

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**NÁVRH REKONSTRUKCE PRŮMYSLOVÉHO OBJEKTU V DĚTŘICHOVĚ**

**2018-2019**

**Bc. Lenka KINCLOVÁ**

### **Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou prací na téma Návrh rekonstrukce průmyslového objektu v Dětrichově vypracovala samostatně, a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje, jež jsou uvedeny v seznamu použité literatury, v souladu s Metodickým pokynem č.1/2009 o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne: 6.1.2019

Podpis



### **Poděkování:**

Moje poděkování patří vedoucímu diplomové práce Ing. Radku Ziglerovi, Ph.D. za poskytnutý čas a odborné vedení včetně cenných rad a podnětných návrhů při konzultacích. Dále bych chtěla poděkovat paní Ivaně Loušové za její vedení při laboratorním měření a přínosné konzultace a v neposlední řadě majiteli objektu, panu Raslovi, za poskytnutí informací a zpřístupnění objektu.

## **Abstrakt:**

Náplní diplomové práce je stavebně-technický průzkum, následný návrh sanace zjištěných poruch a předběžný návrh rekonstrukce průmyslového objektu v Dětrichově s ohledem na zachování jeho historického rázu, jímž zapadá do celého průmyslového areálu bývalé průmyslové výroby. Podrobně se věnuje sanaci vlhkosti a návrhu následného zateplení.

## **Klíčová slova:**

Industriální styl

Vlhkost

Salinita

Sanace

Zateplení

Lícové zdivo

## **Abstract:**

The submitted thesis focuses on structural survey, a subsequent analysis of the discovered faults and preliminary reconstruction design proposal of the industrial object in Dětrichov with aim to preserving its historical character which fits into the entire industrial area of the former industrial production. In detail, it deals with moisture remediation and subsequent thermal insulation.

## **Key words:**

Industrial Style

Moisture content

Salt content

Repair

Thermal insulation

Brick masonry



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kinclová Jméno: Lenka Osobní číslo: 423911  
Zadávací katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb  
Studijní program: Budovy a prostředí  
Studijní obor: Budovy a prostředí

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Návrh rekonstrukce průmyslového objektu v Dětřichově  
Název diplomové práce anglicky: Reconstruction proposal of industrial building in Dětřichov

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 poréznych zdících prvků, Stavební obzor 2008, roč. 17, č. 10, Praha 2008

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Radek Zigler, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 3. 10. 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 7. 1. 2019

*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*


  
Podpis vedoucího práce

  
Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

3.10.2018  
Datum převzetí zadání

  
Podpis studenta(ky)

## SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Be. Křiváková Linda

Název diplomové práce: Návrh rekonstrukce průmyslového objektu v Dřívěchově

Základní část: KPS podíl: 90 %

Formulace úkolů: Zpracujte předběhy stavbu technicky  
průběhem objektu, provedte hodnocení technického stavu,  
navrhnete nezbytné sanační opatření a zpracujte základní  
výkresovou dokumentaci.

Podpis vedoucího DP: ...

Datum: 8.10.2018

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

2. Část: OCELOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. MICHAL NETUŠIL, Ph.D.

Formulace úkolů: STATICKÝ VÝPOČET A POSOUZENÍ NAJIKYCH OCELOVÝCH  
PRVKŮ V DŮLEŽITĚJŠÍ ČÁSTI STAVBY

Podpis konzultanta: ...

Datum: 10.10.2018

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)

## Obsah

### Obsah

1.	Objekt výzkumu a vymezení řešené problematiky .....	- 9 -
1.1.1.	Popis řešeného objektu a území v návaznosti na jeho historii .....	- 9 -
1.2.1.	Vymezení cíle a rámce zadání diplomové práce .....	- 10 -
2.	Stavebně-technický průzkum .....	- 12 -
2.1.1.	Popis objektu .....	- 12 -
2.2.1.	Popis konstrukcí objektu a jejich poruch .....	- 13 -
I.	Základové konstrukce .....	- 13 -
II.	Svislé konstrukce .....	- 13 -
III.	Vodorovné konstrukce .....	- 15 -
IV.	Krov a střecha .....	- 16 -
V.	Schodiště .....	- 19 -
VI.	Otvorové výplně .....	- 19 -
VII.	Povrchové úpravy .....	- 20 -
VIII.	Klempířské, zámečnické konstrukce a ostatní prvky fasády .....	- 20 -
3.	Fyzikální a chemický průzkum .....	- 21 -
3.1.1.	Stanovení vlhkosti materiálu .....	- 21 -
3.2.1.	Stanovení solí, pH a amoniaku ve stavebním materiálu .....	- 24 -
I.	Příprava vzorků pro provedení zkoušek na salinitu .....	- 24 -
II.	Měření pH .....	- 25 -
III.	Chloridy $\text{Cl}^-$ .....	- 26 -
IV.	Amoniak $\text{NH}_4^+$ .....	- 27 -
V.	Dusičnany $\text{NO}_3^-$ .....	- 27 -
VI.	Sírany $\text{SO}_4^{2-}$ .....	- 29 -
3.2.2.	Celkové shrnutí salinity zdiva .....	- 30 -
4.	Druhy a analýza příčin poruch konstrukcí objektu .....	- 31 -
5.	Návrh sanačních opatření .....	- 32 -
5.1.1.	Sanace mechanického porušení zdiva .....	- 32 -
5.2.1.	Sanace chemického porušení zdiva .....	- 33 -
I.	Metody nepřímé .....	- 33 -
II.	Odsolení zdiva .....	- 34 -
III.	Metody nepřímé .....	- 34 -
6.	Projekt rekonstrukce objektu .....	- 40 -

