajního (obr č. 22). U tohoto krajního trámu se dá předpokládat zvýšená vlhkost ve zhlaví trámu, nicméně prvek ještě není v konstrukci tak dlouho, aby byl viditelně napaden dřevokaznou houbou nebo měl zhlaví uhnílé. O patro výš (v místnosti č. 2.09) jsou stropní trámy uloženy v opačném směru, tedy ve směru jih – sever. Asi na polovině půdorysu místnosti ale stropní konstrukce chybí. Zachovaly se pouze tři stropní trámy a část podhledu.

Další místo, kde došlo k poruše stropních konstrukcí, je mezi středovým rizalitem a východním křídlem. V místnosti č. 1.10 došlo k úplnému propadu valené klenby. Stropní konstrukce se zcela zřítíla i v místnosti č. 1.13. K poruše stropních konstrukcí došlo i o patro výš, tedy v místnostech č. 2.01, 2.02, 2.09 a 2.10. Stropní trámy jsou buď uhnílé, nebo úplně chybí.

K poškození stropní konstrukce došlo i v místnosti č. 1.24. Podhled je velmi silně prohnutý, porostlý řasou a vyskytují se v něm trhliny. Stropní trámy viditelné nejsou, takže nelze určit, jak moc jsou poškozeny. Dá se ale očekávat poškození hnilobou, případně i dřevokaznou houbou.

Stropní konstrukce je dále porušená v místě odklonu východní stěny. V místnostech č. 1.02, 1.07 a 1.09 se vyskytují vodorovné trhliny na styku svislé nosné konstrukce a vodorovné nosné konstrukce. V místnosti č. 1.07 je v tomto místě také porušený podhled.

Trhliny se hojně vyskytují v nadpražích okenních i dveřních otvorů. Jedná se o tahové trhliny uprostřed nadpraží otvorů (u rovných či mírně vyklenutých překladů), a o trhliny, které se sbíhají do trojúhelníku od rohů otvoru pod úhlem cca 45°. Nadpraží otvorů, zejména okenních, jsou často tak silně poškozena, že z nich v exteriéru vypadává kusové stavivo. Porušení trhlínami nad dveřními otvory je zejména ve druhém nadzemním podlaží nad dveřními otvory ve východním a západním křídle budovy.

V ostatních místech nebyly podhledy a podlahy viditelně porušeny, tím pádem nelze říct,

v jakém stavu se nacházejí stropní nosné konstrukce. Dá se ale předpokládat, že stropní trámy budou mít zhlaví poškozené od zvýšené vlhkosti. Bylo by tedy nutné provést podrobný průzkum, při kterém by se provedly sondy do stropní konstrukce na několika místech a tím se zjistil skutečný rozsah poškození. Součástí podrobného průzkumu by bylo i zjištění, zda jsou dřevěné stropní trámy (a dřevěné prvky krovu) napadeny dřevokazným hmyzem.



Obr. 28 (vlevo) – Místnost č. 1.24 – poškozená vodorovná i svislá nosná konstrukce ^[5]
Obr. 29 (vpravo) – Dveřní nadpraží – pohled z místnosti č. 2.05 do místnosti č. 2.06



Obr. 30 (vlevo) – Místnost č. 2.16 – pohled na severní okno
Obr. 31 (vpravo) – Pohled z exteriéru ze severní strany

4.4 Krov, střecha

Krov se propadá v místech, kde došlo ke zřícení svislých nosných konstrukcí. Jedná se tedy o oblast nad jižním průčelím z obou stran vikýře, dále se krov propadá nad místností č. 2.02 mezi středovým rizalitem a východním křídlem. Některé prvky krovu jsou oslabené zářezy, patrně byly použity druhotně. Na několika místech chybí střešní tašky. Odvodnění střechy pomocí okapových žlabů a svodů je buď nefunkční, nebo chybí úplně. Napojení atiky jižního průčelí, vikýře a komínů je pravděpodobně provedeno špatně. Dále je z fotografie (obr. 23) vidět, že chybí část boční konstrukce vikýře. V těchto místech, kde do objektu zatéká srážková voda, jsou prvky krovu narušeny nadměrnou vlhkostí a hnilobou. Někde je dokonce patrný výskyt dřevokazné houby.

Vazné trámy, které jsou narušeny hnilobou, jsou obvykle velmi prohnuté. V důsledku toho „sedají“ i sloupky a výrazně se prohýbá středová vaznice. Jeden z vazných trámů nesoucí konstrukci věžičky je u jižního průčelí prasklý (obr. 32). V místě okapu se často vyskytuje náletová zeleň. Eternitová krytina je ze západní a severní strany pokryta mechem. Dá se předpokládat, že bude silně poškozena pozednice. Vzhledem k tomu, že je krov momentálně nepřístupný, nebylo možné jednotlivé prvky krovu prohlédnout, a určit tak přesnější rozsah poruch, nebo například výskyt dřevokazného hmyzu.



Obr. 32 (vlevo) – Krov – pohled k západu na prasklý vazný trám ^[5]

Obr. 33 (vpravo) – Krov – pohled k západu na prohnutou vaznici ^[5]

4.5 Schodiště

Hlavní dřevěné schodiště nevykazuje známky silného poškození například od zvýšené vlhkosti nebo od napadení dřevokazným hmyzem. Zdá se, že je pouze mechanicky opotřebeno. V současné době bylo schodiště rozebráno a odvezeno do restaurátorské dílny. Zábradlí se nedochovalo, není známa ani jeho podoba nebo materiálové provedení.

Dřevěné schodiště na půdu je rozpadlé a zkroucené. Chybí několik schodišťových stupňů ve spodní části ramene a také pár stupňů v horní části ramene. Některé stupně, podstupnice, obě schodnice i dřevěný sloupek se zdají být poškozené od zvýšené vlhkosti.



Obr. 34 (vlevo) – Pohled ze schodišťové haly na schodiště na půdu

Obr. 35 (vpravo) – Pohled z půdy na schodiště před zřícením přiléhající stěny^[5]

4.6 Kompletační konstrukce

Hlavní vstupní dřevěná vrata nejsou výrazně poničena od zvýšené vlhkosti. Je zřetelné mechanické opotřebení, na některých místech se odlupuje vrchní vrstva laku. Ze strany interiéru lak zcela chybí. Původní barokní kování je poškozeno korozí. Vrata byla odvezena a v současné době se nacházejí v restaurátorské dílně. Méně zdobená severní vrata jsou ve spodní části poškozena od vlhkosti a je na nich patrný výskyt řas. Původní barokní kování je také poškozeno korozí. Skleněná výplň v horní části křídel se zdá být pouze zašpiněná.

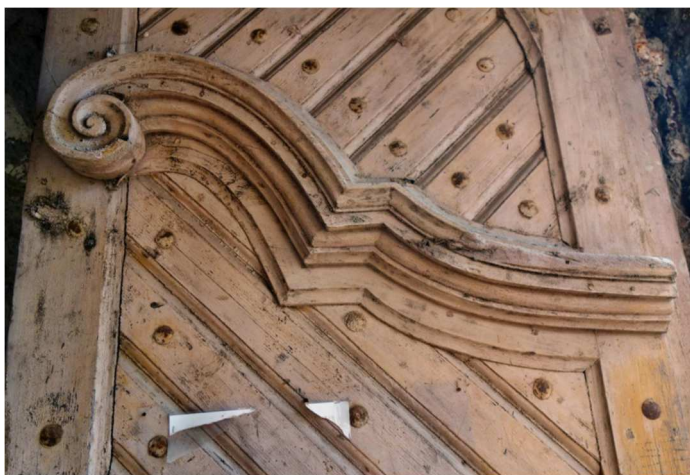
V prvním nadzemním podlaží je mnoho zárubní a dveřních křídel poškozeno od zvýšené vlhkosti, a to hlavně ve spodní části. Některá dveřní křídla se nedochovala. Zárubně a dveřní křídla jsou mechanicky poškozena, loupou se vrchní vrstvy laku, kování je často poškozeno korozí. Dveře byly odvezeny a v současné době se nacházejí v restaurátorské dílně. U obou nástupních ramen hlavního schodiště byly dříve dvoukřídlé dveře, z nichž se dochoval pouze rám a rezavé kování. Dveřní křídla a skleněná výplň horního nadsvětlíku se nedochovaly.

Některé okenní otvory byly v 19. a 20. století zazděny. U některých oken chybí okenní křídla, místy chybí skleněné okenní tabule. Dřevěné rámy oken a dřevěná křídla jsou mírně poškozena zejména

stářím (odlupují se vrchní vrstvy laku) a také od srážkové vody. Okna jsou pravděpodobně původní barokní, mají tedy jednoduché zasklení a tím pádem špatné tepelně izolační vlastnosti. U některých oken chybí vnitřní dřevěné parapety. V místech, kde okna nejsou zároveň s fasádou, chybí vnější parapety. Kování je, stejně jako u dveří, poškozeno korozí. Mříže, které jsou na oknech v prvním nadzemním podlaží jsou poškozené korozí.

Podlahové konstrukce v prvním nadzemním podlaží, které jsou ve styku se zeminou, jsou poničeny zvýšenou vlhkostí. Velkoformátové dlaždice jsou na některých místech rozbité, nebo úplně chybí. V místech, kde došlo ke zřícení svislých a vodorovných konstrukcí, se na podlahové konstrukci nachází suť. Nelze tedy určit její stav. V místnostech prvního i druhého nadzemního podlaží, kde bylo použito linoleum, dochází k jeho kroucení, zvedání okrajů a odlupování vrchních vrstev. Parkety ve druhém nadzemním podlaží jsou mechanicky opotřebené, některé kusy jsou poničeny od zvýšené vlhkosti a na některých místech chybí úplně. Dále chybí mnoho velkoformátových kamenných dlaždic ve schodišťové hale.

Na jižním průčelí objektu chybí, v místech, kde došlo ke zřícení částí obvodových stěn, kordonová i korunní římsa. K porušení kordonové a korunní římsy došlo i na východní a západní straně objektu. Zde je opadaná omítka a v některých místech je dokonce degradováno zdivo. V úrovni druhého nadzemního podlaží na jižním průčelí chybí některé sádrové hlavice pilastrů. Dále jsou poškozené šambrány kolem oken, a to buď opadáním omítky, nebo trhlinami v nadpraží okenních otvorů. Jak už bylo zmíněno výše, vnější omítka je převážně opadaná. Západní fasáda zámku je z velké části pokryta řasami.



Obr. 36 (vlevo) – Detail hlavních vstupních vrat v jižním průčelí ^[5]



Obr. 37 (vpravo) – Pohled na okno v místnosti č. 2.08 ^[5]

4.7 Ztužení objektu

Lze předpokládat, že ocelové kleštiny nejsou plně funkční. Vzhledem k tomu, že na několika místech došlo ke zřícení krovu, se dá očekávat, že celková tuhost krovu se snížila.

5 ANALÝZA PORUCH

5.1 Základy

Okolí objektu je neupravené, ještě v nedávné době bylo v těsné blízkosti objektu mnoho keřů a stromů, chybí okapový chodníček kolem zámku. Ze severní strany objektu je nepropustná asfaltová plocha. Tyto skutečnosti mohly zapříčinit podmáčení základové spáry, které způsobuje statické poruchy horní konstrukce. Základové konstrukce mohly být také rozrušovány kořeny stromů, které byly donedávna v přímé blízkosti objektu.

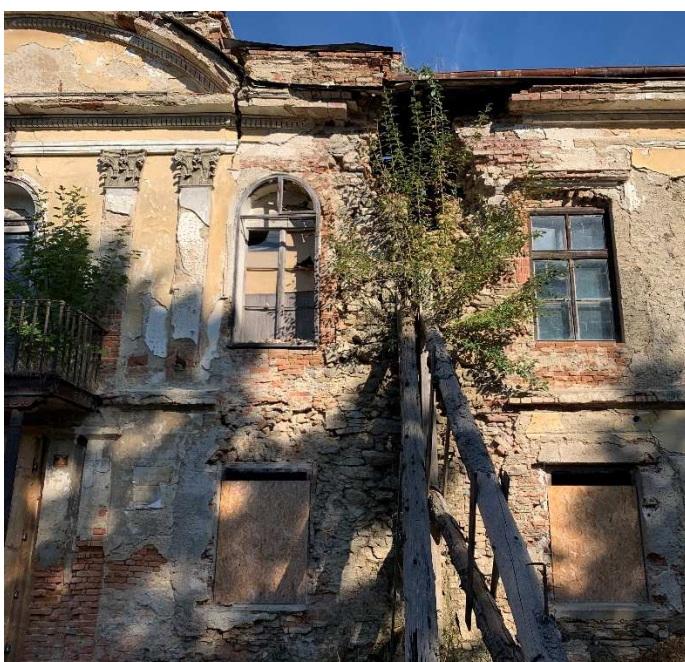
K porušení základového pasu jižní obvodové stěny mohlo dojít dvěma způsoby. První možnost předpokládá, že dlouhodobě docházelo k podmačování základové spáry srážkovou vodou, která stékala po fasádě objektu. Došlo ke konsolidaci základové půdy a poté k lokálnímu sednutí základového pasu. Při této možnosti by byly viditelné trhliny v základových konstrukcích, žádné trhliny ale patrné nejsou. Základová půda je navíc nejspíše tvořena pararulou, což je poměrně tvrdá hornina a výrazná konsolidace je tedy méně pravděpodobná. Tuto možnost můžeme tedy vyloučit. Druhá možnost předpokládá, že docházelo k dlouhodobému zatékání srážkové vody do konstrukce v místě napojení atiky na krov. Dále z důvodu nefunkčních okapových žlabů a svodů docházelo ke stékání srážkové vody po fasádě. Voda postupně rozrušovala zdivo a vyplavovala maltu ze spár. Na odhaleném zdivu se snadno uchytila náletová zeleň, což je patrné z fotografie, která byla pořízena před zřícením části obvodové stěny (obr. 38). Kořeny stromu, který vyrostl pod římsou, ještě více rozrušovaly zdivo a obvodová stěna přestala být soudržná. Docházelo k postupnému vypadávání kusového staviva, až došlo ke zřícení celé části obvodové stěny. Základový pas pak zůstal z horní části odhalen a voda mohla snadno vyplavovat pojivo ze základového zdiva.



Obr. 38 – Pohled na jižní obvodovou stěnu před zřícením ^[6]

Obdobná situace je zrcadlově i napravo od vstupního portálu. Zde ještě nedošlo k úplnému zřícení obvodové stěny, ale zdivo je velmi silně narušeno kořeny stromu a stékající srážkovou vodou. Také je patrná rozevřená trhlina u napojení atiky na obloukový štít. Tato část obvodové stěny je nyní dočasně podepřena, aby nedošlo k jejímu zřícení. Pokud by tomu tak nebylo, dá se očekávat, že by se opakovala stejná situace jako nalevo od vstupního portálu. Vzhledem k těmto okolnostem bych řekla, že druhá možnost bude správná.

Vzhledem k šikmým trhlinám v místnosti č. 2.07 se dá předpokládat, že k podmáčení základové spáry a následnému sedání základové konstrukce dochází i v místě mezi středovým rizalitem a východním křídlem. Dá se očekávat, že trhliny budou stále aktivní, protože k podmačování základové spáry dochází neustále.



Obr. 39 (vlevo) – Pohled na porušenou stěnu napravo od vstupního portálu

Obr. 40 (vpravo) – Místnost č. 2.07 – pohled na šikmé trhliny

5.2 Svislé konstrukce

Svislé konstrukce jsou nejvíce poškozeny vlivem zvýšené vlhkosti. Vnější omítka je z velké části opadaná, zdivo je odhalené a voda tak může snadno pronikat do konstrukce. Dochází k degradaci zdiva a ke zhoršení jeho vlastností. Na některých místech dochází z důvodu objemových změn k rozpadu zdiva a vypadávání malty ze spár, což způsobuje nižší únosnost stěn a vznik tahových trhlin. Svislé konstrukce jsou ze smíšeného zdiva různých rozměrů a tvarů, nebylo tedy možné dodržet vazbu zdiva, což také vede ke snížení únosnosti zdiva.

Problematika zřícení částí obvodové stěny na jižním průčelí již byla popsána výše. Domnívám se, že svislé konstrukce, které se zřítily mezi středním rizalitem a východním křídlem, mají podobný důvod destrukce. Pravděpodobně v tomto místě dlouhodobě docházelo k zatékání srážkové vody do

krovu, voda pak stékala po svislých konstrukcích a rozrušovala zdivo, až došlo ke zřícení svislých stěn. Navíc se jedná o místo, kde byl ve 2. polovině 19. století vystavěn přístavek s pultovou střechou, která mohla být špatně napojena na stávající konstrukce. Další možná věc, která mohla přispět ke zřícení obvodové stěny je skutečnost, že se zde napojuje původní renesanční tvrz s novějším barokním zdivem. Bylo použito smíšené zdivo různých velikostí a tvarů, takže stěny do sebe nemusely být správně zavázány.



*Obr. 41 (vlevo) – Pohled na zřícený přístavek mezi východním křídlem a středním rizalitem
Obr. 42 (vpravo) – Pohled na východní fasádu*

Tento problém může být i jednou z příčin odklánění východní obvodové stěny, která musela být dočasně podepřena, aby se nezřítla (obr. 42). Zdivo je zde také smíšené, dá se tedy očekávat, že obvodová stěna není dostatečně provázána s příčnými stěnami. Ve druhém nadzemním podlaží, kde se nachází svislá trhlina č. 3 s šířkou 40 až 80 mm, je trhlina mezi příčkou a nosnou obvodovou stěnou. Příčka byla postavena dodatečně na přelomu 18. a 19. století a je možné, že do obvodových stěn nebyla zavázána vůbec. Dalším problémem je fakt, že objekt není dostatečně vodorovně ztužen.

Vlhkost zapříčinila i poškození soklového zdiva. Terén kolem objektu není nijak upraven, není zřízen okapový chodník, který by zabraňoval zatékání srážkové vody do podzákladí. Na severní straně zámku je nepropustná zpevněná plocha, která pravděpodobně není řádně odvodněna a voda po ní může stékat až k obvodové stěně zámku, podmačovat základovou spáru a odstřikem poškozovat soklové zdivo. Dalším problémem je kapilární vztlínání zemní vlhkosti. Projevy od vztlínání jsou viditelné z exteriéru i interiéru. Jedná se o odlupování a opadávání omítky, v některých místnostech jsou patrné solné výkvěty. Tyto problémy jsou patrně způsobeny tím, že základové konstrukce, soklové zdivo

a podlahové konstrukce v prvním nadzemním podlaží nebyly opatřeny hydroizolací, případně je hydroizolace nefunkční.

Poškození svislých konstrukcí v oblasti sopouchů komínů je způsobeno tím, že komínové hlavy jsou nekryté a komínem volně vniká srážková voda do objektu.

5.3 Vodorovné konstrukce

K poškození vodorovných konstrukcí došlo hlavně v místech, kde dlouhodobě docházelo k zatékání srážkové vody. Dále pak v místech, kde došlo ke zřícení svislých nosných konstrukcí a vodorovná konstrukce ztratila opěru. K propadu kleneb došlo v důsledku dlouhodobého zatékání vody do objektu. Voda postupně rozrušovala zdivo, tím se snižovala jeho soudržnost, až došlo ke ztrátě únosnosti a klenba se zřítla.

V místnosti č. 1.24 voda do objektu zatékala pravděpodobně směrem od dřívějšího přístavku mezi středním rizalitem a západním křídlem. Na fotografii (obr. č. 43) pořízené v březnu roku 2017 je vidět, že svislé konstrukce druhého nadzemního podlaží chybí, stejně jako pultová střecha. Zůstaly pouze svislé konstrukce prvního nadzemního podlaží spolu se stropní konstrukcí. Na té zůstalo mnoho stavební suti, ve které se lehce uchytila náletová zeleň. Srážková voda mohla snadno pronikat nejen do přístavku, ale i do místnosti č. 2.15 ve druhém nadzemním podlaží a do místnosti č. 1.24 v prvním nadzemním podlaží, kde porušila stropní konstrukci. Stropní konstrukce přístavku byla pravděpodobně tolik narušena vodou a kořeny uchycené náletové zeleně, že došlo k její destrukci.

Trhliny v nadpražích otvorů jsou způsobené zvětšeným průhybem překladu, respektive dotvarováním u překladů, které jsou tvořeny klenutým pasem.



Obr. 43 (vlevo) – Pohled na stropní konstrukci přístavku po částečném zřícení ^[5]

Obr. 44 (vpravo) – Pohled na trhliny v nadpražích okenních otvorů ve východním křídle

5.4 Krov, střecha

Většina poruch krovu je způsobena nefunkčním nebo chybějícím odvodněním střechy. Srážková voda tak volně stéká přes střešní římsu dolů po fasádě. Dochází k objemovým změnám ve zdivu římsy a k její destrukci, na některých místech dochází k vypadávání kusového staviva. Chybí část boční konstrukce vikýře. Dále jsou pravděpodobně špatně provedena napojení střechy na atiku, vikýř a komíny, na některých místech chybí střešní tašky. Všemi těmito místy zatéká srážková voda nejen do krovu, ale do celé konstrukce. U prvků krovu, které jsou dlouhodobě vystavovány působení srážkové vody, dochází ke změně mechanických vlastností dřeva a k narušení jeho struktury hnilobou. Na některých místech je dokonce patrný výskyt dřevokazné houby a mechu. Krov nad místností č. 2.11 (jižní průčelí) a nad místnostmi č. 2.01 a 2.02 (mezi středovým rizalitem a východním křídlem) se propadl kvůli tomu, že došlo ke zřícení svislých nosných konstrukcí, na kterých byly uloženy pozednice a vazné trámy. Vzhledem k tomu, že je poškozené nebo chybějící odvodnění střechy a vzhledem k poškození střešní římsy, se dá očekávat silné poškození pozednice.

5.5 Schodiště

Hlavní dřevěné schodiště je pouze mechanicky opotřebeno, jinak porušeno není. Dřevěné schodiště na půdě se nachází v místě, kde došlo ke zřícení svislých konstrukcí i ke zřícení krovu. Ačkoliv se schodiště původně nacházelo v neosvětlené místnosti bez oken, dnes je kvůli destrukci některých okolních konstrukcí prakticky v exteriéru. Dřevěné schodiště je tedy vystaveno působení srážkové vody a ostatním povětrnostním vlivům, které napomáhají degradaci vertikální komunikace. Chybějící stupně ve spodní části schodišťového ramene byly pravděpodobně z jedné strany uloženy do svislé konstrukce. Po jejím zřícení došlo i k destrukci těchto stupňů.

5.6 Kompletační konstrukce

Dřevěná vrata, okna a interiérové dveře vykazují poruchy způsobené opotřebením materiálu a stárnutím, pravděpodobně byla zanedbána pravidelná údržba. Kování, které bylo vystaveno zvýšené vlhkosti, postupem času zrezivělo. V místech, kde chybí vnější parapety oken, mohlo docházet k dlouhodobému zatékání srážkové vody do konstrukce, a dále k její destrukci.

V podlahových konstrukcích v prvním nadzemním podlaží ve styku se zeminou je patrná absence hydroizolační vrstvy, popřípadě je hydroizolace nefunkční. Náslapná vrstva je tedy poškozena od zvýšené vlhkosti. Podlahové konstrukce ve druhém nadzemním podlaží jsou poškozeny zejména od stékající vody v místech porušení krovu.

Kordonové i korunní římsy v jižním průčelí chybí v místech, kde došlo ke zřícení částí obvodových konstrukcí. Vlasové trhliny v omítce mohou být způsobeny objemovými změnami povrchových úprav.

5.7 Ztužení objektu

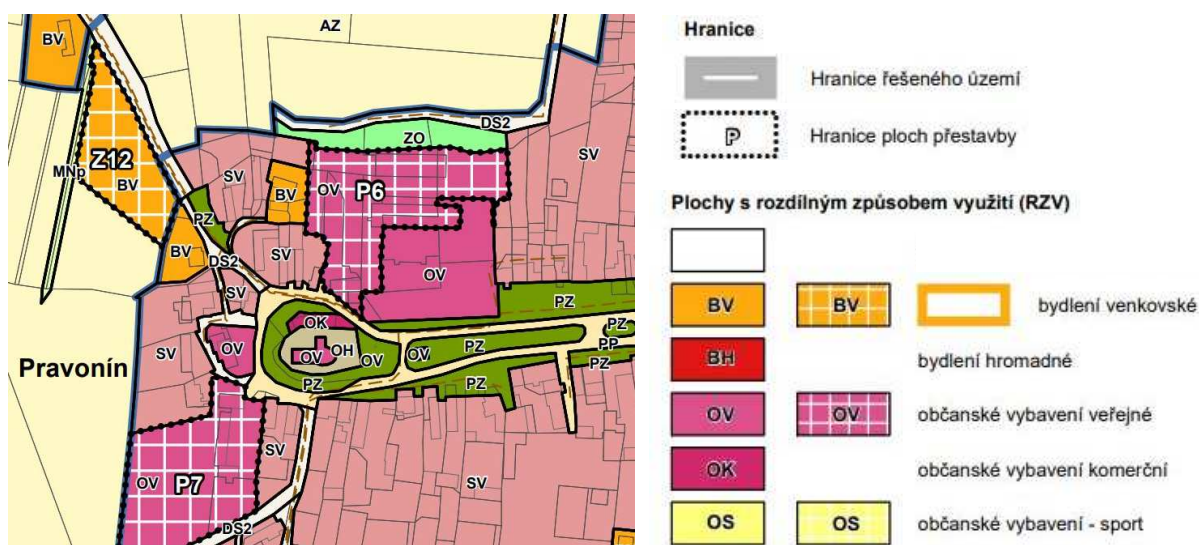
Jak už bylo popsáno výše, velkým problémem je nedostatečné vodorovné ztužení objektu. To má za následek například vzájemné odklánění východní stěny od příčných nosných stěn. Dále pak může být následkem vznik trhlin v oblasti korunní až střešní římsy.

6 NÁVRH SANAČNÍCH OPATŘENÍ

Objekt je památkově chráněný, tudíž je nutné brát na to při výběru sanačních metod ohled a navržené metody konzultovat s odborníky na památkovou péči. Je kladen důraz na to, aby byly používány tradiční materiály a technologie, a aby byly v co největší možné míře zachovány původní konstrukce. Z tohoto důvodu budou navržena sanační opatření s co nejmenším zásahem do stávajících konstrukcí. Dále bude zohledněno budoucí využití objektu. Zámek by měl sloužit zejména ke kulturním účelům. Bude zde umístěn historický nábytek a umělecká díla, bude zde zřízen hudební salonek a zámek bude zpřístupněn široké veřejnosti. V současné době je zámek v havarijním stavu, proto byly nosné konstrukce dočasně staticky podepřeny.

6.1 Sanace základů

V dřívější době bylo okolí zámku neupraveno, v jeho těsné blízkosti se ze všech stran vyskytovaly keře a vzrostlé stromy. V současné době jsou z jižní, východní a severní strany keře i stromy odstraněny. Bylo by vhodné pokácet stromy i na západní straně objektu, jelikož se svými korunami dotýkají obvodové stěny a zasahují nad střešní rovinu zámku, nicméně zámek leží svou západní stěnou přímo na hranici pozemku a sousední pozemek patří jinému majiteli. V návrhu územního plánu obce Pravonín, který předpokládá nabytí účinnosti na podzim roku 2022, dojde ke změně využití sousedních pozemků, které jsou nyní využívány jako hospodářský areál (změna P6 na obr. č. 45). Pozemky budou nově vedeny jako plochy OV (občanské vybavení veřejné) a přiřazeny k zámku, aby byla možná jeho obnova včetně původní okolní zahrady. To umožní i úpravu terénu včetně vykácení stromů a zjednoduší provedení sanačních opatření na západní straně objektu. Po obvodu zámku bude zřízen okapový chodník a terén bude vyspádován směrem od objektu.



Obr. 45 – Návrh územního plánu s legendou, předpokládané nabytí účinnosti na podzim roku 2022 ^[7]

V místech, kde došlo ke zřícení jižní obvodové stěny, bude poničené základové zdivo nahrazeno novým. Dá se předpokládat, že stejně poškozené základové konstrukce se budou nacházet i v místě mezi středovým rizalitem a východním křídlem, kde také došlo ke zřícení nosné stěny. Pokud se při průzkumu tato skutečnost potvrdí, bude poškozené zdivo základového pasu též nahrazeno novým zdivem.

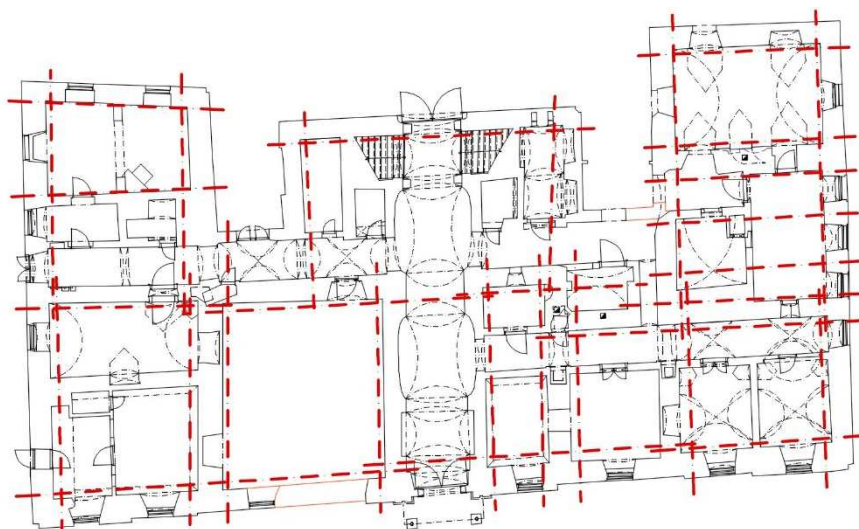
Nebyla zjištěna přesná hloubka základové spáry, ale podle odkopaných základů u jižní obvodové stěny je pravděpodobné, že i ostatní základové pasy nebudou dostatečně hluboké. Proto bude navrženo jako sanační opatření prohloubení základů podezděním. Vzhledem k tomu, že bude navržena sanace zvýšené vlhkosti podlahové konstrukce na terénu pomocí provětrávané vzduchové dutiny (viz kapitola 6.4), je z hlediska zamezení promrzání základové spáry nutné, aby se základová spára nacházela minimálně 800 mm pod spodní hranou provětrávané vzduchové mezery. Spodní hrana se bude nacházet v hloubce 720 mm pod úrovní čisté podlahy. Nová základová spára tedy bude v minimální hloubce 1520 mm (548,88 m. n. m.) pod úrovní čisté podlahy.

Nejprve budou provizorně zajištěny svislé konstrukce vzpěrami, dále budou podepřeny všechny okenní otvory. Základy budou podezdívány postupně, s vystřídáním pracovního záběru po částech asi 1 m dlouhých a vzdálených od sebe asi 4 m. Nejdříve se vykope zemina na šířku cca 2 m od úrovně paty starého základu a dále se vykopou 1 m široké pracovní jámy na úroveň nové základové spáry. Podezdívat se začne u rohů budovy. Podkope se starý základ v délce 750 až 900 mm a terén pod ním pro nový základ se urovná vrstvou betonové mazaniny. Spodní plocha starého základu se očistí a spodní líc se navlhčí vodou. Na urovnaný podklad se vyzdí nový základ na cementovou maltu. Nové zdivo základu je nutné dobře připevnit ke spodnímu líci starého základu. Dále se podezdívá podle pracovních záběrů tak, aby vzdálenost k dalšímu úseku byla přibližně 4 m. Sousední úsek lze provádět zhruba za 5 až 7 dní, po dostatečném zatvrdnutí malty. ^{[8][9]}

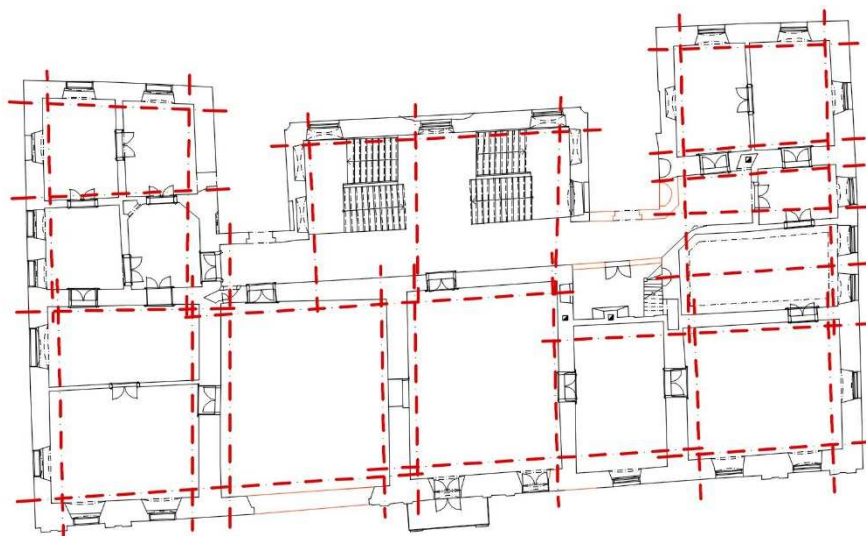
Dále bude prozkoumáno, zda se pod nyní zřícenými přístavky nacházejí základové konstrukce a případně v jakém jsou stavu. Pokud budou v podobném stavu jako ostatní základové pasy, budou podezděny tak, aby základová spára byla ve stejné hloubce jako již podezděné základové pasy pod okolními stěnami. Pokud budou základy přístavku ve špatném stavu, nebo budou chybět úplně, budou zhotoveny nové základové pasy pod obvodovými stěnami přístavků.

6.2 Sepnutí objektu

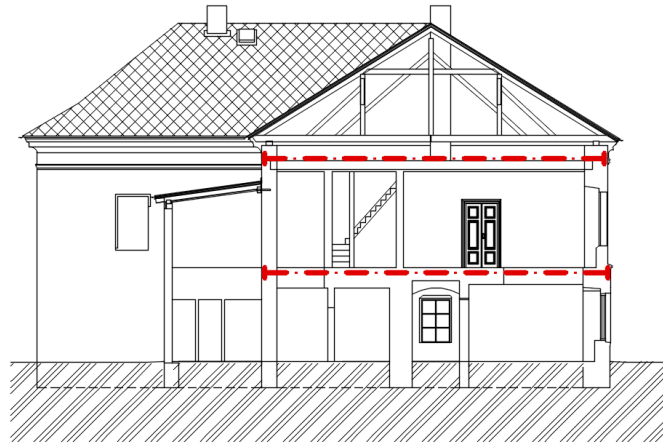
Jak už bylo popsáno výše, zámek nemá žádné funkční vodorovné ztužení. Navrhují tedy objekt sepnout ocelovými předpjatými lany, čímž dojde ke zvýšení prostorové tuhosti objektu. V ideálním případě by bylo vhodné jednotlivá lana umístit vždy u obou líců svislých nosných stěn, případně lana vést jádrem stěny, aby nedocházelo k mimostřednému namáhání konstrukce. Vzhledem k tomu, že na fasádách objektu se nacházejí velmi cenné architektonické prvky, není možné fasády narušovat vedením lan. Proto budou lana vedena pouze v interiéru. Jako rozpěry budou sloužit vnitřní nosné stěny, takže ke kroucení objektu by nemělo docházet. Půdorysné rozmístění ocelových lan je patrné ze schémat níže (obr. 46 a obr. 47). Ocelová lana budou umístěna ve dvou výškových úrovních, a to ve stropní konstrukci nad prvním nadzemním podlažím a ve stropní konstrukci nad druhým nadzemním podlažím, což je patrné ze schématu na obr. č. 48. Lana budou osazena do vyřezaných drážek ve zdivu.



Obr. 46 – Schéma vedení předpínacích lan ve stropní konstrukci prvního nadzemního podlaží



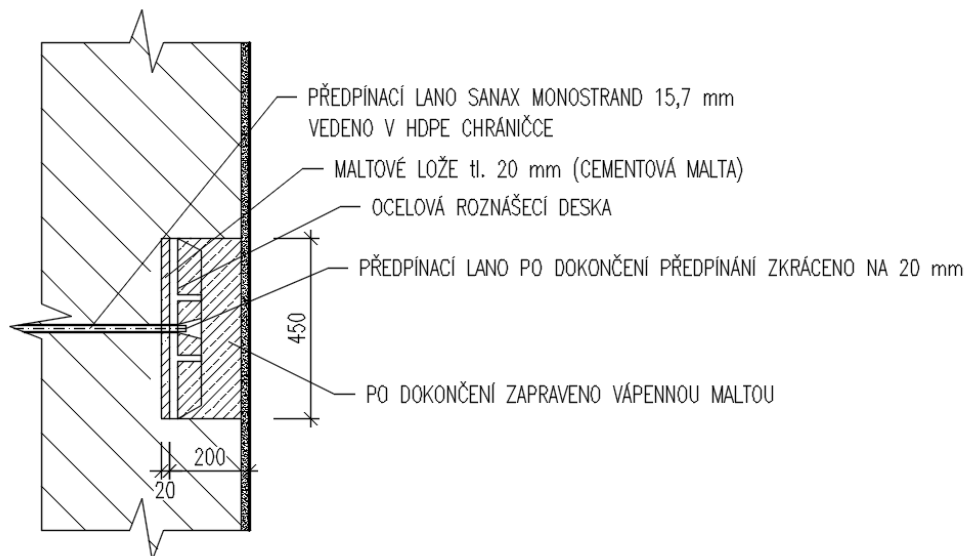
Obr. 47 – Schéma vedení předpínacích lan ve stropní konstrukci druhého nadzemního podlaží



Obr. 48 – Řez – schéma vedení předpínacích lan

Budou použita ocelová předpínací lana Sanax MonoStrand o průměru 15,7 mm s pevností v tahu 1860 MPa. Lana budou uložena v HDPE chráničkách s mazivem, čímž bude zajištěna dvoustupňová protikorozní ochrana, a navíc dojde k minimální ztrátě předpětí třením.^[10]

Nejprve se připraví drážky a vrty ve zdivu. Také se připraví niky ve zdivu pro ukotvení lan dle rozměrů roznášecích desek. Do nik se zhotoví maltové lože tloušťky 20 mm z cementové malty, na které se osadí roznášecí kotevní desky, protáhnou se předpínací lana a po jejich důkladné kontrole se provede montážní předpětí na počáteční hodnotu 10 kN (maximálně 20 kN). Dále se budou postupně vnašet předpínací síly po 10 kN s časovou prodlevou minimálně 15 minut až do hodnot stanovených předpínacích sil, které budou vypočteny ve statickém výpočtu. Po každém zvýšení napětí se provede kontrolní měření vlastního protažení lana, které se porovná s hodnotou vypočtenou pro příslušnou předpínací sílu, která bude uvedena ve statickém výpočtu. Po dokončení předpínání se provede podrobná vizuální kontrola celého objektu. Lana, která přesahují zhruba o 500 mm, se zkrátí na délku 20 mm. Na závěr se provede zapravení niky vápennou maltou.^[10]



Obr. 49 – Schéma kotvení předpínacího lana pomocí ocelové kotevní roznášecí desky



Obr. 50 (vlevo) – 3D schéma kotvení pomocí ocelové roznášecí desky ^[10]

Obr. 51 (vpravo) – Upevnění roznášecí desky, osazení kotevní objímky a čelistí ^[10]

6.3 Sanace trhlin, oprava lokálně porušeného zdiva

Aby bylo možné správně navrhnout sanační opatření svislých konstrukcí, je nejprve třeba určit, zda se v konstrukcích vyskytují trhliny aktivní nebo pasivní. Sanace svislých konstrukcí se budou provádět až po sepnutí objektu ocelovými předpjatými lany a po provedení podezdění základových konstrukcí. Budu tedy uvažovat, že trhliny způsobené sedáním základových konstrukcí vlivem podmáčení nebo nedostatečným vodorovným ztužením objektu jsou již pasivní.

Trhlinami jsou nejvíce poškozena nadpraží otvorů, kde často dochází i k vypadávání kusového staviva. Nejprve tedy bude zdivo odstraněno v místech, kde je lokálně degradováno. Bude odstraněna také malta ze spár do hloubky 30 až 50 mm. Povrch bude očištěn a stávající zdivo se doplní novým zdivem z cihel pálených plných. Jako pojivo bude použita malta vápenná.

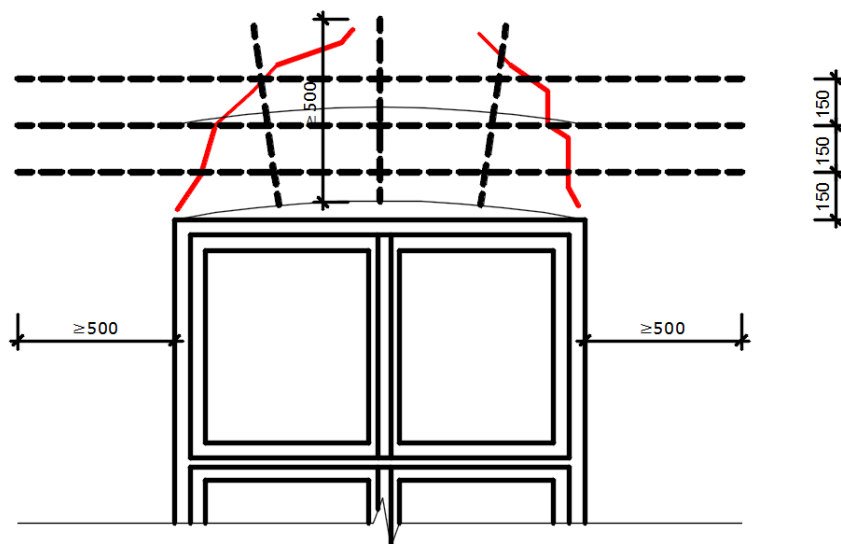
Sanace trhlin bude provedena pomocí nerezové helikální výztuže, která bude vleповána buď do vyfrézovaných drážek nebo do vyvrtaných otvorů. Tato sanační metoda je poměrně šetrná ke konstrukci, proto je vhodná i pro památkově chráněné objekty.