## Obsah

6.1.1	Nový účel objektu .....	- 40 -
6.2.1	Bourací práce .....	- 41 -
6.3.1	Popis nových konstrukcí .....	- 44 -
I.	Svislé konstrukce .....	- 44 -
II.	Vodorovné konstrukce .....	- 45 -
III.	Střešní konstrukce .....	- 45 -
IV.	Výplně otvorů .....	- 46 -
V.	Vnitřní povrchové úpravy .....	- 46 -
6.4.1	Návrh typu zateplení fasády z architekton. a konstrukčního hlediska .....	- 47 -
6.5.1	Návrh typu zateplení fasády z energetického hlediska .....	- 55 -
6.6.1	Návrh zateplení ostatních konstrukcí včetně výměny výplní otvorů .....	- 57 -
6.7.1	Návrh dalších energetických opatření .....	- 60 -
7.	Závěr .....	- 62 -
8.	Přílohy .....	- 64 -
9.1.1	Výkresová část .....	- 64 -
9.2.1	Statické výpočty [22] .....	- 65 -
I.	Návrh vazníků plochých střeš .....	- 65 -
II.	Výpočet průvlaků nad bouraným zdivem .....	- 67 -
III.	Návrh sloupků S1 na vzpěr .....	- 76 -
9.2.1	Fotodokumentace objektu .....	- 77 -
9.	Seznam obrázků .....	- 81 -
10.	Seznam tabulek .....	- 82 -
11.	Seznam grafů .....	- 82 -
12.	Seznam použitých informačních zdrojů .....	- 83 -
12.1.1	Publikace a internetové zdroje .....	- 83 -
12.1.2	Normy a vyhlášky .....	- 84 -
12.1.3	Ostatní .....	- 84 -
12.1.4	Použitý software .....	- 85 -



## 1. Objekt výzkumu a vymezení řešené problematiky

### 1.1.1. Popis řešeného objektu a území v návaznosti na jeho historii

Objekt výzkumu se nachází na území Frýdlantska (viz Obrázek č. 1), které se rozprostírá ve Frýdlantském výběžku v Libereckém kraji, který byl ve své době považován za významnou průmyslovou oblast Čech. [1]



Obrázek č. 1 Průmyslová oblast-Frýdlantsko[2]

Průmyslová výroba zde navázala na předchozí řemeslnou výrobu pohraničí a od středověku do druhé světové války zde žilo převážně německé obyvatelstvo. Největší rozkvět zdejšího průmyslu se uvažuje v období 19. - 1. pol. 20. století. Nacházeli se zde velkoprámyslové podniky zaměřené především na textilní výrobu, tkalcovství a výrobu porcelánu. [1]

Řešený objekt je bývalou mechanickou tkalcovskou továrnou, jejímž zakladatelem byl polský továrník C.A. Preibisch, jenž ji získal v roce 1864 od rodiny Kliengerových, kteří zde do té doby provozovali tkalcovskou dílnu. Pod jeho vedením dílna prošla mechanizací a poté ji předal svým synům Carlu Oskarovi a Dr. Reinhardovi Preibischovým, kteří postupně dílnu rozšířili a postavili zde textilní továrnu.

Během rakousko-uherské válečné doby textilka vyráběla pytle na písek, prádlo, štruktové i papírové látky a materiál na stany pro vojenské účely.

Během první světové války ovšem poptávka po výrobcích poklesla, a v důsledku toho firma v té době zaměstnávala pouze okolo třiceti zaměstnanců.

Po válce se továrně začalo dařit až díky konjunktře 2. pol. 20 let 20. století. [3], [4], [5]

## Objekt výzkumu a vymezení řešené problematiky

Během dalších let došlo k rozšíření objektu o barevnu a apreturu – tj. konečnou úpravu tkanin s vlastním parním pohonem, dále tkalcovnu a roku 1899 severně od objektu o podnikovou elektrárnu, která v obci svým cihlovým komínem dominuje dodnes. Současně majitelé pro zaměstnance závodu vystavěli tři bytové domy.