V případě ukládání helikální výztuže do drážek bude nejprve vyfrézovaná drážka drážkovací frézou s dvěma diamantovými kotouči. Drážka se zbaví všech nečistot a prachových částic vysátím nebo vyfoukáním. Před nanesením malty do spáry se drážka vypláchne čistou vodou. Malta Kompakt MPC 50 se na zadní stěnu drážky nanese pomocí aplikační pistole ve spojitě vrstvě tloušťky minimálně 8 až 10 mm. Výztužný prut se vtlačí do malty po celé délce a nanese se na něj druhá vrstva speciální malty tak, aby výztuž byla celá zakrytá. Spárovací špachtlí se pak malta zatlačí do drážky. ^[11]

Při ukládání helikální výztuže do vrtů se nejprve provede vrt do konstrukce rotační příklepovou vrtačkou. Dále se vrt zbaví všech nečistot a vypláchne se čistou vodou. V případě, že výztuž pokračuje z drážky do vrtu, se vsune trubicový nástavec na aplikační pistoli až na konec vrtu a celý se vyplní maltou. Výztužný profil se vtlačí do celé hloubky vrtu a současně do přilehlé drážky do první připravené

vrstvy malty. V případě, že se jedná o samostatnou kotvu lepenou do vrtu, vtláčí se do trubicového nástavce malta z aplikační pistole až na jeho konec a do prázdného nástavce se vešroubuje helikální výztuž. Nástavec s maltou a výztuží se pak vsune na dno vrtu a pomocí aplikační pistole se vyinjektuje výztuž do vrtu. [11]

Trhliny je nutné vyplnit injektážní směsí, aby nedocházelo k pronikání vlhkosti do zdiva. Zdivo v okolí trhlin bude zbaveno omítky, a to zejména v interiéru, jelikož v exteriéru je omítka v okolí trhlin opadaná. Trhliny budou zbaveny všech nečistot vyfoukáním nebo vysátím. Injektážní látka (epoxidová pryskyřice) bude do trhliny vpravena pomocí nalepovacích ocelových nebo plastových pakrů. Tento způsob injektáže je šetrnější, jelikož se neprovádí injektážní vrty a nedochází tak k oslabování konstrukce. Osazení nalepovacích pakrů ale musí být přesné, aby injektážní látka mohla vytékat přesně tam, kde je třeba. Trhliny je nutno při povrchu stěny řádně utěsnit, aby injektážní látka nevytékala z konstrukce ven. [11]



Obr. 52 – Schéma umístění helikální výztuže v mírně klenutém nadpraží

6.4 Sanace zvýšené vlhkosti

Nejprve je nutné odstranit příčiny zvýšené vlhkosti v objektu a poté je možné navrhnout sanace již poničených konstrukcí. Bude se tedy jednat o kombinaci různých opatření. Příčiny zvýšené vlhkosti budou odstraněny nepřímými sanačními metodami. Jak už bylo popsáno výše, místa výskytu nejvíce porušených svislých a vodorovných konstrukcí odpovídají místům porušení střešní konstrukce, jelikož v těchto místech dochází k zatékání srážkové vody do objektu. Součástí sanace střešní konstrukce, která je podrobněji popsána v kapitole 6.9, je tedy zřízení funkčního odvodnění střešních rovin. Budou osazeny nástřešní okapní žlaby a dešťové svody. Srážková voda bude odváděna do jímací nádrže

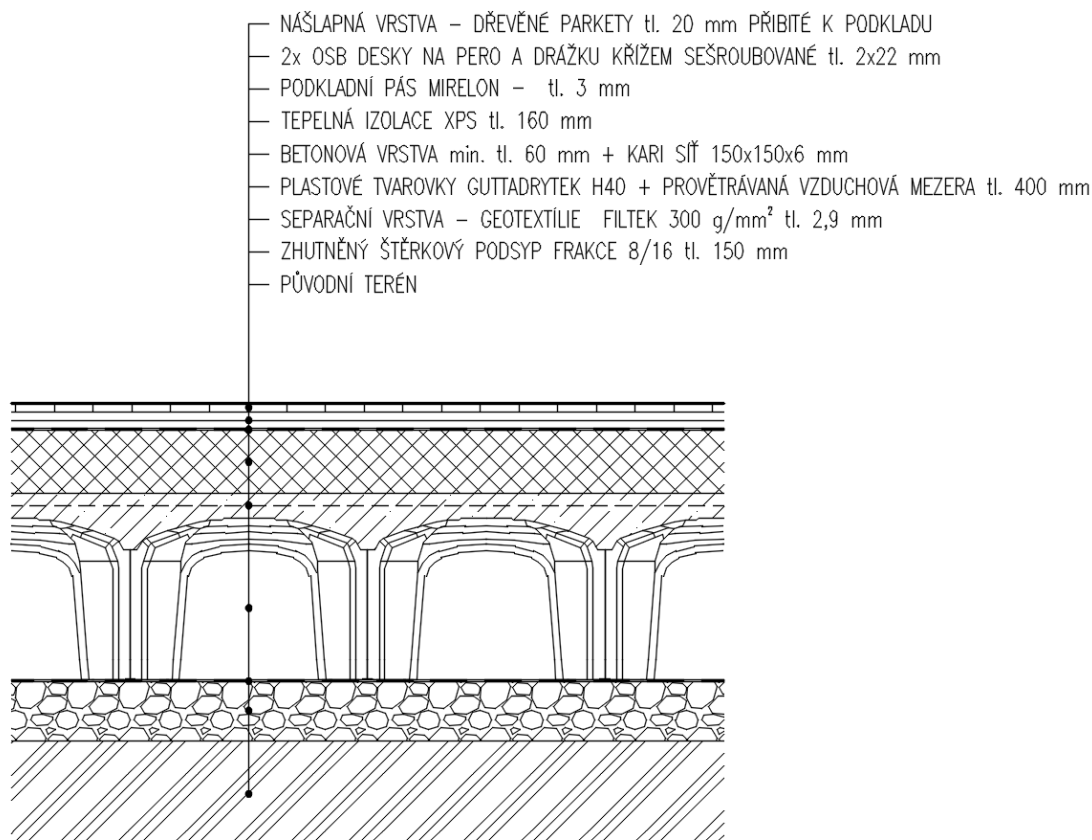
v severovýchodní části pozemku. Dále bude zřízen drenážní systém po obvodě objektu. Nejjednodušší přímé sanační metody jsou mechanického charakteru. Jedná se například o vlačování plechů do ložné spáry zdiva. Tuto metodu nelze použít, jelikož je stavba ze smíšeného zdiva, které nemá průběžnou ložnou spáru, a navíc mají svislé konstrukce velkou tloušťku (1000 až 1200 mm). Další možnou metodou je probourávání zdiva a postupné vkládání hydroizolačních pásů. Ani tato metoda ale není vhodná, jelikož se dá předpokládat, že zdivo bude mít vlivem porušení nižší únosnost. Také se jedná o památkově chráněný objekt, takže je nutné navrhnout sanační metody s co nejmenším zásahem do stávajících konstrukcí. Z těchto důvodů není vhodná ani chemická infuzní metoda pomocí vrtů a injektážního roztoku.

Bude tedy použita přímá sanační metoda, která využívá vzduchových provětrávaných dutin, a která téměř nezasahuje do stávajících konstrukcí. Dutiny eliminují styk zdiva či podlahové konstrukce se zemínou, a proudící vzduch odvádí z těchto konstrukcí vlhkost.

Podlahové provětrávané vzduchové dutiny budou provedeny ve všech místnostech prvního nadzemního podlaží. V místnostech, kde se nachází jako nášlapná vrstva linoleum, bude nejprve linoleum odstraněno, aby se zjistilo, zda se pod ním nenachází historicky cenné nášlapné vrstvy, například dřevěné parkety. Pokud ano, bylo by nutné posoudit jejich stav a následně je nechat zrestaurovat nebo v případě silného poškození nechat provést repliku. Vzhledem k tomu, že čistá podlaha prvního nadzemního podlaží se nachází téměř ve stejné rovině s okolním terénem, není možné zvýšit podlahu za účelem provedení nové podlahové konstrukce se vzduchovými dutinami. Proto budou stávající podlahové konstrukce včetně původní zeminy odstraněny až do hloubky 870 mm pod úroveň čisté podlahy. Úroveň čisté podlahy bude v celém podlaží sjednocena na výšku 550,4 m. n. m. Vzhledem k tomu, že došlo k podezdění základů, bude splněn požadavek, aby provětrávaná vzduchová dutina byla nejméně 800 mm od základové spáry (z důvodu rizika promrzání základové spáry).

Skladba nové podlahové konstrukce je patrná na obrázku č. 53. Stávající zemina ve výkopu bude srovnána. Na ní bude uložen štěrkový podsyp frakce 8/16 v tloušťce 150 mm a bude zhutněn. Budou provedeny větrací otvory o průměru 150 mm ve svislých nosných konstrukcích a budou opatřeny mřížkou. Další vrstva je separační netkaná geotextilie Filtek o gramáži 300 g/mm² a tloušťce 2,9 mm. Na ní se vyskládají dle pokynů výrobce plastové tvarovky ztraceného bednění typu „iglu“ Guttadrytek H40. Při kladení je třeba dbát na to, aby došlo ke správnému spojení jednotlivých tvarovek. Na plastové tvarovky bude uložena kari síť 150x150x6 mm a bude provedena vyrovnávací betonová mazanina o minimální tloušťce 60 mm.^[12] Po technologické přestávce bude umístěna tepelná izolace z extrudovaného polystyrenu tl. 160 mm. Na ní přijde podkladní pás Mirelon tloušťky 3 mm. Další vrstvu budou tvořit dvě vrstvy OSB desek na pero a drážku tloušťky 2x 22 mm (celkové tloušťka 44 mm). Nášlapná vrstva bude tvořena ve většině místností dřevěnými parketami, které budou přibité k podkladu. V místnostech sociálního zařízení bude na tepelnou izolaci z XPS položena PE fólie jako separační vrstva, další vrstva bude roznášecí betonová mazanina tl. 80 mm s výztužnou kari sítí 150x150x6 mm. Po obvodu místností sociálních zařízení bude umístěn okrajový dilatační pásek

Rockwool Steprock tl. 12 mm z kamenné vlny. Nášlapná vrstva bude tvořena keramickou dlažbou, která bude lepena na provedenou hydroizolační stěrku.



Obr. 53 – Skladba podlahy v prvním nadzemním podlaží (na terénu) s provětrávanou vzduchovou mezerou

Vzduch do vodorovné podlahové dutiny bude přiváděn větracími otvory ve svislých konstrukcích, které budou napojeny na svislou provětrávanou dutinu. Ta bude provedena z vnější strany objektu po celé délce jeho obvodu. Svislá provětrávaná dutina bude na exteriér napojena pomocí nasávacích a výdechových otvorů v obvodových stěnách. Všechny otvory budou na koncích opatřeny odnímatelnou mřížkou, aby se zabránilo vniku nečistot nebo živočichů. Dále musí být zabráněno vniku vody a sněhu. Provětrávání vzduchové dutiny bude zajištěno nuceně – ventilátory, které budou osazeny v odváděcích kanálcích. V ideálním případě by světlá výška svislé dutiny měla být rovna nebo větší než tloušťka obvodové stěny, což by znamenalo cca 1400 mm. Aby byla zachována výška terénu v okolí stavby a dále požadavek na minimální nezámrnou hloubku, bude mít svislá dutina výšku pouze 620 mm, její šířka bude 500 mm. Vnější i vnitřní soklová omítka pak bude použita sanační. Betonové dno svislé dutiny bude vypsádováno směrem od objektu ve sklonu 3 %. Železobetonová předstěna bude tloušťky 150 mm. Betonový okapový chodník bude také ve spádu 3 % od objektu. Kolem svislé provětrávací dutiny bude z vnější strany po obvodě provedena drenáž pomocí drenážní perforované trubky průměru 125 mm ve spádu 0,5 %. Perforovaná trubka bude obalena geotextílií, aby se předešlo zanášení otvorů. Výkop, ve kterém bude umístěna drenážní trubka, bude zasypán štěrkem dvou různých frakcí. Ve spodní části bude jemnější štěrk frakce 8/16, na který přijde vrstva štěrku frakce 16/32. Štěrk

bude od okolní zeminy oddělen geotextílií. Dorovnění terénu pak bude provedeno zásypem původní zeminou. Schéma provedení svislé dutiny s drenáží je znázorněno na výkrese č. 19 – Detail A.

Předběžný návrh plochy nasávacích a výdechových otvorů lze přibližně určit dle vzorce: ^[14]

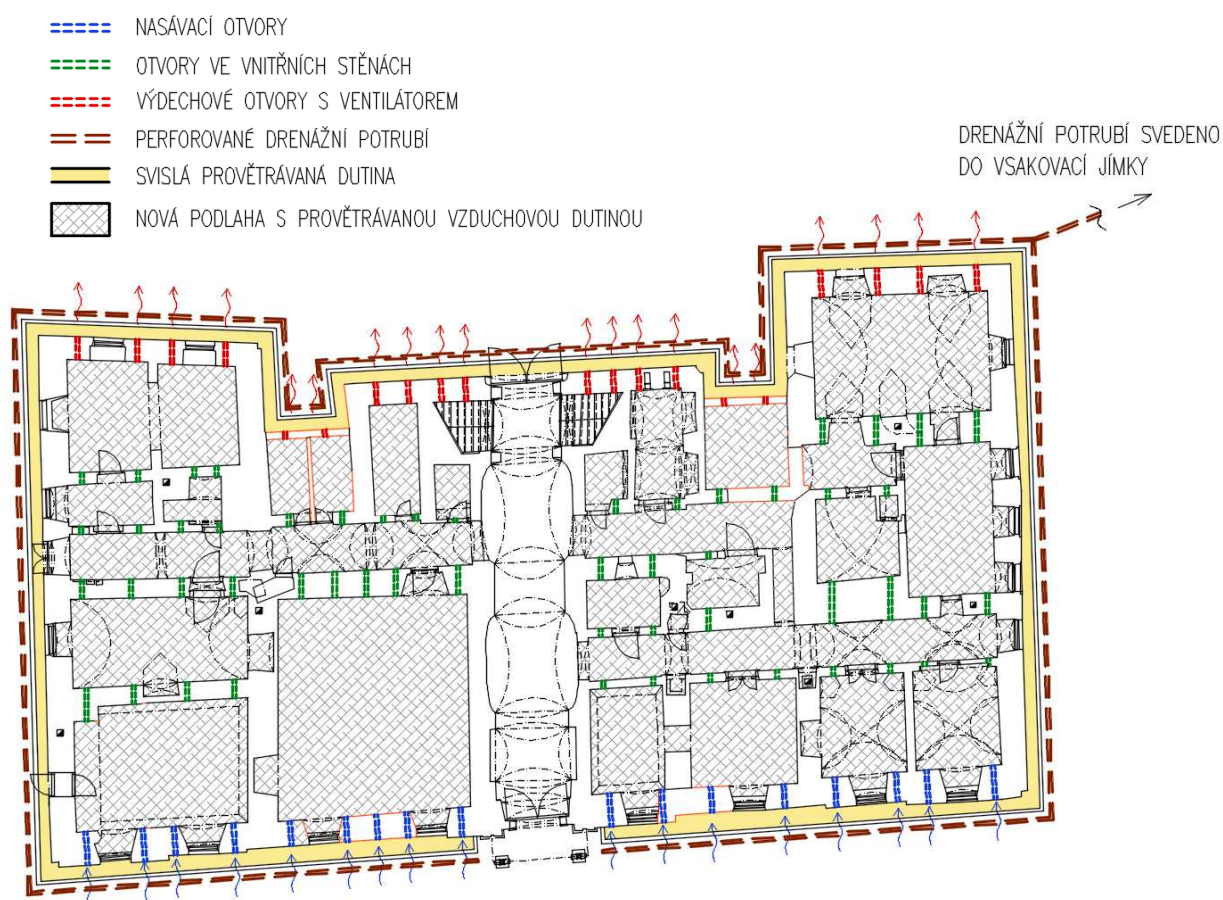
$$S \cong \frac{A}{100} [m^2]$$

kde A je plocha větrané podlahy v m². Výpočet bude proveden například pro místnost č. 1.17 s podlahovou plochou 71,28 m². Rozměr jednoho otvoru bude uvažován 150x150 mm (0,0225 m²).

$$\text{Plocha otvorů: } S \cong \frac{A}{100} = \frac{71,28}{100} = 0,713 \text{ m}^2$$

$$\text{Počet otvorů: } n = \frac{0,713}{0,0225} = 31,69 = 32$$

Určený počet otvorů nelze provést, jelikož by se jednalo o velký zásah do konstrukce, což není u památkově chráněného objektu vhodné, ale především by došlo ke snížení únosnosti zdiva. Počet a rozmístění nasávacích a výdechových otvorů je tedy navržen s ohledem na zachování únosnosti zdiva. Otvory jsou od sebe vzdáleny 1,5 až 2 m a jejich umístění je patrné z obrázku č. 54.



Obr. 54 – Půdorys 1. NP – schéma rozmístění nasávacích a výdechových otvorů

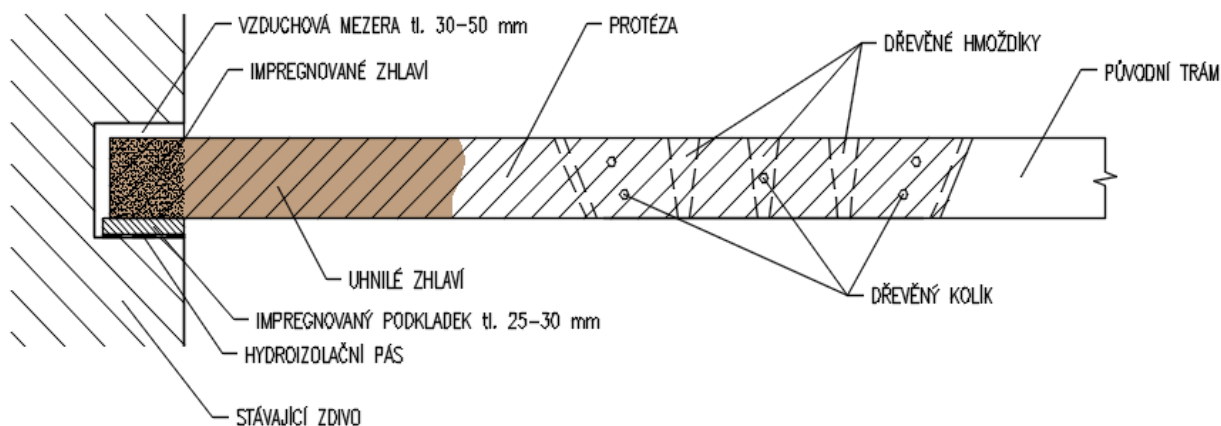
Tyto sanační metody budou doplněny použitím sanační omítky WTA na soklovou oblast svislých konstrukcí. Sanační omítka je paropropustná a umožňuje odpařování vztlínající vlhkosti. Dále se vyznačuje velmi nízkou kapilární vztlínavostí a vysokou porozitou, krystalizující soli se tedy ukládají v pórech. Póry se postupem času zanášejí a tím se snižuje účinnost sanační omítky. Je tedy nutné omítky sledovat a v případě potřeby vyměnit. ^[14]

Před aplikací sanační omítky je třeba odstranit stávající omítku, odstranit maltu ze spár a zbavit podkladní zdivo nečistot. Vzhledem k tomu, že je zdivo nerovné, bude jako první vrstva nejprve provedena vyrovnávací Sanační omítka podkladní WTA 014 Cemix v tloušťce 15 mm. Druhá vrstva bude Sanační omítka WTA 024 Cemix v tloušťce 20 mm. Dále bude zhotovena vrstva štuky vhodného na sanační omítky, a to Sanační omítka štuková WTA 034 Cemix v tloušťce 2,5 mm. V interiéru bude jako konečná úprava použit silikátový interiérový nátěr Cemix a v exteriéru silikátový fasádní nátěr Cemix. ^{[14][15]}

6.5 Sanace vodorovných konstrukcí

Po demontáži dřevěných parket ve druhém nadzemním podlaží bude odstraněn násyp a dřevěný záklop. V místnostech, kde není zjevné porušení podlahové nebo stropní konstrukce od zvýšené vlhkosti, budou pouze demontované dřevěné parkety. Dále se udělají sondy ve vybraných místech u zhlaví trámů a zjistí se jejich stav a míra poškození. Dřevěné stropní trámy, které budou poškozeny od zvýšené vlhkosti z 50 % a více, budou odstraněny a nahrazeny novými trámy stejných rozměrů. Stropní trámy, které budou poškozeny méně než z poloviny, budou protézovány pomocí plátového spoje se šikmými podkosenými čely a pomocí dřevěných hmoždíků a kolíků. Zejména se bude jednat o protézy v místě zhlaví trámů. V některých místnostech tedy dojde i k odstranění podhledu. Vzhledem k tomu, že je zámek památkově chráněný, bude kladen důraz na to, aby bylo zachováno co nejvíce původních konstrukcí.

Jako protézy budou použity trámy stejného průřezu jako původní trám. Protézované trámy je nejdříve nutné podepřít, dále bude odříznuta poškozená část trámu plus navíc alespoň 0,5 m zdravé části. Původní trám bude seříznut pro vytvoření plátového spoje, a budou v něm vytvořeny drážky pro vložení dřevěných hmoždíků. Užší část hmoždíku bude směřovat směrem dolů. Plát se vytvoří i na protéze. Zhlaví protézy bude impregnováno proti působení vlhkosti a bude do kapsy zdiva uloženo na podkladek z tvrdého impregnovaného dřeva tl. 25 až 50 mm. Ten bude podložen kusem hydroizolačního pásu. Mezi zhlavím trámu bude vzduchová mezera šířky 30 až 50 mm. Původní trám a protéza budou spojeny pomocí vložených hmoždíků a pomocí tvrdých dřevěných (např. dubových) kolíků, které budou zatlučeny do vyvrtaných otvorů. ^[16]



Obr. 55 – Schéma protézy zhlaví trámu pomocí plátového spoje se šikmými podkosenými čely

Pokud by se během podrobnějšího průzkumu prokázalo napadení dřevěných trámů dřevokazným hmyzem nebo dřevokaznou houbou, bylo by nutné nejprve určit přesný druh biotického škůdce, a podle toho pak navrhnout vhodnou sanaci. Nejlepší ochranou proti napadení biotickými činiteli je preventivní opatření, proto budou veškeré stávající i nové trámy impregnovány biocidními přípravky.

V místnostech č. 1.10 a 1.13, kde došlo ke zřícení kleneb, budou zhotoveny nové klenby z cihel plných pálených. Po sanaci nosných částí stropní konstrukce bude proveden podhled stejného charakteru jako původní podhled. V místnostech s trámovými stropy bude nejprve provedeno podbití buď z prken, nebo hustým laťováním, na které bude připevněna rákosová rohož omítnutá vápennou maltou. Obnovené klenby a klenby, u kterých došlo k odpadání omítky, budou omítnuty také vápennou maltou.

6.6 Sanace schodiště

Hlavní dřevěné schodiště bylo rozebráno a odvezeno do restaurátorské dílny, kde bude obnoveno do své původní podoby. Bude zhotoveno nové kovové zábradlí schodiště, které bude mít stejný vzhled jako venkovní zábradlí balkónu.

Dřevěné schodiště na půdu bude odstraněno a nahrazeno novým dřevěným schodištěm, které bude mít podobu původního schodiště. V případě, že některé prvky (zejména stupně) původního schodiště nebudou silně poškozené, bude možné je zachovat. Dále bude provedeno nové dřevěné zábradlí.

6.7 Sanace kompletačních konstrukcí

Jak již bylo zmíněno, hlavní vchodová vrata se v současné době nacházejí v restaurátorské dílně, stejně jako většina interiérových dveřních křídel a zárubní. Do restaurátorské dílny budou odvezena také severní vrata a dřevěné rámy dvoukřídlých dveří, které se nacházejí u obou nástupních ramen schodiště. Dveře s ocelovými zárubněmi, které byly doplněny ve 20. letech 20. století, budou odstraněny a nahrazeny novými dřevěnými dveřmi a zárubněmi, ve stejné podobě jako ostatní dveře. Prvky, které budou vykazovat silné poškození a nebude možné jejich zrestaurování, budou nahrazeny dokonalými replikami. Dále budou vytvořeny repliky dveřních křídel, která se nedochovala.

Tam, kde to bude možné, budou provedeny repase dřevěných okenních ráků, křídel, kování a vnitřních parapetů. U prvků, které jsou velmi poškozeny nebo se nedochovaly, bude provedena replika. Některé otvory, které byly zazděny, budou znovu vybourány, a budou do nich osazeny nová dřevěná okna. Budou provedeny repliky chybějících vnitřních dřevěných parapetů, dále budou provedeny nové venkovní parapety. Budou odstraněny všechny mříže, které se nacházejí v okenních i dveřních otvorech v prvním nadzemním podlaží.

Podlahové konstrukce v prvním nadzemním podlaží už byly popsány v kapitole 6.4 Sanace zvýšené vlhkosti. Jako nášlapná vrstva budou ve většině místností použity dřevěné parkety, a to buď repasované, nebo replikované. V místnostech sloužících jako sociální zařízení bude jako nášlapná vrstva použita keramická dlažba (v prvním i druhém nadzemním podlaží). Ve druhém nadzemním podlaží bude ve schodišťové hale provedena repase velkoformátové kamenné dlažby a doplnění chybějících částí. V ostatních místnostech budou dřevěné parkety, které budou opět repasovány, případně replikovány. Dále budou doplněny chybějící dřevěné soklové lišty po obvodu místností.

V místech, kde došlo ke zřícení nebo silnému porušení kordonové a korunní římsy, bude dozděna z cihel plných pálených nová římsa navazující na stávající. Všechny římsy budou oplechovány novou okapničkou. Bude provedena replika sádrových hlavic pilastrů, které chybí ve druhém nadzemním podlaží. Dále budou opraveny šambrány kolem oken.

6.8 Obnovení přístavků

Mezi východním křídlem a středovým rizalitem, a mezi západním křídlem a středovým rizalitem, došlo ke zřícení přístavků s pultovou střechou, které byly vystavěny ve 2. polovině 19. století. Původní myšlenka byla přístavky neobnovovat a zachovat původní půdorysný tvar zámku z barokního období. Vystala ale otázka, kam umístit sociální zařízení. Po konzultaci s odborníky z památkové péče bylo vyhodnoceno jako nejlepší umístění právě v těchto přístavcích, které budou obnoveny, čímž se nenaruší architektonicky hodnotnější místnosti.

Obvodová stěna přístavků bude vyzděna z broušených tepelněizolačních keramických bloků

Porotherm 30 T Profi na maltu pro tenké spáry Porotherm Profi. Stěna bude opatřena dvěma železobetonovými věnci, které budou, stejně jako zdivo, zavázány do stávajících konstrukcí. Příčky v přístavcích budou vyzděny z broušených keramických bloků Porotherm 14 Profi a Porotherm 8 Profi na maltu pro tenké spáry. Podlahová konstrukce v prvním nadzemním podlaží je popsána v kapitole 6.4, jako nášlapná vrstva bude použita keramická dlažba. Stropní konstrukce prvního nadzemního podlaží bude tvořena dřevěnými trámovými stropy se sádrokartonovým podhledem. Stropní konstrukci druhého nadzemního podlaží bude tvořit střešní pultová konstrukce se sádrokartonovým podhledem. Skladba střešního pláště je popsána v následující kapitole.

V prvním nadzemním podlaží budou v západním přístavku zřízeny dámské toalety se třemi WC kabinkami, ve východním přístavku budou zřízeny pánské toalety se dvěma WC kabinkami a dvěma pisoáry. Ve druhém nadzemním podlaží budou vybudovány toalety pouze v západním přístavku. Zde bude pouze jedna WC kabinka pro dámy a jedna WC kabinka pro pány. V západním přístavku se nachází architektonicky cenné renesanční niky, proto zde bude místnost využita například k výstavním účelům.

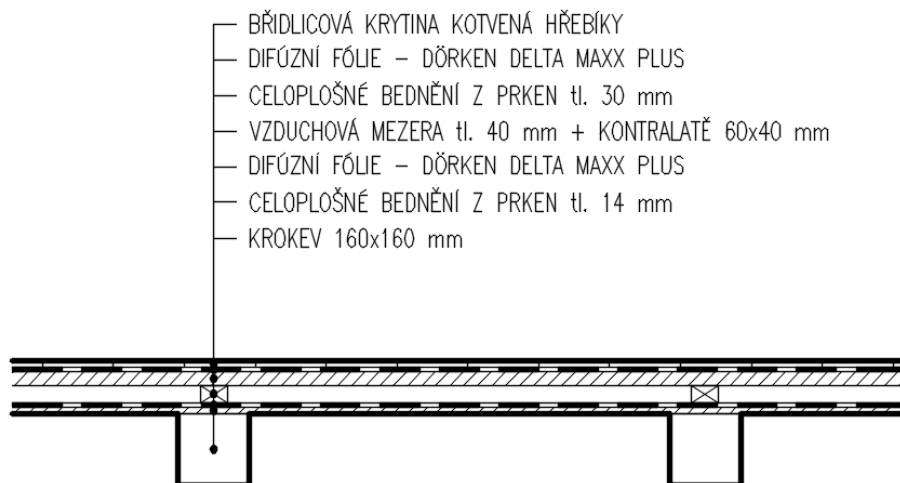
6.9 Sanace krovu a střechy

Nejprve bude odstraněna stávající střešní krytina, a to jak bobrovka na jižní straně (včetně laťování), tak eternitové šablony na ostatních střešních rovinách. Vzhledem k tomu, že eternit je kvůli obsahu azbestových vláken považován za vysoce nebezpečný materiál, je třeba zajistit správnou manipulaci a likvidaci materiálu. Nemělo by dojít k mechanickému narušení šablon a je třeba dbát na snížení prašnosti během odstraňování krytiny, například kropením vodou. Dále je potřeba dbát na to, aby pracovníci používali ochranný oděv včetně rukavic, ochranu očí a ochranu dýchacích cest. Eternitové šablony se budou ukládat do neprodyšných pytlů, stejně jako bednění, které bude také odstraněno, jelikož se na něm mohou vyskytovat stopy azbestu. Nebezpečný odpad bude odvezen na skládku, která je určena k uložení materiálů obsahujících azbest.

Po demontáži střešní krytiny, vodorovného laťování a celoplošného bednění bude krov znovu důkladně prozkoumán a bude upřesněno, které prvky krovu budou zcela odstraněny a nahrazeny novými, které prvky budou protézovány a které zůstanou původní. V současné době krov není z bezpečnostních důvodů přístupný, takže přesný rozsah poruch a sanací není možné určit. V místech, kde došlo k propadu krovu, jsou z velké části prvky uhnílé, někde dokonce chybí. V těchto místech dojde k výměně stávajících prvků krovu za nové. Jelikož se jedná o původní barokní krovovou soustavu (u většiny prvků), je snaha zachovat co nejvíce trámů. Proto trámy, které budou poškozeny méně než z 50 %, budou protézovány pomocí plátového spoje se šikmými podkosenými čely a pomocí dřevěných hmoždíků a kolíků. Předpokládané zásahy do krovu jsou vyznačeny ve výkrese č. 16, po podrobnějším průzkumu bude provedena revize projektové dokumentace a dojde k upřesnění sanací. Všechny prvky, stávající i nové, budou opatřeny biocidním nástřikem.

Bude opravena střešní římsa v místech, kde je porušena. Bude doplněno kusové stavivo (cihla pálená plná). V místech, kde dochází k vypadávání malty, bude poškozená malta vyškrábnuta a zdivo bude doplněno novou maltou. Dále bude opravena konstrukce vikýře a věžičky. Také budou obnovena komínová tělesa. Pět z osmi komínů, které vystupují nad rovinu střechy, je rozpadlých. Degradované zdivo proto bude odstraněno. Komíny nacházející se mezi východním křídlem a středním rizalitem, kde došlo k propadu střešní konstrukce, budou ubourány až na úroveň podlahy půdy. Komíny budou nově vyzděny z šamotových cihel na vápenocementovou maltu. Na všechny komíny bude osazena komínová hlava, aby se zabránilo průniku srážkové vody do objektu. Pokud by měly být komíny využívány, bylo by nutné vyfrézovat jejich průduchy, aby byl průměr vzhledem k plánovanému využití dostačující. Dále by bylo vhodné komíny vyvlozkovat ocelovou nerezovou vložkou a osadit všechny příslušné komponenty dle využití komínových těles. Hlava komínů bude ve výšce minimálně 650 mm nad hřebenem střechy.

Po sanaci krovu bude proveden nový střešní plášť tak, aby byla sjednocena střešní krytina na celém objektu. Na střeše věžičky se nyní nachází břidlicová krytina, proto bude použita i na ostatní střešní roviny. Skladba střešního pláště je zobrazena na obr. č. 56. Na krokve bude realizováno celoplošné bednění z prken tl. 14 mm, na něj bude provedena difúzní fólie Dörken Delta Maxx plus, dále kontralatě 40x60 mm, celoplošné bednění z prken tl. 30 mm, difúzní fólie Dörken Delta Maxx plus, a nakonec břidlicová střešní krytina. Břidlice v ploše bude kotvena pomocí žárově pozinkovaných nebo měděných hřebíků s kónickým dřikem o velikosti min. 2,8x35 mm, a to vždy minimálně dvěma kusy hřebíků na jednu břidlicovou šablonu. V detailech (okraje, hřebenové a nárožní lemy, komíny, úžlabí) budou použity delší hřebíky o velikosti min. 2,8x55 mm, a podle velikosti břidlice budou použity minimálně tři nebo čtyři kusy na jednu břidlicovou šablonu. Plošná hmotnost břidlicové krytiny je cca 30 kg/m², to znamená, že na jižní straně, kde se nacházela bobrovka, dojde ke snížení hmotnosti střešního pláště. Naopak v místech, kde byla vláknocementové krytina, dojde k mírnému zvýšení hmotnosti. Výpočet zatížení je proveden v následující kapitole.



Součástí sanace krovu a střechy je i návrh nového odvodnění střešních rovin. Budou provedeny nástřešní okapní žlaby a dešťové svody. Srážková voda bude svedena do jímací nádrže, která bude umístěna v severovýchodním rohu pozemku. Voda bude dále použita pro údržbu obnovené zámecké zahrady. Všechny klempířské prvky (žlaby, svody, oplechování detailů) budou provedeny v žárově pozinkované úpravě.

Nad nově vystavěnými přístavky mezi středním rizalitem a východním křídlem, a mezi středním rizalitem a západním křídlem bude proveden nový střešní plášť. Minimální sklon pro použití břidlicové krytiny je 22-25°. Sklon střechy přístavků ovšem bude menší, a to 8°. Střešní krytina tedy musí být z jiného materiálu, proto navrhuji plechovou falcovanou krytinu. Skladba střešního pláště přístavků je znázorněna na obrázku č. 57.

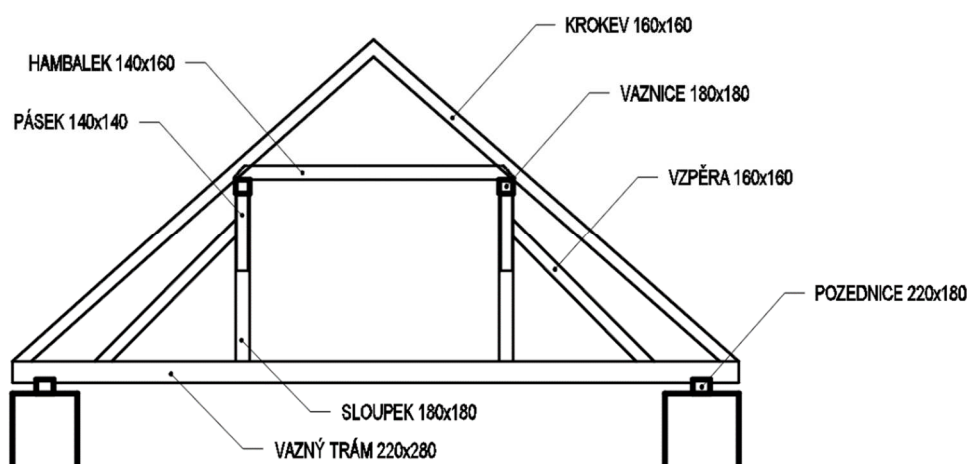


Obr. 57 – Skladba střešního pláště s plechovou falcovanou krytinou

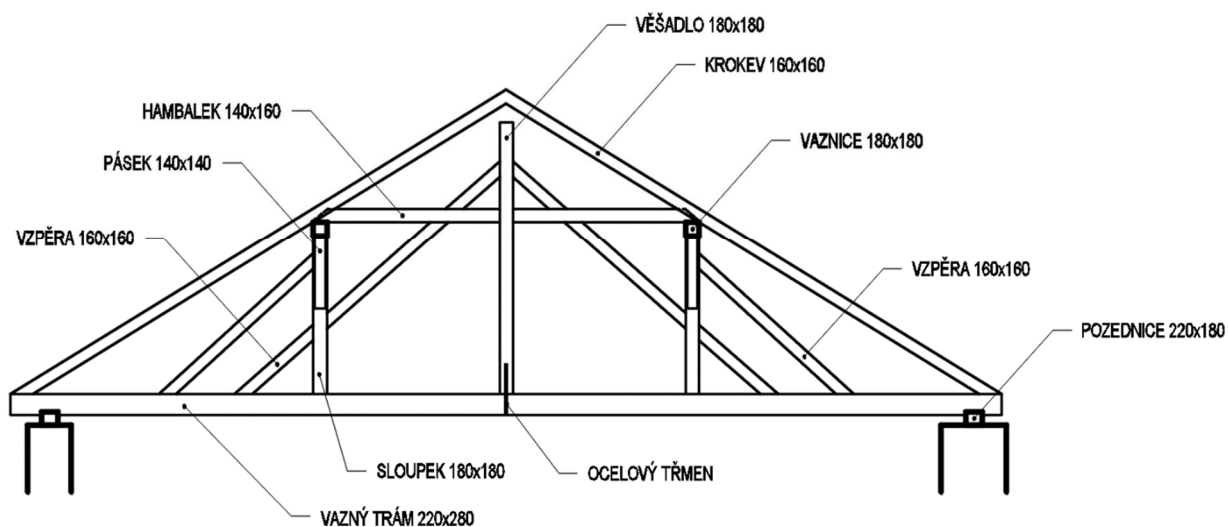
6.9.1 Posouzení krovu

Krov bude rozdělen na dvě části, které budou posouzeny. Část I je část nad východním a západním křídlem, kde krov tvoří plné a jalové vazby. Plná vazba se skládá z vazného trámu, svislých sloupků, šikmých vzpěr, pásků a krokví. Všechny krokve jsou rozeprény hambálky, osazenými na podélných vaznicích. V jalových vazbách jsou do pozednice zavázána krátkata. Část II je nad jižním křídlem, kde je plná vazba ještě doplněna středovými sloupky se šikmými vzpěrami (věšadlo).

Jelikož nebyly provedeny zkoušky, které by určily pevnost dřevěných prvků, bude ve výpočtech uvažováno dřevo pevnostní třídy C24. Před samotnou sanací by ale bylo nutné tuto skutečnost ověřit.



Obr. 58 – Schéma plné vazby krovu nad východním a západním křídlem – část I



Obr. 59 – Schéma plné vazby krovu nad jižním křídlem – část II

1) VÝPOČET ZATÍŽENÍ

a) STÁLÉ ZATÍŽENÍ

- **Střešní plášť**

Tab. 1 – Výpočet zatížení střešním pláštěm

Vrstva	Tloušťka [m]	Objem. tíha [kN/m ³]	Char. zat. g _k [kN/m ²]
Břidlicová krytina	0,005	-	0,3
Difúzní fólie – Dörken Delta Maxx	-	-	0,002
Celoplošné bednění z prken	0,03	5	0,15
Kontralatě 60x40 mm	0,04	5	0,012
Difúzní fólie – Dörken Delta Maxx	-	-	0,002
Celoplošné bednění z prken	0,014	5	0,07
Celkem	0,089		0,536

Krokve jsou od sebe vzdáleny v rozmezí 1050 až 1150 mm. Pro výpočet liniového zatížení bude pro zjednodušení uvažována největší osová vzdálenost krokví 1,15 m, což je na straně bezpečnosti.

Charakteristické liniové zatížení střešním pláštěm na krokev tedy bude:

$$g_{k,lin} = g_k \cdot 1,15 = 0,536 \cdot 1,15 = \mathbf{0,616 \text{ kN/m}}$$

b) PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

- Zatížení sněhem

- šikmá střecha – část I: $\alpha_I = 42^\circ \rightarrow$ tvarový součinitel: $\mu_{1,I} = \frac{0,8 \cdot (60 - \alpha)}{30} = \frac{0,8 \cdot (60 - 42)}{30} = 0,48$
- šikmá střecha – část II: $\alpha_{II} = 32^\circ \rightarrow$ tvarový součinitel: $\mu_{1,II} = \frac{0,8 \cdot (60 - 32)}{30} = 0,75$
- součinitel expozice: $C_e = 1$ (normální krajina)
- součinitel tepla: $C_t = 1$
- sněhová oblast III (Pravonín) \rightarrow charakteristické zatížení sněhem na zemi: $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

\rightarrow **průměrné zatížení sněhem – část I:** $s_I = \mu_{1,I} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,48 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 0,72 \text{ kN/m}^2$

$$s_{I,lin} = s_I \cdot 1,15 = 0,72 \cdot 1,15 = \mathbf{0,828 \text{ kN/m}}$$

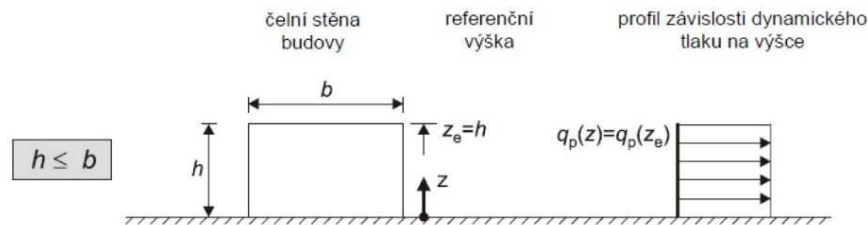
\rightarrow **průměrné zatížení sněhem – část II:** $s_{II} = \mu_{1,II} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1,125 \text{ kN/m}^2$

$$s_{II,lin} = s_{II} \cdot 1,15 = 1,125 \cdot 1,15 = \mathbf{1,294 \text{ kN/m}}$$

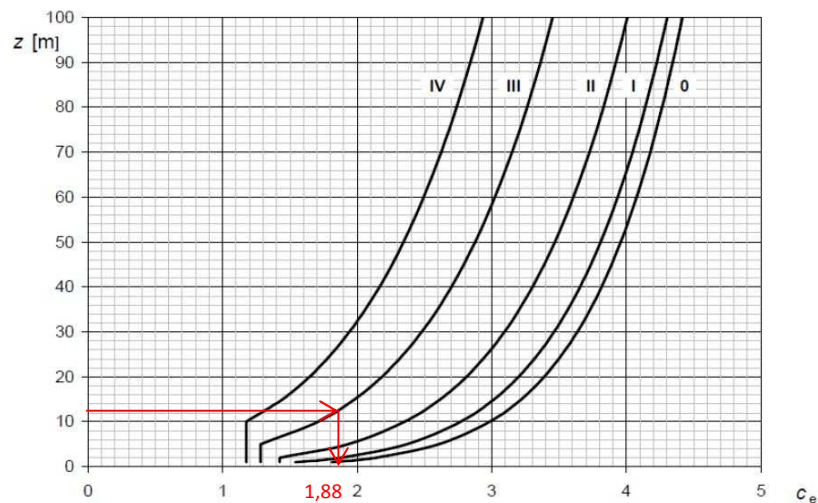
- **Zatížení větrem**

Výpočet je zjednodušeně proveden pro sedlovou střechu rozdělením na oblasti dle schémat níže.