Na provoz podniku měla vliv hospodářská krize a jeho existence skončila v roce 1935, po druhé světové válce připadl jeho areál několika majitelům s různým využitím (hospodářskému družstvu – uskladnění obilí a výkrmu hovězího dobytka, kovožávodům Frýdlant – meliorační stroje a zařízení značky Presto).

Výše zmíněné bytové domy tehdy přešly do majetku obce, která je zrekonstruovala. [8]

Roku 1993 závod odkoupila firma Frýdlantská strojírna Rasl a syn. Během jejího vlastnictví došlo k útlumu výroby a následně byly uvolněné prostory dětřichovského závodu pronajímány. Dodnes jsou některé haly v užívání třetích stran. [3], [4], [5]

V budoucnu stávající majitel pod záštitou firmy L-Consult, s.r.o. počítá s částečným obnovením areálu a obnovením funkce textilní výroby se zázemím.

### 1.2.1. Vymezení cíle a rámce zadání diplomové práce

Rozsah diplomové práce se zabývá pouze částí z celého rozsáhlého výše zmiňovaného areálu (viz Obrázek č. 2). Jedná se o halu „C“ a její přilehlé části (bývalý sklad, krček, bývalou umývárnu v přízemí a přístavek ve východní části), které jsou v rámci areálu na parc. č. st. 70 situovány zhruba uprostřed.



Obrázek č. 2 Průmyslový areál Dětřichov parc.č.70 [2]

## Objekt výzkumu a vymezení řešené problematiky

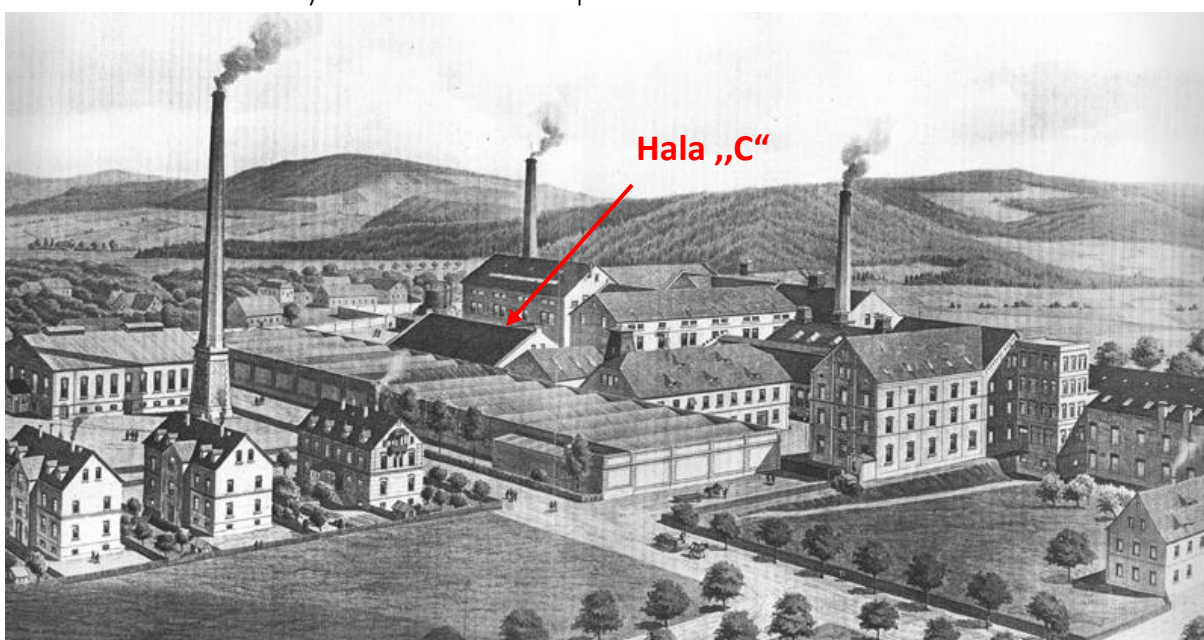


Obrázek č. 3 Detail řešeného areálu, parc. č. 70<sup>[2]</sup>

Areál se nachází v centru obce Dětrichov v katastrálním území Dětrichov u Frýdlantu [625990] v Libereckém kraji a skládá se z několika výrobních hal a přilehlých budov. Všechny budovy jsou sladěné do jednotného industriálního stylu dominujícím režným zdívem, zdobnými šambránami okolo oken a profilovanými římsami.