- větrná oblast III (Pravonín) → základní rychlost větru: $v_b = 27,5 \text{ m/s}$
 → základní tlak větru: $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27,5^2 = \mathbf{0,473 \text{ kN/m}^2}$
- kategorie terénu III – oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, stavbami a překážkami (předměstský terén)
- výška hřebene nad terénem: $h = 12,78 \text{ m} \leq b = 13,5 \text{ m} \rightarrow z = h = 12,78 \text{ m}$
 (rozdělení tlaku větru po výšce konstrukce bude zjednodušeně uvažováno pro část I i pro část II rovnoměrné)



Obr. 60 – Rozložení tlaku větru po výšce



Obr. 61 – Určení součinitele expozice

- součinitel expozice: $c_e(z) = 1,88$
- maximální dynamický tlak: $q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 1,88 \cdot 0,473 = \mathbf{0,89 \text{ kN/m}^2}$

ČÁST I

Příčný vítr

$$h = 12,78 \text{ m}$$

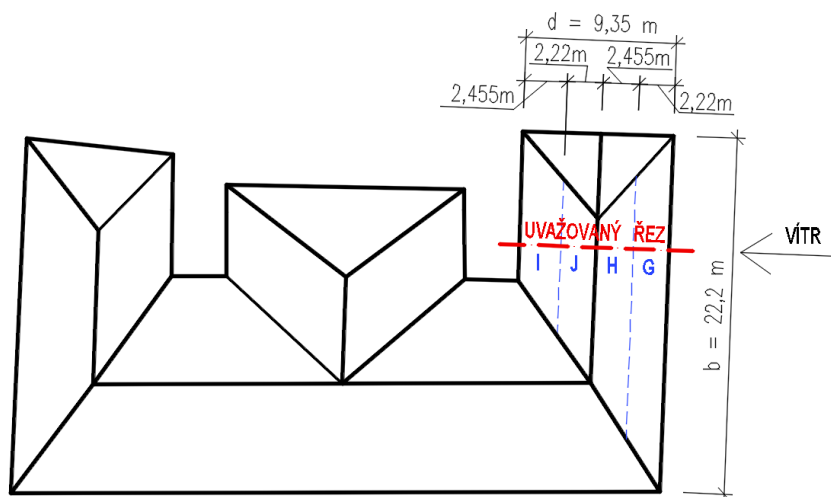
$$e = \min \{b; 2h\} = \min \{22,2; 2 \cdot 12,78\} = \min \{22,2; 25,56\} = 22,2 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } G = \frac{e}{10} = \frac{22,2}{10} = 2,22 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } H = \frac{d}{2} - \frac{e}{10} = \frac{13,5}{2} - \frac{22,2}{10} = 2,455 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } I = H = 2,455 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } J = G = 2,22 \text{ m}$$



Obr. 62 – Schéma – rozdělení do oblastí

- charakteristická hodnota plošného zatížení větrem: $w_e = q_p(z) \cdot c_{pe,1}$ [kN/m²]
- charakteristická hodnota liniového zatížení větrem: $w_{e,lin} = w_e \cdot 1,15$ [kN/m]

Tab. 2 – Výpočet charakteristické hodnoty zatížení větrem pro jednotlivá pásma

Pásma	$q_p(z)$ [kN/m ²]	$c_{pe,1}$	w_e [kN/m ²]	$w_{e,lin}$ [kN/m]
G	0,89	+ 0,7	+ 0,623	+ 0,716
H	0,89	+ 0,56	+ 0,498	+ 0,573
I	0,89	- 0,24	- 0,214	- 0,246
J	0,89	- 0,34	- 0,303	- 0,348

Podélný vítr

$$h = 12,78 \text{ m}$$

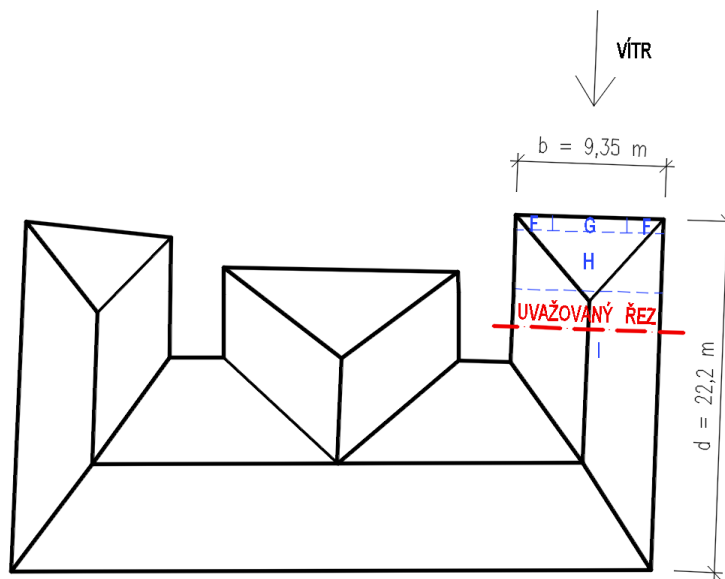
$$e = \min \{b; 2h\} = \min \{9,35; 2 \cdot 12,78\} = \min \{9,35; 25,56\} = 9,35 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } F_b = \frac{e}{4} = \frac{9,35}{4} = 2,334 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } F_d = G = \frac{e}{10} = \frac{9,35}{10} = 0,935 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } H = \frac{e}{2} - \frac{e}{10} = \frac{9,35}{2} - \frac{9,35}{10} = 3,74 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } I = d - \frac{e}{2} = 22,2 - \frac{9,35}{2} = 17,525 \text{ m}$$



Obr. 63 – Schéma – rozdělení do oblastí

- charakteristická hodnota plošného zatížení větrem: $w_e = q_p(z) \cdot c_{pe,1}$ [kN/m²]
- charakteristická hodnota liniového zatížení větrem: $w_{e,lin} = w_e \cdot 1,15$ [kN/m]

Tab.3 – Výpočet charakteristické hodnoty zatížení větrem pro jednotlivá pásma

Pásma	$q_p(z)$ [kN/m ²]	$c_{pe,1}$	w_e [kN/m ²]	$w_{e,lin}$ [kN/m]
I	0,89	-0,5	-0,332	-0,365

ČÁST II

Příčný vítr

$$h = 12,78 \text{ m}$$

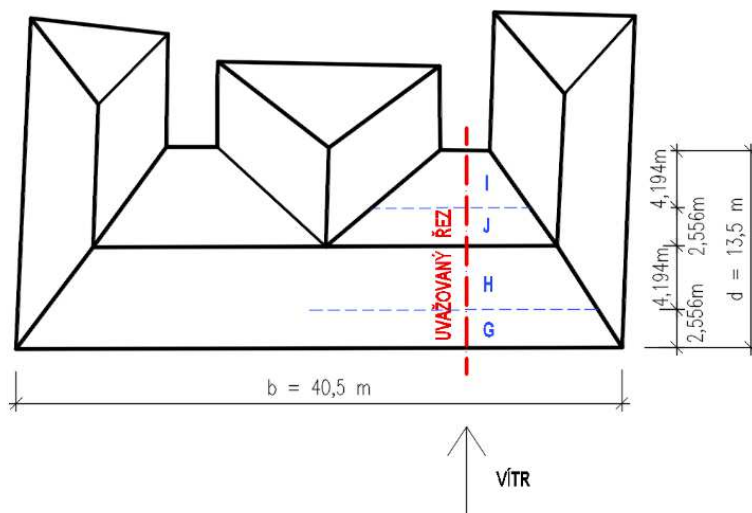
$$e = \min \{b; 2h\} = \min \{40,5; 2 \cdot 12,78\} = \min \{40,5; 25,56\} = 25,56 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } G = \frac{e}{10} = \frac{25,56}{10} = 2,556 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } H = \frac{d}{2} - \frac{e}{10} = \frac{13,5}{2} - \frac{25,56}{10} = 4,194 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } I = H = 4,194 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } J = G = 2,556 \text{ m}$$



Obr. 64 – Schéma – rozdělení do oblastí

- charakteristická hodnota plošného zatížení větrem: $w_e = q_p(z) \cdot c_{pe,1}$ [kN/m²]
- charakteristická hodnota liniového zatížení větrem: $w_{e,lin} = w_e \cdot 1,15$ [kN/m]

Tab. 4 – Výpočet charakteristické hodnoty zatížení větrem pro jednotlivá pásma

Pásma	$q_p(z)$ [kN/m ²]	$c_{pe,1}$	w_e [kN/m ²]	$w_{e,lin}$ [kN/m]
G	0,89	+ 0,7	+ 0,623	+ 0,685
H	0,89	+ 0,427	+ 0,38	+ 0,418
I	0,89	- 0,373	- 0,332	- 0,365
J	0,89	- 0,473	- 0,421	- 0,463

Podélný vítr

$$h = 12,78 \text{ m}$$

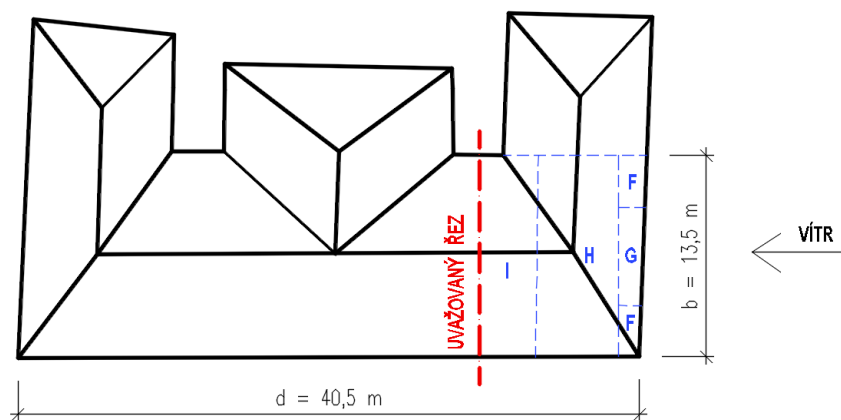
$$e = \min \{b; 2h\} = \min \{13,5; 2 \cdot 12,78\} = \min \{13,5; 25,56\} = 13,5 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } F_b = \frac{e}{4} = \frac{13,5}{4} = 3,375 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } F_d = G = \frac{e}{10} = \frac{13,5}{10} = 1,35 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } H = \frac{e}{2} - \frac{e}{10} = \frac{13,5}{2} - \frac{13,5}{10} = 5,4 \text{ m}$$

$$\text{Pásma } I = d - \frac{e}{2} = 40,5 - \frac{13,5}{2} = 33,75 \text{ m}$$



Obr. 65 – Schéma – rozdělení do oblastí

- charakteristická hodnota plošného zatížení větrem: $w_e = q_p(z) \cdot c_{pe,1}$ [kN/m²]
- charakteristická hodnota liniového zatížení větrem: $w_{e,lin} = w_e \cdot 1,15$ [kN/m]

Tab.4 – Výpočet charakteristické hodnoty zatížení větrem pro jednotlivá pásma

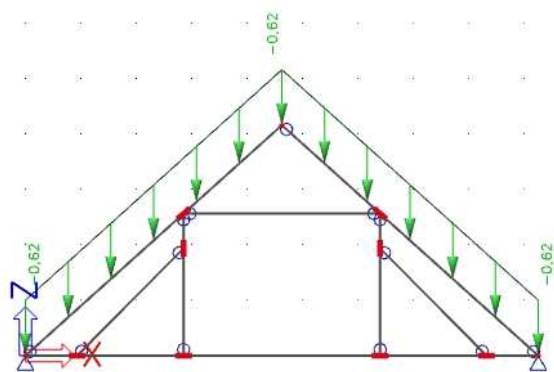
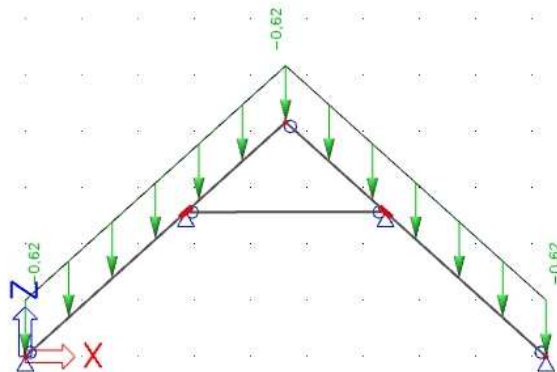
Pásma	$q_p(z)$ [kN/m ²]	$c_{pe,1}$	w_e [kN/m ²]	$w_{e,lin}$ [kN/m]
I	0,89	-0,5	-0,445	-0,512

2) ZATĚŽOVACÍ STAVY

a) Část I

ZS1 – Vlastní tíha – generována programem SCIA Engineer

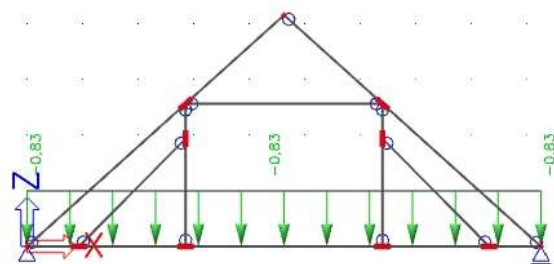
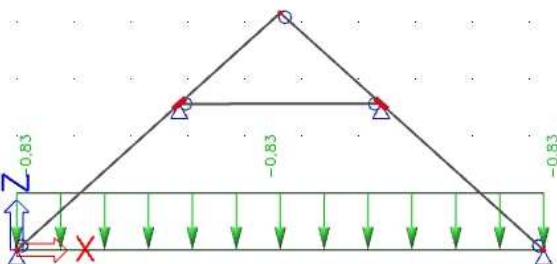
ZS2 – Střešní plášť



Obr. 66 (vlevo) – ZS2 – jalová vazba

Obr. 67 (vpravo) – ZS2 – plná vazba

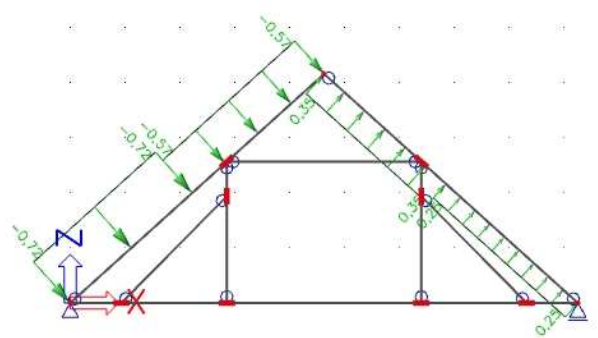
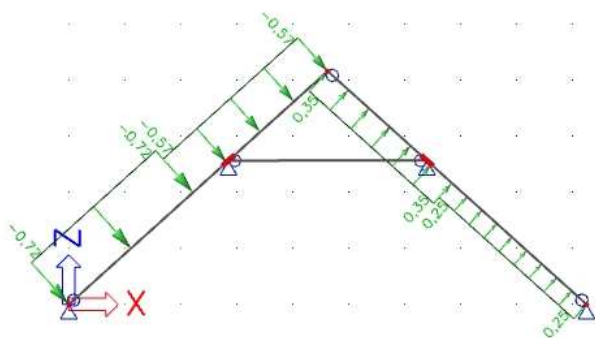
ZS3 – Sníh



Obr. 68 (vlevo) – ZS3 – jalová vazba

Obr. 69 (vpravo) – ZS3 – plná vazba

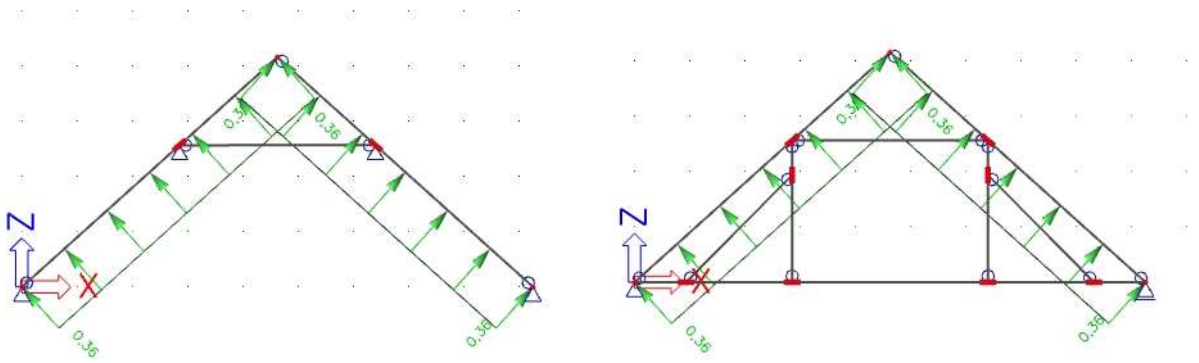
ZS4 – Příčný vítr



Obr. 70 (vlevo) – ZS4 – jalová vazba

Obr. 71 (vpravo) – ZS4 – plná vazba

ZS5 – Podélný vítr



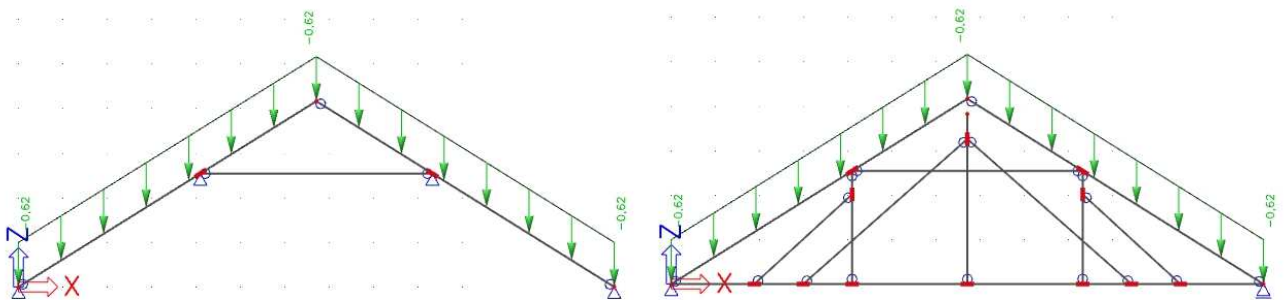
Obr. 72 (vlevo) – ZS5 – jalová vazba

Obr. 73 (vpravo) – ZS5 – plná vazba

b) Část II

ZS1 – Vlastní tíha – generována programem SCIA Engineer

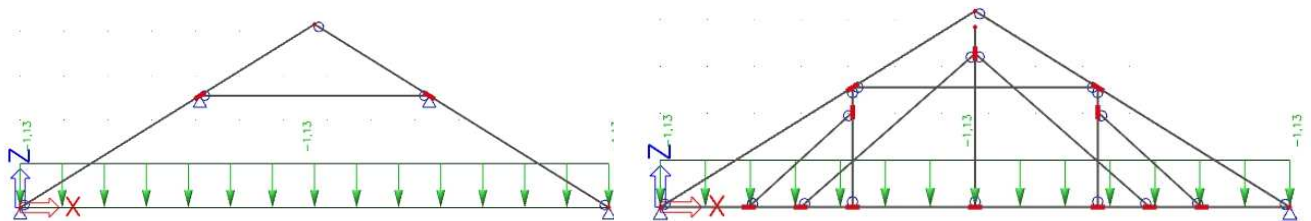
ZS2 – Střešní plášť



Obr. 74 (vlevo) – ZS2 – jalová vazba

Obr. 75 (vpravo) – ZS2 – plná vazba

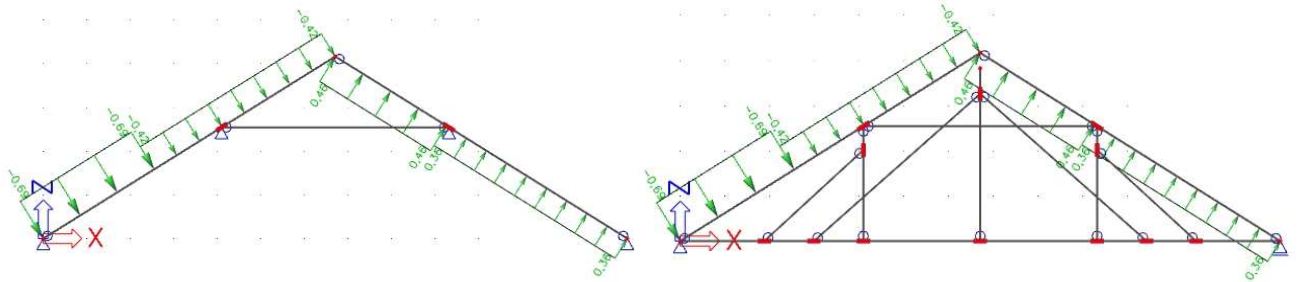
ZS3 – Sníh



Obr. 76 (vlevo) – ZS3 – jalová vazba

Obr. 77 (vpravo) – ZS3 – plná vazba

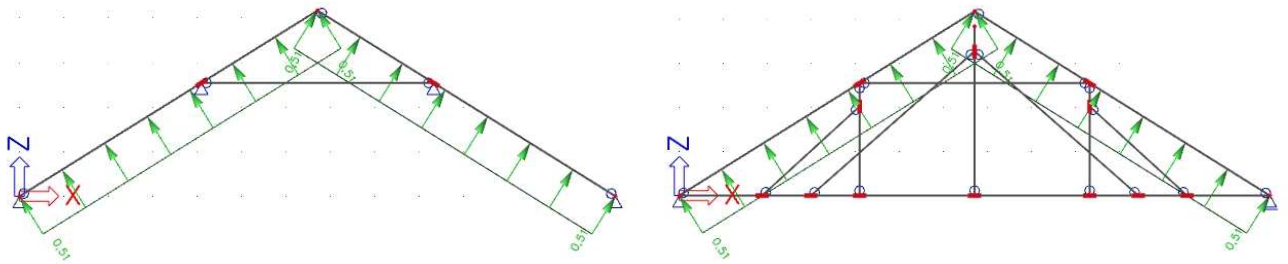
ZS4 – Příčný vítr



Obr. 78 (vlevo) – ZS4 – jalová vazba

Obr. 79 (vpravo) – ZS4 – plná vazba

ZS5 – Podélný vítr



Obr. 80 (vlevo) – ZS5 – jalová vazba

Obr. 81 (vpravo) – ZS5 – plná vazba

3) KOMBINACE ZATÍŽENÍ

CO1: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,5 \cdot ZS3 + 0,9 \cdot ZS4$ (obálka – únosnost)

CO2: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 0,75 \cdot ZS3 + 1,5 \cdot ZS4$ (obálka – únosnost)

CO3: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,5 \cdot ZS3 + 0,9 \cdot ZS5$ (obálka – únosnost)

CO4: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 0,75 \cdot ZS3 + 1,5 \cdot ZS5$ (obálka – únosnost)

CO5: $ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS4$ (obálka – použitelnost)

CO6: $ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS5$ (obálka – použitelnost)

POSOUZENÍ PRVKŮ KROVU

Materiálové charakteristiky dřeva C24:

Charakteristická pevnost v ohybu:

$$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$$

Charakteristická pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny:

$$f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$$

Charakteristická pevnost ve smyku:

$$f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti rovnoběžně s vlákny:

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

Dílčí součinitel materiálu (rostlé dřevo):

$$\gamma_M = 1,3$$

Modifikační součinitel (třída provozu I, střednědobé zatížení):

$$k_{mod} = 0,8$$

Návrhové hodnoty:

Návrhová pevnost v ohybu:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = \mathbf{14,77 \text{ MPa}}$$

Návrhová pevnost v tlaku:

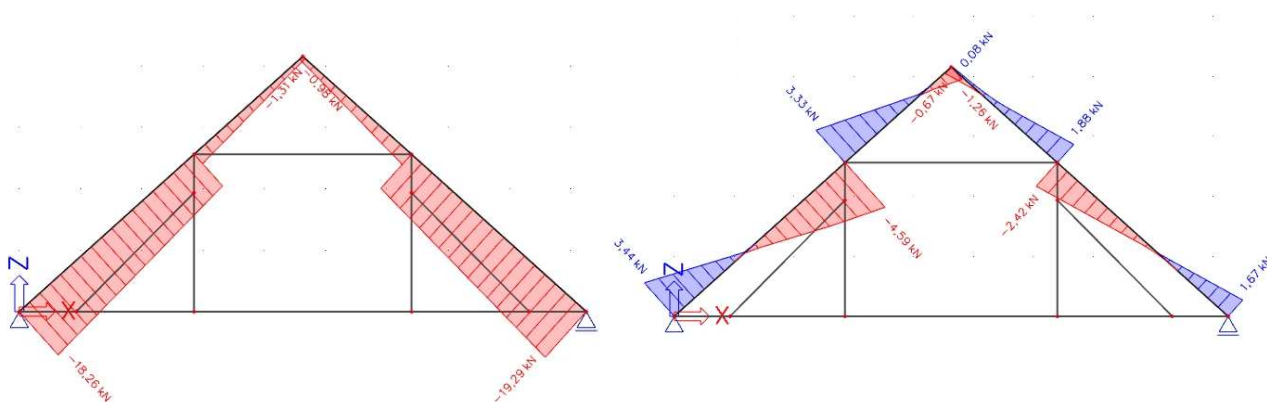
$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = \mathbf{12,92 \text{ MPa}}$$

Obr. 89 – Vaznice – průběh posouvací síly

Návrhová pevnost ve smyku:

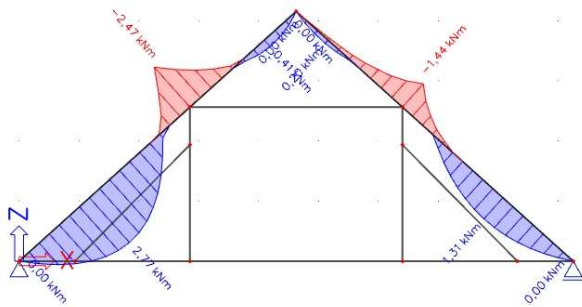
$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = \mathbf{2,46 \text{ MPa}}$$

a) KROKEV – v části I



Obr. 82 (vlevo) – Plná vazba – průběh normálové síly – rozhodující kombinace CO1

Obr. 83 (vpravo) – Plná vazba – průběh posouvací síly – rozhodující kombinace CO2



Obr. 84 – Plná vazba – průběh ohybového momentu – rozhodující kombinace CO2

Normálová síla: $N_{Ed} = 19,29 \text{ kN}$

Posouvací síla: $V_{Ed} = 4,59 \text{ kN}$

Ohybový moment: $M_{Ed} = 2,77 \text{ kNm}$

Plocha průřezu: $A = b \cdot h = 160 \cdot 160 = 25\,600 \text{ mm}^2$

Moment setrvačnosti: $I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 160 \cdot 160^3 = 54\,613\,333 \text{ mm}^4$

Průřezový modul: $W_y = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 160 \cdot 160^2 = 682\,666 \text{ mm}^3$

Poloměr setrvačnosti: $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{54\,613\,333}{25\,600}} = 46,19 \text{ mm}$

Normálové napětí v tlaku: $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{19,29 \cdot 10^3}{25\,600} = \mathbf{0,754 \text{ MPa}}$

Normálové napětí za ohybu: $\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \frac{2,77 \cdot 10^6}{682\,666} = \mathbf{4,058 \text{ MPa}}$

Délka prvku: $l = 3\,835 \text{ mm}$

Součinitel vzpěrné délky: $\beta = 0,8$

Efektivní délka prvku: $l_{ef} = \beta \cdot l = 0,8 \cdot 3\,835 = 3\,068 \text{ mm}$

Štíhlostní poměr: $\lambda = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{3\,068}{46,19} = 66,42$

Poměrný štíhlostní poměr: $\lambda_{rel,c} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{66,42}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7\,400}} = 1,126$

$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,c} - 0,3) + \lambda_{rel,c}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,126 - 0,3) + 1,126^2] = 1,217$

Součinitel vzpěrnosti: $k_c = \min \left\{ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}}; 1 \right\} = \min \left\{ \frac{1}{1,217 + \sqrt{1,217^2 - 1,126^2}}; 1 \right\} = 0,596$

Kombinace tlaku a ohybu (MSÚ):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,754}{0,596 \cdot 12,92} + \frac{4,058}{14,77} \leq 1$$

$$0,373 \leq 1 \quad \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Smykové napětí (MSÚ):

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 4,59 \cdot 10^3}{2 \cdot 25\,600} = 0,269 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$0,269 \leq 2,46 \text{ [MPa]} \quad \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení průhybu (MSP):

Průhyb od jednotlivých zatížení (vypočteno programem SCIA Engineer):

$$w_{inst,gk} = 1,4 \text{ mm} \quad (\text{stálé zatížení})$$

$$w_{inst,sk} = 1,2 \text{ mm} \quad (\text{zatížení sněhem})$$

$$w_{inst,vk} = 2,0 \text{ mm} \quad (\text{zatížení větrem})$$

$$\text{Okamžitý průhyb: } w_{inst} = w_{inst,gk} + w_{inst,sk} + w_{inst,vk} = 1,4 + 1,2 + 2 = 4,6 \text{ mm}$$

$$w_{inst} \leq \frac{l}{300}$$

$$4,6 < 12,78 \text{ [mm]} \quad \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Konečný průhyb:

$$k_{def} = 0,6 \text{ (třída provozu 1)}$$

$$\psi_{0,2} = 1$$

$$\psi_{2,1} = 0,8$$

$$\psi_{2,2} = 0,8$$

$$w_{net,fin} = w_{inst,gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,sk} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{def}) + w_{inst,vk} \cdot (\psi_{0,2} + \psi_{2,2} \cdot k_{def})$$

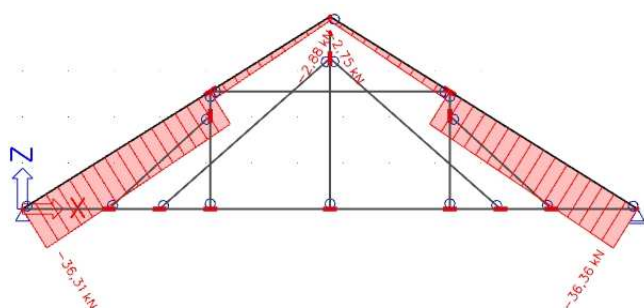
$$w_{net,fin} = 1,4 \cdot (1 + 0,6) + 1,2 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) + 2,0 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) = 6,98 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} \leq \frac{l}{250}$$

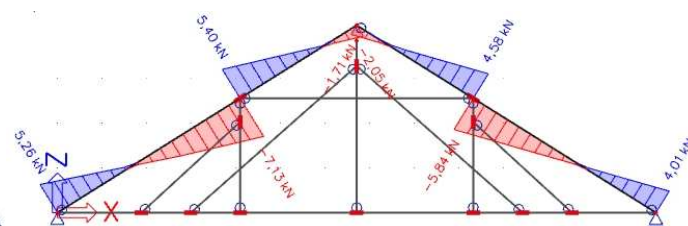
$$6,98 < 15,34 \text{ [mm]} \quad \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

STÁVAJÍCÍ KROKEV 160x160 VYHOVUJE

b) KROKEV – v části II

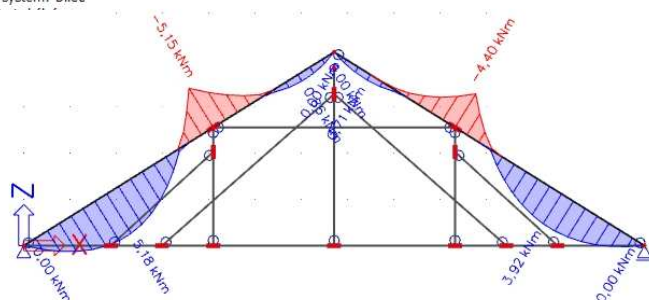


Obr. 85 (vlevo) – Plná vazba – průběh normálové síly – rozhodující kombinace CO1



Obr. 86 (vpravo) – Plná vazba – průběh posouvací síly – rozhodující kombinace CO1

γ systém: Dilec



Obr. 87 – Plná vazba – průběh ohybového momentu – rozhodující kombinace CO1

Normálová síla: $N_{Ed} = 36,36 \text{ kN}$

Posouvací síla: $V_{Ed} = 7,13 \text{ kN}$

Ohybový moment: $M_{Ed} = 5,18 \text{ kNm}$

Plocha průřezu: $A = b \cdot h = 160 \cdot 160 = 25\,600 \text{ mm}^2$

Moment setrvačnosti: $I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 160 \cdot 160^3 = 54\,613\,333 \text{ mm}^4$

Průřezový modul: $W_y = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 160 \cdot 160^2 = 682\,666 \text{ mm}^3$

Poloměr setrvačnosti: $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{54\,613\,333}{25\,600}} = 46,19 \text{ mm}$

Normálové napětí v tlaku: $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{36,36 \cdot 10^3}{25\,600} = \mathbf{1,420 \text{ MPa}}$

Normálové napětí za ohybu: $\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \frac{5,18 \cdot 10^6}{682\,666} = \mathbf{7,588 \text{ MPa}}$

Délka prvku: $l = 4\,820 \text{ mm}$

Součinitel vzpěrné délky: $\beta = 0,8$

Efektivní délka prvku: $l_{ef} = \beta \cdot l = 0,8 \cdot 4\,820 = 3\,856 \text{ mm}$

Štíhlostní poměr: $\lambda = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{3\,856}{46,19} = 83,48$

Poměrný štíhlostní poměr: $\lambda_{rel,c} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{83,48}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7\,400}} = 1,41$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,c} - 0,3) + \lambda_{rel,c}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,41 - 0,3) + 1,41^2] = 1,605$$

$$\text{Součinitel vzpěrnosti: } k_c = \min \left\{ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}}; 1 \right\} = \min \left\{ \frac{1}{1,605 + \sqrt{1,605^2 - 1,41^2}}; 1 \right\} = 0,422$$

Kombinace tlaku a ohybu (MSÚ):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,420}{0,422 \cdot 12,92} + \frac{7,588}{14,77} \leq 1$$

$$0,774 \leq 1 \quad \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Smykové napětí (MSÚ):

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 7,13 \cdot 10^3}{2 \cdot 25\,600} = 0,418 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$0,418 \leq 2,46 \text{ [MPa]} \quad \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení průhybu (MSP):

Průhyb od jednotlivých zatížení (vypočteno programem SCIA Engineer):

$$w_{inst,gk} = 4,5 \text{ mm} \quad (\text{stálé zatížení})$$

$$w_{inst,sk} = 5,7 \text{ mm} \quad (\text{zatížení sněhem})$$

$$w_{inst,vk} = 6,5 \text{ mm} \quad (\text{zatížení větrem})$$

$$\text{Okamžitý průhyb: } w_{inst} = w_{inst,gk} + w_{inst,sk} + w_{inst,vk} = 4,5 + 5,7 + 6,5 = 16,7 \text{ mm}$$

$$w_{inst} \leq \frac{l}{300}$$

$$16,7 < 16,1 \text{ [mm]} \quad \rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

Konečný průhyb:

$$k_{def} = 0,6 \text{ (třída provozu 1)}$$

$$\psi_{0,2} = 1$$

$$\psi_{2,1} = 0,8$$

$$\psi_{2,2} = 0,8$$

$$w_{net,fin} = w_{inst,gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,sk} \cdot (1 + \psi_{2.1} \cdot k_{def}) + w_{inst,vk} \cdot (\psi_{0.2} + \psi_{2.2} \cdot k_{def})$$

$$w_{net,fin} = 4,5 \cdot (1 + 0,6) + 5,7 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) + 6,5 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) = 25,26 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} \leq \frac{l}{250}$$

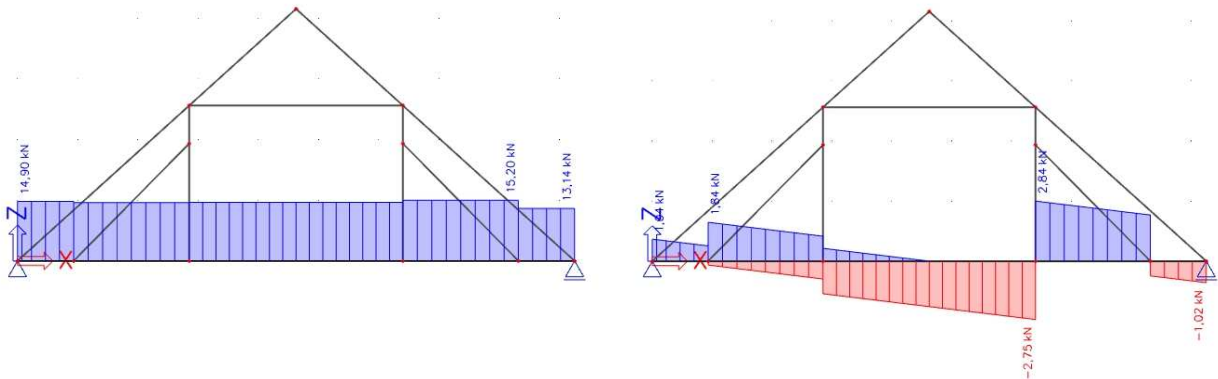
$$25,26 < 19,28 \text{ [mm]}$$

→ **NEVYHOVUJE**

STÁVAJÍCÍ KROKEV 160x160 NEVYHOVUJE NA PRŮHYB

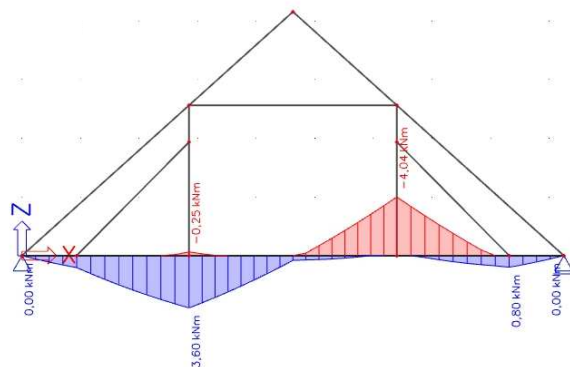
Vzhledem k tomu, že krov bude bez podhledu a podkroví bude nevyužívané, větší průhyb by neměl být problém. Mohou být ale stanoveny zvláštní požadavky na průhyb kvůli použití břidlicové střešní krytiny. Z tohoto důvodu by bylo vhodné kontaktovat dodavatele střešní krytiny a zkonzultovat s ním jeho případné požadavky. Jak už bylo popsáno výše, není známa pevnost dřeva a materiálové charakteristiky pro výpočet byly odhadnuty, proto je nutné před zahájením sanací ověřit tyto skutečnosti.

c) VAZNÝ TRÁM – v části I



Obr. 88 (vlevo) – Plná vazba – průběh normálové síly – rozhodující kombinace CO1

Obr. 89 (vpravo) – Plná vazba – průběh posouvací síly – rozhodující kombinace CO2



Obr. 90 – Plná vazba – průběh ohybového momentu – rozhodující kombinace CO2

Normálová síla: $N_{Ed} = 15,2 \text{ kN}$
 Posouvací síla: $V_{Ed} = 2,84 \text{ kN}$
 Ohybový moment: $M_{Ed} = 4,04 \text{ kNm}$

Plocha průřezu: $A = b \cdot h = 220 \cdot 280 = 61\,600 \text{ mm}^2$

Moment setrvačnosti: $I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 220 \cdot 280^3 = 402\,453\,333 \text{ mm}^4$

Průřezový modul: $W_y = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 220 \cdot 280^2 = 2\,874\,667 \text{ mm}^3$

Poloměr setrvačnosti: $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{402\,453\,333}{61\,600}} = 80,83 \text{ mm}$

Normálové napětí v tlaku: $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{15,2 \cdot 10^3}{61\,600} = \mathbf{0,247 \text{ MPa}}$

Normálové napětí za ohybu: $\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \frac{4,04 \cdot 10^6}{2\,874\,667} = \mathbf{1,405 \text{ MPa}}$

Délka prvku: $l = 9\,250 \text{ mm}$

Součinitel vzpěrné délky: $\beta = 1,0$

Efektivní délka prvku: $l_{ef} = \beta \cdot l = 1,0 \cdot 9\,250 = 9\,250 \text{ mm}$

Štíhlostní poměr: $\lambda = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{9\,250}{80,83} = 114,44$

Poměrný štíhlostní poměr: $\lambda_{rel,c} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{114,44}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7\,400}} = 1,941$

$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,c} - 0,3) + \lambda_{rel,c}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,941 - 0,3) + 1,941^2] = 2,548$

Součinitel vzpěrnosti: $k_c = \min \left\{ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}}; 1 \right\} = \min \left\{ \frac{1}{2,548 + \sqrt{2,548^2 - 1,941^2}}; 1 \right\} = 0,238$

Kombinace tlaku a ohybu (MSÚ):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,247}{0,238 \cdot 12,92} + \frac{1,405}{14,77} \leq 1$$

0,175 ≤ 1 → VYHOVUJE

Smykové napětí (MSÚ):

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 2,84 \cdot 10^3}{2 \cdot 61\,600} = 0,069 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

0,069 ≤ 2,46 [MPa] → VYHOVUJE

Posouzení průhybu (MSP):

Průhyb od jednotlivých zatížení (vypočteno programem SCIA Engineer):

$$w_{inst,gk} = 0,3 \text{ mm} \quad (\text{stálé zatížení})$$

$$w_{inst,sk} = 0,1 \text{ mm} \quad (\text{zatížení sněhem})$$

$$w_{inst,vk} = 1,0 \text{ mm} \quad (\text{zatížení větrem})$$

Okamžitý průhyb: $w_{inst} = w_{inst,gk} + w_{inst,sk} + w_{inst,vk} = 0,3 + 0,1 + 1,0 = 1,4 \text{ mm}$

$$w_{inst} \leq \frac{l}{300}$$

$$1,4 < 30,83 \text{ [mm]} \quad \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Konečný průhyb:

$$k_{def} = 0,6 \text{ (třída provozu 1)}$$

$$\psi_{0.2} = 1$$

$$\psi_{2.1} = 0,8$$

$$\psi_{2.2} = 0,8$$

$$w_{net,fin} = w_{inst,gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,sk} \cdot (1 + \psi_{2.1} \cdot k_{def}) + w_{inst,vk} \cdot (\psi_{0.2} + \psi_{2.2} \cdot k_{def})$$

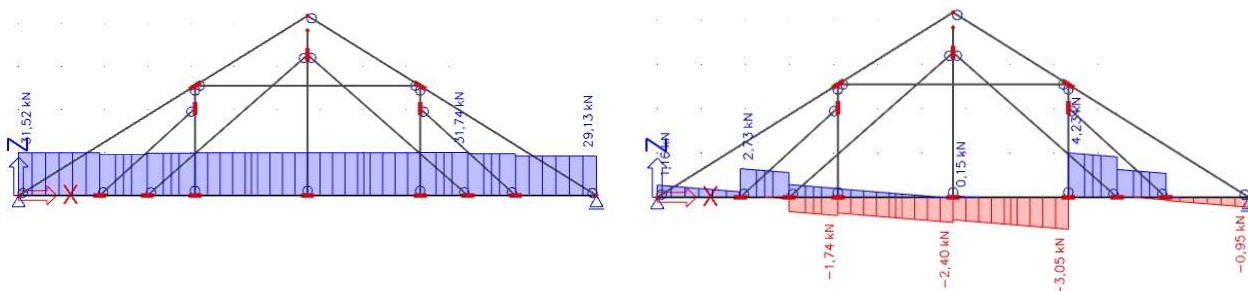
$$w_{net,fin} = 0,3 \cdot (1 + 0,6) + 0,1 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) + 1,0 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) = 2,11 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} \leq \frac{l}{250}$$

$$2,11 < 37 \text{ [mm]} \quad \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

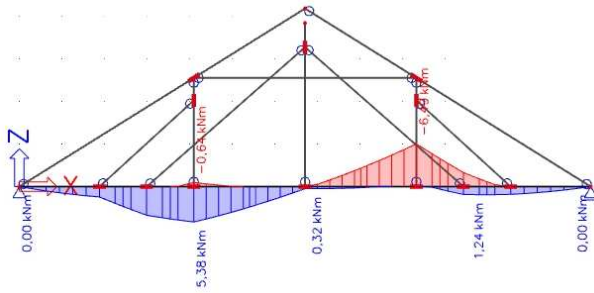
STÁVAJÍCÍ VAZNÝ TRÁM 220x280 VYHOVUJE

d) VAZNÝ TRÁM – v části II



Obr. 91 (vlevo) – Plná vazba – průběh normálové síly – rozhodující kombinace CO1

Obr. 92 (vpravo) – Plná vazba – průběh posouvací síly – rozhodující kombinace CO2



Obr. 93 – Plná vazba – průběh ohybového momentu – rozhodující kombinace CO2

Normálová síla: $N_{Ed} = 31,74 \text{ kN}$

Posouvací síla: $V_{Ed} = 4,23 \text{ kN}$

Ohybový moment: $M_{Ed} = 6,49 \text{ kNm}$

Plocha průřezu: $A = b \cdot h = 220 \cdot 280 = 61\,600 \text{ mm}^2$

Moment setrvačnosti: $I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 220 \cdot 280^3 = 402\,453\,333 \text{ mm}^4$

Průřezový modul: $W_y = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 220 \cdot 280^2 = 2\,874\,667 \text{ mm}^3$

Poloměr setrvačnosti: $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{402\,453\,333}{61\,600}} = 80,83 \text{ mm}$

Normálové napětí v tlaku: $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{31,74 \cdot 10^3}{61\,600} = \mathbf{0,515 \text{ MPa}}$

Normálové napětí za ohybu: $\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \frac{6,49 \cdot 10^6}{2\,874\,667} = \mathbf{2,258 \text{ MPa}}$

Délka prvku: $l = 13\,410 \text{ mm}$

Součinitel vzpěrné délky: $\beta = 1,0$

Efektivní délka prvku: $l_{ef} = \beta \cdot l = 1,0 \cdot 13\,410 = 13\,410 \text{ mm}$

Štíhlostní poměr: $\lambda = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{13\,410}{80,83} = 165,9$

Poměrný štíhlostní poměr: $\lambda_{rel,c} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{165,9}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7\,400}} = 2,813$

$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,c} - 0,3) + \lambda_{rel,c}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (2,813 - 0,3) + 2,813^2] = 4,718$

Součinitel vzpěrnosti: $k_c = \min \left\{ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}}; 1 \right\} = \min \left\{ \frac{1}{4,718 + \sqrt{4,718^2 - 2,813^2}}; 1 \right\} = 0,118$

Kombinace tlaku a ohybu (MSÚ):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,515}{0,118 \cdot 12,92} + \frac{2,258}{14,77} \leq 1$$

$$\mathbf{0,49 \leq 1}$$

→ VYHOVUJE

Smykové napětí (MSÚ):

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 4,23 \cdot 10^3}{2 \cdot 61\,600} = 0,103 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$0,103 \leq 2,46 \text{ [MPa]} \quad \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení průhybu (MSP):

Průhyb od jednotlivých zatížení (vypočteno programem SCIA Engineer):

$$w_{inst,gk} = 0,9 \text{ mm} \quad (\text{stálé zatížení})$$

$$w_{inst,sk} = 0,6 \text{ mm} \quad (\text{zatížení sněhem})$$

$$w_{inst,vk} = 2,8 \text{ mm} \quad (\text{zatížení větrem})$$

Okamžitý průhyb: $w_{inst} = w_{inst,gk} + w_{inst,sk} + w_{inst,vk} = 0,9 + 0,6 + 2,8 = 4,3 \text{ mm}$

$$w_{inst} \leq \frac{l}{300}$$

$$4,3 < 44,7 \text{ [mm]} \quad \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Konečný průhyb:

$$k_{def} = 0,6 \text{ (třída provozu 1)}$$

$$\psi_{0,2} = 1$$

$$\psi_{2,1} = 0,8$$

$$\psi_{2,2} = 0,8$$

$$w_{net,fin} = w_{inst,gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,sk} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{def}) + w_{inst,vk} \cdot (\psi_{0,2} + \psi_{2,2} \cdot k_{def})$$

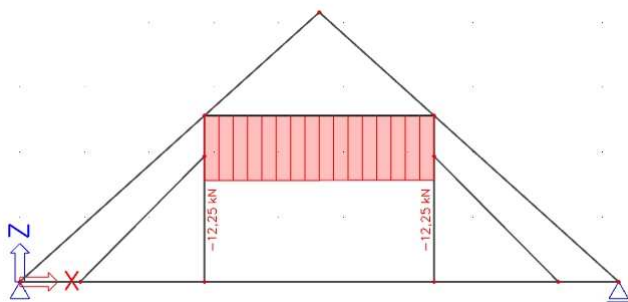
$$w_{net,fin} = 0,9 \cdot (1 + 0,6) + 0,6 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) + 2,8 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) = 6,47 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} \leq \frac{l}{250}$$

$$6,47 < 53,64 \text{ [mm]} \quad \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

STÁVAJÍCÍ VAZNÝ TRÁM 220x280 VYHOVUJE

e) **HAMBÁLEK – v části I**



Obr. 94 – Plná vazba – průběh normálové síly – rozhodující kombinace CO1

Normálová síla: $N_{Ed} = 12,25 \text{ kN}$

Plocha průřezu: $A = b \cdot h = 140 \cdot 160 = 22\,400 \text{ mm}^2$

Moment setrvačnosti: $I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 140 \cdot 160^3 = 47\,786\,667 \text{ mm}^4$

Poloměr setrvačnosti: $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{47\,786\,667}{22\,400}} = 46,19 \text{ mm}$

Délka prvku: $l = 3\,545 \text{ mm}$

Normálové napětí v tlaku: $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{12,25 \cdot 10^3}{22\,400} = \mathbf{0,547 \text{ MPa}}$

Součinitel vzpěrné délky: $\beta = 1,0$

Efektivní délka prvku: $l_{ef} = \beta \cdot l = 1,0 \cdot 3\,545 = 3\,545 \text{ mm}$

Štíhlostní poměr: $\lambda = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{3\,545}{46,19} = 76,75$

Poměrný štíhlostní poměr: $\lambda_{rel,c} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{76,75}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7\,400}} = 1,301$

$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,c} - 0,3) + \lambda_{rel,c}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,301 - 0,3) + 1,301^2] = 1,446$

Součinitel vzpěrnosti: $k_c = \min \left\{ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}}; 1 \right\} = \min \left\{ \frac{1}{1,446 + \sqrt{1,446^2 - 1,301^2}}; 1 \right\} = 0,481$

Osový tlak (MSÚ):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,547}{0,481 \cdot 12,92} \leq 1$$

0,088 ≤ 1

→ VYHOVUJE

Posouzení průhybu (MSP):

Průhyb od jednotlivých zatížení (vypočteno programem SCIA Engineer):

$$w_{inst,gk} = 0,6 \text{ mm} \quad (\text{stálé zatížení})$$

$$w_{inst,sk} = 0,1 \text{ mm} \quad (\text{zatížení sněhem})$$

$$w_{inst,vk} = 1,3 \text{ mm} \quad (\text{zatížení větrem})$$

Okamžitý průhyb: $w_{inst} = w_{inst,gk} + w_{inst,sk} + w_{inst,vk} = 0,6 + 0,1 + 1,3 = 2 \text{ mm}$

$$w_{inst} \leq \frac{l}{300}$$

$$2 < 11,82 \text{ [mm]}$$

→ VYHOVUJE

Konečný průhyb:

$$k_{def} = 0,6 \text{ (třída provozu 1)}$$

$$\psi_{0.2} = 1$$

$$\psi_{2.1} = 0,8$$

$$\psi_{2.2} = 0,8$$

$$w_{net,fin} = w_{inst,gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,sk} \cdot (1 + \psi_{2.1} \cdot k_{def}) + w_{inst,vk} \cdot (\psi_{0.2} + \psi_{2.2} \cdot k_{def})$$

$$w_{net,fin} = 0,6 \cdot (1 + 0,6) + 0,1 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) + 1,3 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) = 3,03 \text{ mm}$$

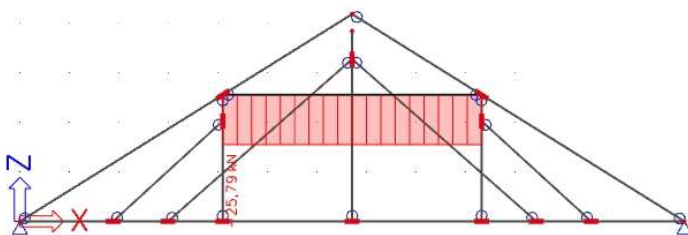
$$w_{net,fin} \leq \frac{l}{250}$$

$$3,03 < 14,18 \text{ [mm]}$$

→ VYHOVUJE

STÁVAJÍCÍ HAMBÁLEK 140x160 VYHOVUJE

f) HAMBÁLEK – v části II



Obr. 95 – Plná vazba – průběh normálové síly – rozhodující kombinace CO1

Normálová síla: $N_{Ed} = 25,79 \text{ kN}$

Plocha průřezu: $A = b \cdot h = 140 \cdot 160 = 22\,400 \text{ mm}^2$

Moment setrvačnosti: $I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 140 \cdot 160^3 = 47\,786\,667 \text{ mm}^4$

Poloměr setrvačnosti: $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{47\,786\,667}{22\,400}} = 46,19 \text{ mm}$

Délka prvku: $l = 5\,225 \text{ mm}$

Normálové napětí v tlaku: $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{25,79 \cdot 10^3}{22\,400} = \mathbf{1,151 \text{ MPa}}$

Součinitel vzpěrné délky: $\beta = 1,0$

Efektivní délka prvku: $l_{ef} = \beta \cdot l = 1,0 \cdot 5\,225 = 5\,225 \text{ mm}$

Štíhlostní poměr: $\lambda = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{5\,225}{46,19} = 113,12$

Poměrný štíhlostní poměr: $\lambda_{rel,c} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{113,12}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7\,400}} = 1,918$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,c} - 0,3) + \lambda_{rel,c}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,918 - 0,3) + 1,918^2] = 2,501$$

Součinitel vzpěrnosti: $k_c = \min \left\{ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}}; 1 \right\} = \min \left\{ \frac{1}{2,501 + \sqrt{2,501^2 - 1,918^2}}; 1 \right\} = 0,244$

Osový tlak (MSÚ):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,151}{0,244 \cdot 12,92} \leq 1$$

$$\mathbf{0,365 \leq 1}$$

→ VYHOVUJE

Posouzení průhybu (MSP):

Průhyb od jednotlivých zatížení (vypočteno programem SCIA Engineer):

$w_{inst,gk} = 2,5 \text{ mm}$ (stálé zatížení)

$w_{inst,sk} = 0,6 \text{ mm}$ (zatížení sněhem)

$w_{inst,vk} = 3,3 \text{ mm}$ (zatížení větrem)

Okamžitý průhyb: $w_{inst} = w_{inst,gk} + w_{inst,sk} + w_{inst,vk} = 2,5 + 0,6 + 3,3 = 6,4 \text{ mm}$

$$w_{inst} \leq \frac{l}{300}$$

$$6,4 < 17,42 \text{ [mm]}$$

→ VYHOVUJE

Konečný průhyb:

$$k_{def} = 0,6 \text{ (třída provozu 1)}$$

$$\psi_{0,2} = 1$$

$$\psi_{2,1} = 0,8$$

$$\psi_{2,2} = 0,8$$

$$w_{net,fin} = w_{inst,gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,sk} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{def}) + w_{inst,vk} \cdot (\psi_{0,2} + \psi_{2,2} \cdot k_{def})$$

$$w_{net,fin} = 2,5 \cdot (1 + 0,6) + 0,6 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) + 3,3 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) = 9,77 \text{ mm}$$

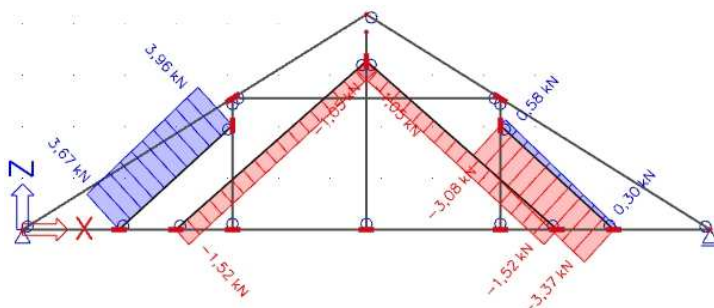
$$w_{net,fin} \leq \frac{l}{250}$$

$$9,77 < 20,9 \text{ [mm]}$$

→ VYHOVUJE

STÁVAJÍCÍ HAMBÁLEK 140x160 VYHOVUJE

g) VZPĚRA – v části II



Obr. 96 – Plná vazba – průběh normálové síly – rozhodující kombinace CO2

Normálová síla:

$$N_{Ed} = 3,96 \text{ kN}$$

Plocha průřezu:

$$A = b \cdot h = 160 \cdot 160 = 25\,600 \text{ mm}^2$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 160 \cdot 160^3 = 54\,613\,333 \text{ mm}^4$$

Poloměr setrvačnosti:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{54\,613\,333}{25\,600}} = 46,19 \text{ mm}$$

Délka prvku:

$$l = 2730 \text{ mm}$$

Normálové napětí v tlaku:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{3,96 \cdot 10^3}{25\,600} = \mathbf{0,155 \text{ MPa}}$$

Součinitel vzpěrné délky:

$$\beta = 1,0$$

Efektivní délka prvku:

$$l_{ef} = \beta \cdot l = 1,0 \cdot 2\,730 = 2\,730 \text{ mm}$$

Štíhlostní poměr:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{2\,730}{46,19} = 59,104$$

Poměrný štíhlostní poměr: $\lambda_{rel,c} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{59,104}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7400}} = 1,002$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,c} - 0,3) + \lambda_{rel,c}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,002 - 0,3) + 1,002^2] = 1,072$$

Součinitel vzpěrnosti: $k_c = \min \left\{ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}}; 1 \right\} = \min \left\{ \frac{1}{1,072 + \sqrt{1,072^2 - 1,002^2}}; 1 \right\} = 0,688$

Osový tlak (MSÚ):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,155}{0,688 \cdot 12,92} \leq 1$$

$$0,017 \leq 1$$

→ VYHOVUJE

Posouzení průhybu (MSP):

Průhyb od jednotlivých zatížení (vypočteno programem SCIA Engineer):

$$w_{inst,gk} = 0,8 \text{ mm} \quad (\text{stálé zatížení})$$

$$w_{inst,sk} = 0,6 \text{ mm} \quad (\text{zatížení sněhem})$$

$$w_{inst,vk} = 3,0 \text{ mm} \quad (\text{zatížení větrem})$$

Okamžitý průhyb: $w_{inst} = w_{inst,gk} + w_{inst,sk} + w_{inst,vk} = 0,8 + 0,6 + 3,0 = 4,4 \text{ mm}$

$$w_{inst} \leq \frac{l}{300}$$

$$4,4 < 9,1 \text{ [mm]}$$

→ VYHOVUJE

Konečný průhyb:

$$k_{def} = 0,6 \text{ (třída provozu 1)}$$

$$\psi_{0,2} = 1$$

$$\psi_{2,1} = 0,8$$

$$\psi_{2,2} = 0,8$$

$$w_{net,fin} = w_{inst,gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,sk} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{def}) + w_{inst,vk} \cdot (\psi_{0,2} + \psi_{2,2} \cdot k_{def})$$

$$w_{net,fin} = 0,8 \cdot (1 + 0,6) + 0,6 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) + 3,0 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) = 6,61 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} \leq \frac{l}{250}$$

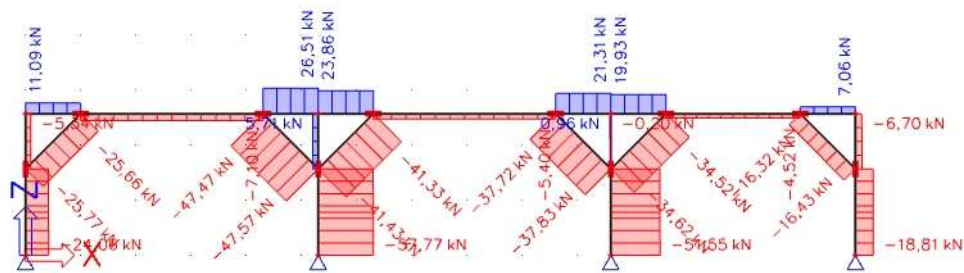
$$6,61 < 10,92 \text{ [mm]}$$

→ VYHOVUJE

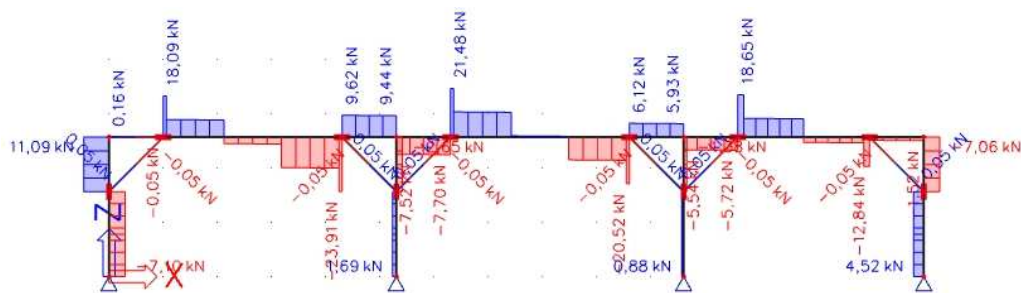
STÁVAJÍCÍ VZPĚRA 160x160 VYHOVUJE

Vzpěry v části I nebudou posouzeny, jelikož mají stejný průřez jako vzpěra v části II, jsou namáhány menší normálovou silou a mají menší průhyb. Budou tedy také vyhovovat.

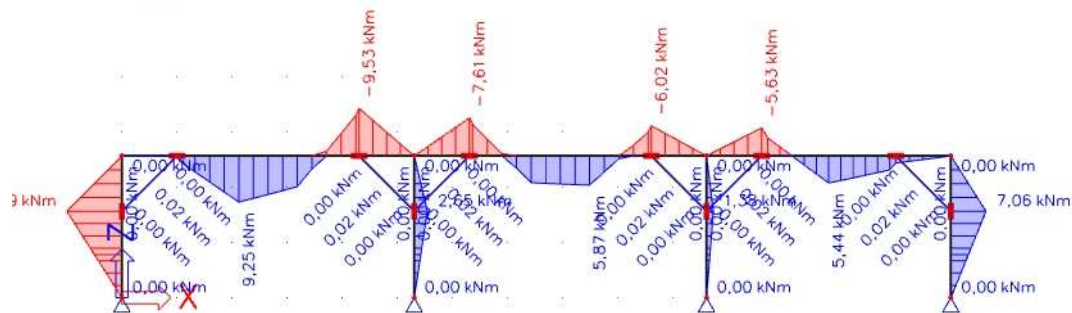
h) VAZNICE – v části I



Obr. 97 – Vaznice – průběh normálové síly – rozhodující kombinace CO1



Obr. 98 – Vaznice – průběh posouvající síly – rozhodující kombinace CO1



Obr. 99 – Vaznice – průběh ohybového momentu – rozhodující kombinace CO1

Normálová síla: $N_{Ed} = 26,51 \text{ kN}$

Posouvací síla: $V_{Ed} = 21,48 \text{ kN}$

Ohybový moment: $M_{Ed} = 9,53 \text{ kNm}$

Plocha průřezu:	$A = b \cdot h = 180 \cdot 180 = 32\,400 \text{ mm}^2$
Průřezový modul:	$W_y = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 180 \cdot 180^2 = 972\,000 \text{ mm}^3$
Součinitel k_m :	$k_m = 0,7$
Délka prvku:	$l = 3\,300 \text{ mm}$
<u>Normálové napětí v tlaku:</u>	$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{26,51 \cdot 10^3}{32\,400} = \mathbf{0,818 \text{ MPa}}$
<u>Normálové napětí za ohybu:</u>	$\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \frac{9,53 \cdot 10^6}{972\,000} = \mathbf{9,805 \text{ MPa}}$

Kombinace tlaku a ohybu (MSÚ):

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{0,818}{12,92}\right)^2 + 0,7 \cdot \frac{9,805}{14,77} \leq 1$$

$$\mathbf{0,469 \leq 1} \quad \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Smykové napětí (MSÚ):

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 21,48 \cdot 10^3}{2 \cdot 32\,400} = 0,994 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\mathbf{0,994 \leq 2,46 \text{ [MPa]}} \quad \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Posouzení průhybu (MSP):

Průhyb od jednotlivých zatížení (vypočteno programem SCIA Engineer):

$$w_{inst,gk} = 2,2 \text{ mm} \quad (\text{stálé zatížení})$$

$$w_{inst,sk} = 1,7 \text{ mm} \quad (\text{zatížení sněhem})$$

$$w_{inst,vk} = 1,1 \text{ mm} \quad (\text{zatížení větrem})$$

$$\mathbf{\underline{Okamžitý průhyb:}} \quad w_{inst} = w_{inst,gk} + w_{inst,sk} + w_{inst,vk} = 2,2 + 1,7 + 1,1 = 5 \text{ mm}$$

$$w_{inst} \leq \frac{l}{300}$$

$$\mathbf{5 < 11 \text{ [mm]}} \quad \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Konečný průhyb:

$$k_{def} = 0,6 \text{ (třída provozu 1)}$$

$$\psi_{0.2} = 1$$

$$\psi_{2.1} = 0,8$$

$$\psi_{2.2} = 0,8$$

$$w_{net,fin} = w_{inst,gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,sk} \cdot (1 + \psi_{2.1} \cdot k_{def}) + w_{inst,vk} \cdot (\psi_{0.2} + \psi_{2.2} \cdot k_{def})$$

$$w_{net,fin} = 2,2 \cdot (1 + 0,6) + 1,7 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) + 1,1 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) = 7,66 \text{ mm}$$

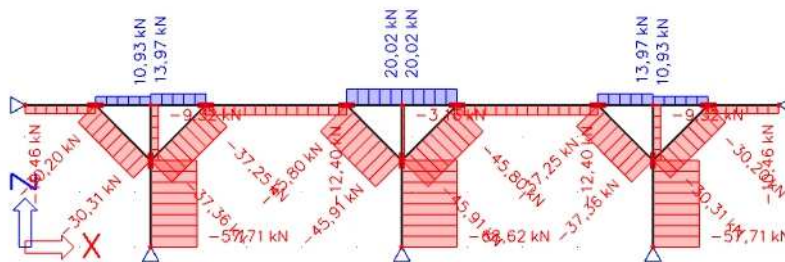
$$w_{net,fin} \leq \frac{l}{250}$$

$$7,66 < 13,2 \text{ [mm]}$$

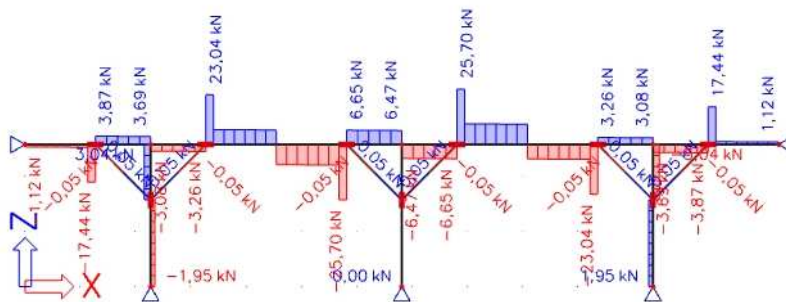
→ VYHOVUJE

STÁVAJÍCÍ VAZNICE 180x180 VYHOVUJE

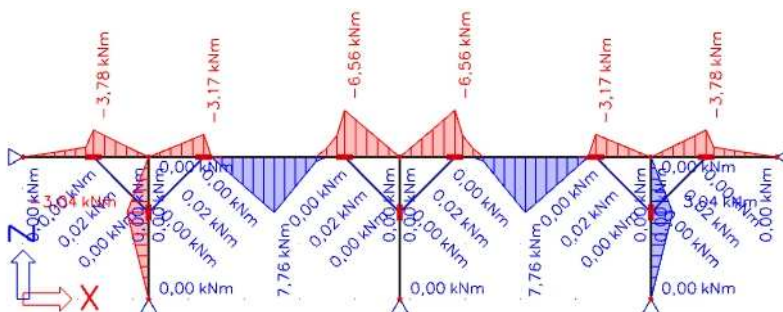
i) VAZNICE – v části II



Obr. 100 – Vaznice – průběh normálové síly – rozhodující kombinace CO1



Obr. 101 – Vaznice – průběh posouvající síly – rozhodující kombinace CO1



Obr. 102 – Vaznice – průběh ohybového momentu – rozhodující kombinace CO1

Normálová síla: $N_{Ed} = 20,02 \text{ kN}$
 Posouvací síla: $V_{Ed} = 25,7 \text{ kN}$
 Ohybový moment: $M_{Ed} = 7,76 \text{ kNm}$

Plocha průřezu: $A = b \cdot h = 180 \cdot 180 = 32\,400 \text{ mm}^2$
 Průřezový modul: $W_y = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 180 \cdot 180^2 = 972\,000 \text{ mm}^3$
 Součinitel k_m : $k_m = 0,7$
 Délka prvku: $l = 2\,550 \text{ mm}$

Normálové napětí v tlaku: $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{20,02 \cdot 10^3}{32\,400} = \mathbf{0,618 \text{ MPa}}$

Normálové napětí za ohybu: $\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \frac{7,76 \cdot 10^6}{972\,000} = \mathbf{7,984 \text{ MPa}}$

Kombinace tlaku a ohybu (MSÚ):

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{0,618}{12,92}\right)^2 + 0,7 \cdot \frac{7,984}{14,77} \leq 1$$

$$\mathbf{0,38 \leq 1} \quad \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Smykové napětí (MSÚ):

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 25,7 \cdot 10^3}{2 \cdot 32\,400} = 1,190 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\mathbf{1,190 \leq 2,46 \text{ [MPa]}} \quad \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Posouzení průhybu (MSP):

Průhyb od jednotlivých zatížení (vypočteno programem SCIA Engineer):

$$w_{inst,gk} = 1,7 \text{ mm} \quad (\text{stálé zatížení})$$

$$w_{inst,sk} = 2,0 \text{ mm} \quad (\text{zatížení sněhem})$$

$$w_{inst,vk} = 0,7 \text{ mm} \quad (\text{zatížení větrem})$$

$$\mathbf{\underline{Okamžitý průhyb:}} \quad w_{inst} = w_{inst,gk} + w_{inst,sk} + w_{inst,vk} = 1,7 + 2,0 + 0,7 = 4,4 \text{ mm}$$

$$w_{inst} \leq \frac{l}{300}$$

$$4,4 < 8,5 \text{ [mm]}$$

→ VYHOVUJE

Konečný průhyb:

$$k_{def} = 0,6 \text{ (třída provozu 1)}$$

$$\psi_{0,2} = 1$$

$$\psi_{2,1} = 0,8$$

$$\psi_{2,2} = 0,8$$

$$w_{net,fin} = w_{inst,gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,sk} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{def}) + w_{inst,vk} \cdot (\psi_{0,2} + \psi_{2,2} \cdot k_{def})$$

$$w_{net,fin} = 1,7 \cdot (1 + 0,6) + 2,0 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) + 0,7 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) = 6,72 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} \leq \frac{l}{250}$$

$$6,72 < 10,2 \text{ [mm]}$$

→ VYHOVUJE

STÁVA, JÍCÍ VAZNICE 180x180 VYHOVUJE

j) SLOUPEK – v části I

Normálová síla: $N_{Ed} = 57,77 \text{ kN}$ (viz obr. 97)

Plocha průřezu: $A = b \cdot h = 180 \cdot 180 = 32\,400 \text{ mm}^2$

Moment setrvačnosti: $I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 180 \cdot 180^3 = 87\,480\,000 \text{ mm}^4$

Poloměr setrvačnosti: $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{87\,480\,000}{32\,400}} = 51,96 \text{ mm}$

Délka prvku: $l = 2\,560 \text{ mm}$

Normálové napětí v tlaku: $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{57,77 \cdot 10^3}{32\,400} = \mathbf{1,783 \text{ MPa}}$

Součinitel vzpěrné délky: $\beta = 1,0$

Efektivní délka prvku: $l_{ef} = \beta \cdot l = 1,0 \cdot 2\,560 = 2\,560 \text{ mm}$

Štíhlostní poměr: $\lambda = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{2\,560}{51,96} = 49,27$

Poměrný štíhlostní poměr: $\lambda_{rel,c} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{49,27}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7\,400}} = 0,835$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,c} - 0,3) + \lambda_{rel,c}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,835 - 0,3) + 0,835^2] = 0,902$$

Součinitel vzpěrnosti: $k_c = \min \left\{ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}}; 1 \right\} = \min \left\{ \frac{1}{0,902 + \sqrt{0,902^2 - 0,835^2}}; 1 \right\} = 0,804$

Osový tlak (MSÚ):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,783}{0,804 \cdot 12,92} \leq 1$$

$$0,172 \leq 1$$

→ VYHOVUJE

Posouzení průhybu (MSP):

Průhyb od jednotlivých zatížení (vypočteno programem SCIA Engineer):

$$w_{inst,gk} = 0,8 \text{ mm} \quad (\text{stálé zatížení})$$

$$w_{inst,sk} = 0,7 \text{ mm} \quad (\text{zatížení sněhem})$$

$$w_{inst,vk} = 0,4 \text{ mm} \quad (\text{zatížení větrem})$$

Okamžitý průhyb: $w_{inst} = w_{inst,gk} + w_{inst,sk} + w_{inst,vk} = 0,8 + 0,7 + 0,4 = 1,9 \text{ mm}$

$$w_{inst} \leq \frac{l}{300}$$

$$1,9 < 8,53 \text{ [mm]}$$

→ VYHOVUJE

Konečný průhyb:

$$k_{def} = 0,6 \text{ (třída provozu 1)}$$

$$\psi_{0.2} = 1$$

$$\psi_{2.1} = 0,8$$

$$\psi_{2.2} = 0,8$$

$$w_{net,fin} = w_{inst,gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,sk} \cdot (1 + \psi_{2.1} \cdot k_{def}) + w_{inst,vk} \cdot (\psi_{0.2} + \psi_{2.2} \cdot k_{def})$$

$$w_{net,fin} = 0,8 \cdot (1 + 0,6) + 0,7 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) + 0,4 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) = 2,91 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} \leq \frac{l}{250}$$

$$2,91 < 10,24 \text{ [mm]}$$

→ VYHOVUJE

STÁVAJÍCÍ SLOUPEK 180x180 VYHOVUJE

k) SLOUPEK – v části II

Normálová síla: $N_{Ed} = 68,62 \text{ kN}$ (viz obr. 100)

Plocha průřezu: $A = b \cdot h = 180 \cdot 180 = 32\,400 \text{ mm}^2$

Moment setrvačnosti: $I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 180 \cdot 180^3 = 87\,480\,000 \text{ mm}^4$

Poloměr setrvačnosti: $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{87\,480\,000}{32\,400}} = 51,96 \text{ mm}$

Délka prvku: $l = 2\,560 \text{ mm}$

Normálové napětí v tlaku: $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{68,62 \cdot 10^3}{32\,400} = \mathbf{2,118 \text{ MPa}}$

Součinitel vzpěrné délky: $\beta = 1,0$

Efektivní délka prvku: $l_{ef} = \beta \cdot l = 1,0 \cdot 2\,560 = 2\,560 \text{ mm}$

Štíhlostní poměr: $\lambda = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{2\,560}{51,96} = 49,27$

Poměrný štíhlostní poměr: $\lambda_{rel,c} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{49,27}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7\,400}} = 0,835$

$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,c} - 0,3) + \lambda_{rel,c}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,835 - 0,3) + 0,835^2] = 0,902$

Součinitel vzpěrnosti: $k_c = \min \left\{ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}}; 1 \right\} = \min \left\{ \frac{1}{0,902 + \sqrt{0,902^2 - 0,835^2}}; 1 \right\} = 0,804$

Osový tlak (MSÚ):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{2,118}{0,804 \cdot 12,92} \leq 1$$

$$\mathbf{0,204 \leq 1}$$

→ VYHOVUJE

Posouzení průhybu (MSP):

Průhyb od jednotlivých zatížení (vypočteno programem SCIA Engineer):

$w_{inst,gk} = 0,1 \text{ mm}$ (stálé zatížení)

$w_{inst,sk} = 0,1 \text{ mm}$ (zatížení sněhem)

$w_{inst,vk} = 0,1 \text{ mm}$ (zatížení větrem)

Vypočtené průhyby jsou v řádech desetin milimetru, sloupek tedy na průhyb vyhoví.

STÁVAJÍCÍ SLOUPEK 180x180 VYHOVUJE

D) PÁSEK – v části I

Normálová síla: $N_{Ed} = 47,57 \text{ kN}$ (viz obr. 97)

Plocha průřezu: $A = b \cdot h = 140 \cdot 140 = 19\,600 \text{ mm}^2$

Moment setrvačnosti: $I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 140 \cdot 140^3 = 32\,013\,333 \text{ mm}^4$

Poloměr setrvačnosti: $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{32\,013\,333}{19\,600}} = 40,415 \text{ mm}$

Délka prvku: $l = 1\,415 \text{ mm}$

Normálové napětí v tlaku: $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{47,57 \cdot 10^3}{19\,600} = \mathbf{2,427 \text{ MPa}}$

Součinitel vzpěrné délky: $\beta = 1,0$

Efektivní délka prvku: $l_{ef} = \beta \cdot l = 1,0 \cdot 1\,415 = 1\,415 \text{ mm}$

Štíhlostní poměr: $\lambda = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{1\,415}{40,415} = 35,012$

Poměrný štíhlostní poměr: $\lambda_{rel,c} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{35,012}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7\,400}} = 0,594$

$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,c} - 0,3) + \lambda_{rel,c}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,594 - 0,3) + 0,594^2] = 0,706$

Součinitel vzpěrnosti: $k_c = \min \left\{ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}}; 1 \right\} = \min \left\{ \frac{1}{0,706 + \sqrt{0,706^2 - 0,594^2}}; 1 \right\} = 0,919$

Osový tlak (MSÚ):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{2,427}{0,919 \cdot 12,92} \leq 1$$

$$\mathbf{0,204 \leq 1}$$

→ VYHOVUJE

Posouzení průhybu (MSP):

Průhyb od jednotlivých zatížení (vypočteno programem SCIA Engineer):

$w_{inst,gk} = 0,8 \text{ mm}$ (stálé zatížení)

$w_{inst,sk} = 0,7 \text{ mm}$ (zatížení sněhem)

$w_{inst,vk} = 0,4 \text{ mm}$ (zatížení větrem)

Okamžitý průhyb: $w_{inst} = w_{inst,gk} + w_{inst,sk} + w_{inst,vk} = 0,8 + 0,7 + 0,4 = 1,9 \text{ mm}$

$$w_{inst} \leq \frac{l}{300}$$

$$1,9 < 4,72 [mm]$$

→ VYHOVUJE

Konečný průhyb:

$$k_{def} = 0,6 \text{ (třída provozu 1)}$$

$$\psi_{0.2} = 1$$

$$\psi_{2.1} = 0,8$$

$$\psi_{2.2} = 0,8$$

$$w_{net,fin} = w_{inst,gk} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,sk} \cdot (1 + \psi_{2.1} \cdot k_{def}) + w_{inst,vk} \cdot (\psi_{0.2} + \psi_{2.2} \cdot k_{def})$$

$$w_{net,fin} = 0,8 \cdot (1 + 0,6) + 0,7 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) + 0,4 \cdot (1 + 0,8 \cdot 0,6) = 2,91 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} \leq \frac{l}{250}$$

$$2,91 < 5,66 [mm]$$

→ VYHOVUJE

STÁVAJÍCÍ PÁSEK 140x140 VYHOVUJE

Všechny pásy v obou částech krovu byly uvažovány jako stejně dlouhé a stejného průřezu. Není nutné posuzovat pásek v části II, jelikož je namáhán menší normálovou silou. Bude tedy také vyhovovat.

Všechny posuzované prvky krovu vyhovují, kromě krokve v části II, která nevyhověla na mezní stav použitelnosti.

7 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo vypracování zjednodušeného stavebně technického průzkumu, na základě kterého pak byl zpracován rámcový návrh nutných sanačních opatření. Nejprve byly popsány všechny zjištěné poruchy a byla provedena analýza příčin těchto poruch. Dále byl vytvořen koncept sanačních opatření, který byl konzultován s odborníky na památkovou péči. Jelikož se jedná o památkově chráněnou stavbu, byla vybrána sanační opatření, která vyžadují co nejmenší zásahy do stávajících stavebních konstrukcí. Také bylo zohledněno budoucí využití objektu. Zámek by měl sloužit zejména ke kulturním účelům. Bude zde umístěn historický nábytek a umělecká díla, bude zde zřícen hudební salonek a zámek bude zpřístupněn široké veřejnosti.

Objekt se v současné době nachází ve velmi špatném stavebně technické stavu, proto musel být dočasně staticky zajištěn, aby nedošlo k dalším haváriím.

Jako největší činitel poruch se ukázala voda, a to jak srážková, tak vzlínající z podloží. Srážková voda zapříčinila, mimo jiné, zejména ty nejvíce patrné poruchy – zřícení částí některých nosných obvodových konstrukcí a následný propad krovu nad těmito místy. Jelikož byl objekt minimálně od 2. poloviny 20. století neudržovaný, docházelo k postupnému poškozování až k destrukci odvodňovacích prvků střechy. Voda pak volně stékala po fasádě a do podzákladí. Proto bylo navrženo nové funkční odvodnění střechy, čímž se eliminuje zatékání srážkové vody do objektu. Pro vzlínající vlhkost z podloží bylo navrženo sanační opatření pomocí nuceně provětrávaných vzduchových dutin v kombinaci s použitím vápenných sanačních omítek. Nedá se očekávat, že toto opatření bude 100% účinné, ale určitě bude dostačující, a především vyžaduje pouze minimální zásahy do stávajících konstrukcí. Dále jsou navržena nepřímá sanační opatření, a to zejména úprava terénu v okolí stavby, zřízení okapového chodníku a drenáž po obvodu budovy.

Další faktor způsobující řadu poruch je, že objekt postrádá funkční vodorovné ztužení. Proto bylo navrženo sepnutí objektu pomocí ocelových předpínacích lan, čímž se dosáhne zvýšení prostorové tuhosti objektu. Lana budou vedena pouze v interiéru, aby byly co nejméně narušeny historicky cenné fasády objektu.

Dále byla navržena sanační opatření dílčích konstrukcí, jako například podezdění základů, sanace trhlin pomocí helikální výztuže a následná injektáž trhlin, oprava lokálně poškozeného zdiva, sanace vodorovných konstrukcí, a to zejména protézování uhnílych zhlaví stropních trámů. Také byla navržena sanace schodiště a kompletačních konstrukcí, tedy sanace dveří, oken a nášlapných vrstev podlahových konstrukcí.

Vzhledem k tomu, že objekt bude po rekonstrukci přístupný veřejnosti, bylo nutné navrhnout umístění sociálních zařízení. Po konzultaci s odborníky na památkovou péči bylo vyhodnoceno, že nejlepší volbou bude obnovení přístavků mezi středovým rizalitem a východním i západním křídlem, a do těchto míst se umístí právě sociální zařízení, čímž se nenaruší architektonicky významnější místnosti.

Dlouhodobě zatékající srážková voda také způsobila hnilobu dřevěných prvků krovu, a na některých místech dokonce výskyt dřevokazné houby. Některé prvky krovu proto musí být úplně vyměněny. Jelikož se jedná o původní barokní krov, je tedy snaha zachovat co nejvíce původních prvků. Z tohoto důvodu budou prvky, které jsou jen částečně porušené, protézovány. Dále bude sjednocena střešní krytina. Místo stávající bobrovky a eternitových šablon bude použita břidlicová krytina, která se nachází i na střeše věžičky. Do skladby střešního pláště budou nově přidány difúzně otevřené fólie, kontralatě a celoplošné bednění.

Bylo provedeno posouzení stávajícího krovu ve dvou částech krovu. Část I byla uvažována nad východním křídlem a část II nad jižním křídlem. Nad jižním křídlem a středním rizalitem má krov větší rozpětí než nad západním a východním křídlem, plné vazby jsou proto ještě doplněny věšadlem. I přesto, že došlo ke změně skladby střešního pláště, a tedy ke změně zatížení, většina stávající prvků krovu vyhověla na mezní stav únosnosti i použitelnosti. Jediný prvek, který nevyhověl na mezní stav použitelnosti (průhyb), je krokev v části II. Vzhledem k tomu, že krov bude bez podhledu a podkroví bude nevyužívané, větší průhyb by neměl být problém. Mohou být ale stanoveny zvláštní požadavky na průhyb kvůli použití břidlicové střešní krytiny. Z tohoto důvodu by bylo vhodné kontaktovat dodavatele střešní krytiny a zkonzultovat s ním jeho případné požadavky. Před zahájením sanačních opatření krovu by také bylo vhodné ověřit, zda mají stávající dřevěné prvky podobné vlastnosti těm, které byly uvažovány ve výpočtu.

Textová část je doplněna zjednodušenou výkresovou dokumentací. Zde jsou ve výkresech stávajícího stavu vyznačeny a popsány veškeré zjištěné poruchy. Ve výkresech nového stavu jsou znázorněna všechna navržená sanační opatření.

Lze tedy konstatovat, že po analýze příčin poruch vyskytujících se na zámku Právošín bylo navrženo komplexní řešení pro sanaci poruch objektu s přihlédnutím k tomu, že je zámek památkově chráněný. Diplomová práce může sloužit jako podklad majiteli před zahájením rekonstrukce objektu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Marushka – Mapový aplikační server | Nahlížení do katastru nemovitostí. *nahlizenidokn.cuzk.cz* [online]. Copyright © 2004 [cit. 03.11.2021]. Dostupné z: <https://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=733032&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>
- [2] PEŠTA, Jan a spol. *Zámek Pravonín – stavebně historický průzkum*. Památkový ústav středních Čech v Praze, Sabinova 5, Praha 3, březen 1999.
- [3] Prázdné domy – zámek Pravonín. *prazdnedomy.cz* [online] [cit. 03.11.2021]. Dostupné z: <https://www.prazdnedomy.cz/domy/objekty/detail/782-zamek-pravonin>
- [4] Geologická mapa 1:50 000 - indexy, Geologická mapa 1:50 000 - doplňky, Geologická mapa 1:50 000, Klad listů ZM50. In: Geovědní mapy 1:50 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2021-11-18]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [5] DRLÍK, Ondřej. *Zámek Pravonín – fotodokumentace z kontrolní prohlídky*. Rejstříkové číslo ÚSKP: 42067/2-2863. Datum: 1.3.2017
- [6] Zámek Pravonín. *zamky stredoceskeho kraje* [online]. Copyright © [cit. 01.12.2021]. Dostupné z: http://www.stredoceske-zamky.cz/mapa_stredoceskeho_kraje/zamky/pravonin/pravonin3velka.jpg
- [7] Územní plán obce: Pravonín. *Pravonín: Titulní stránka* [online] [cit. 05.12.2021]. Dostupné z: <https://www.pravonin.cz/uzemni-plan-obce/ds-2591>
- [8] HÁJEK, Petr. *Pozemní stavitelství IV: pro 4. ročník SPŠ stavebních* [online]. Vyd. 3., upr., V Sobotáles 2. Praha: Sobotáles, 2006 [cit. 05.12.2021]. ISBN 80-86817-18-0.
- [9] WITZANY, Jiří. *PDR – poruchy, degradace a rekonstrukce*. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04488-9.
- [10] MonoStrand | Sanax chemical construction s.r.o. *Sanax chemical construction s.r.o. | Specialista na stavební chemii* [online]. Copyright © Sanax chemical construction s.r.o. 2014 [cit. 06.12.2021]. Dostupné z: <https://www.sanax.cz/technicke-informace/mono-strand>
- [11] Ke stažení | Pro projektanty. *Helikální výztuže* [online]. Copyright © 2013 [cit. 25.12.2021]. Dostupné z: <https://www.helikalni.cz/manual-katalog-prezentace.html>
- [12] Ztracené bednění Guttadrytek. *Ztracené bednění Guttadrytek* [online]. Dostupné z: <http://www.guttadrytek.cz/>
- [13] M-parket, tradiční a exkluzivní dřevěné podlahy, renovace. [online] [cit. 31.12.2021]. Dostupné z: <http://www.m-parket.cz/pr-renovace.php>
- [14] BALÍK, Michael. *Odvhlčování staveb*. 2., přeprac. vyd. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2693-9.
- [15] Sanační omítky – Cemix. *Stavební hmoty Cemix* [online]. Copyright © LB Cemix, s.r.o. [cit. 27.12.2021]. Dostupné z: <https://www.cemix.cz/produkty/sanacni-omitky/sanacni-omitky1>

- [16] Kunecký J., Fajman P., Hasníková H., Kuklík P., Kloiber M., Sebera V., Tippner J.; Celodřevěné plátové spoje pro opravy historických konstrukcí [online]. 2015 [cit. 31.12.2021]
- [17] SOLAŘ, Jaroslav. *Poruchy a rekonstrukce zděných staveb*. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2672-4.
- [18] ŠTEFEK, Zdeněk, Pavel ZEJDA a Václav KUPILÍK. *Spodní stavba historických budov*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-4846-7.
- [19] BALÍK, Michael. *Vlhkost v domě: odstraňování a prevence*. Praha: Grada Publishing, 2020. ISBN 978-80-271-2892-1.
- [20] ČSN 73 1702 (731702) Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [21] Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [22] ČSN EN 338 (731711) Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti

Použitý software:

AutoCAD 2020

SCIA Engineer 20.0

Microsoft Word

SEZNAM PŘÍLOH

Samostatná příloha – výkresová dokumentace

1	Půdorys 1.NP – stávající stav s vyznačením poruch.....	M 1:100
2	Půdorys 2.NP – stávající stav s vyznačením poruch.....	M 1:100
3	Půdorys krovu – stávající stav s vyznačením poruch.....	M 1:100
4	Řezopohled A-A' – stávající stav s vyznačením poruch.....	M 1:100
5	Řezopohled B-B' – stávající stav s vyznačením poruch.....	M 1:100
6	Jižní pohled – stávající stav s vyznačením poruch.....	M 1:100
7	Západní pohled – stávající stav s vyznačením poruch.....	M 1:100
8	Severní pohled – stávající stav s vyznačením poruch.....	M 1:100
9	Východní pohled – stávající stav s vyznačením poruch.....	M 1:100
10	Situace v katastrální mapě.....	M 1:500
11	Půdorys 1.NP – nový stav.....	M 1:75
12	Půdorys 2.NP – nový stav	M 1:75
13	Řezopohled A-A' – nový stav	M 1:75
14	Řezopohled B-B' – nový stav	M 1:75
15	Jižní pohled – nový stav	M 1:100
16	Západní pohled – nový stav	M 1:100
17	Severní pohled – nový stav	M 1:100
18	Východní pohled – nový stav	M 1:100
19	Detail A – provětrávané dutiny.....	M 1:10