Diplomová práce je zaměřená na řešení poruch konstrukcí a zvýšenou vlhkost a salinitu zdiva objektu. Následně se zabývá zateplením obálky objektu současně s dispozičními úpravami haly pro nový plánovaný provoz textilní výroby.

Celkové řešení rekonstrukce je provedeno za účelem splnit Vyhlášku č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov, zohledňující větší změny dokončených budov, a vytvoření příjemného prostředí pro budoucí pracovníky provozu výroby, avšak s ohledem na zachování historického rázu budovy a zvolené sanační opatření.



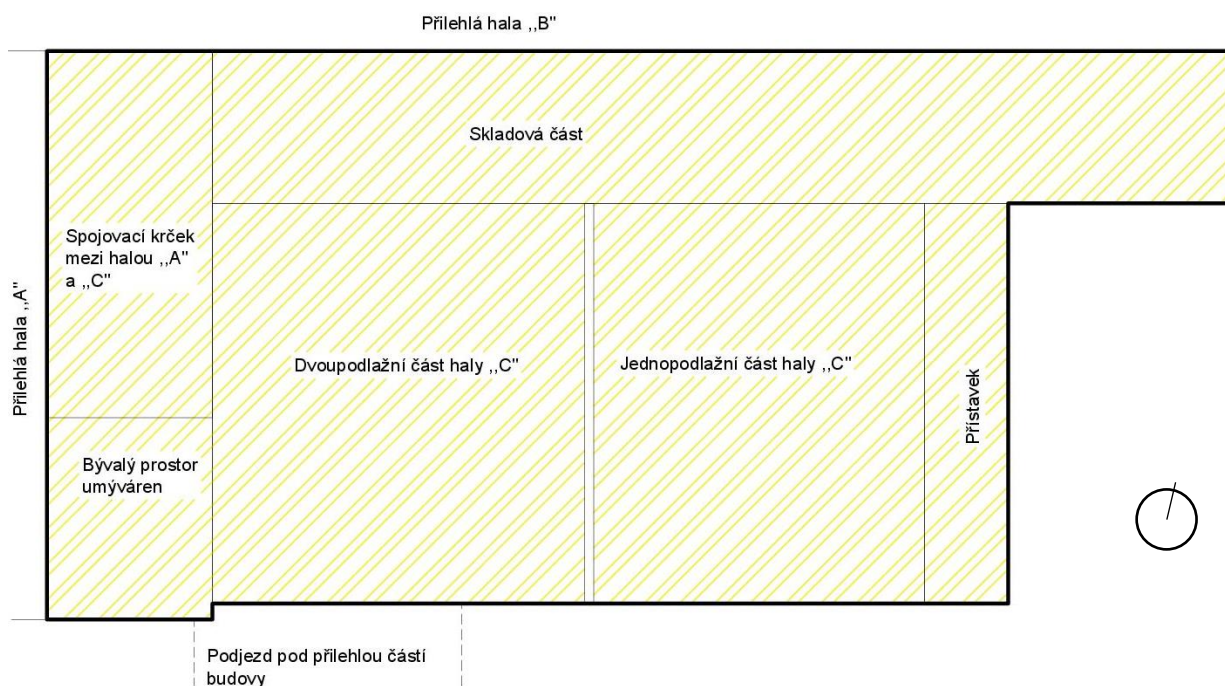
Obrázek č. 4 Celkový pohled na průmyslový areál v Dětrichově<sup>[5]</sup>

## 2. Stavebně-technický průzkum

### 2.1.1. Popis objektu

Celý objekt je rozdělen na několik částí (viz schéma na Obrázku č. 5). Hlavní a zároveň největší část tvoří hala „C“, ze které je přístup do bývalé části skladu a spojovacího krčku s přilehlou halou „A“. Prostory plánovaného vstupu jsou ve stávajícím stavu pouze přilehlou místností bez přístupu do exteriéru, v minulosti zde bývaly umývárny. Přístavek je přilehlým zděným objektem s několika příčkami. Hala „C“ je částečně dvoupodlažní a částečně jednopodlažní budova na obdélníkovém půdorysu, kterou půlí nenosná stěna přes celou šířku haly. Má sedlovou střechu s dřevěným zachovalým krovem. Objekt pro bývalý sklad má dlouhý a úzký obdélníkový půdorys, který přesahuje halu na východní části a má pultovou střechu se spádováním směrem k hale „C“. Přístavek a krček jsou jednopodlažními objekty s pultovou střechou, zatímco část bývalých umýváren je dvoupodlažní. Ze západní strany je celý objekt napojen na budovu „A“ – bývalou administrativní budovu a ze severní strany navazuje společnou nosnou zdi na halu „B“ s pilovou střechou. V úrovni druhého nadzemního podlaží na jižní straně se na halu „C“ napojuje další objekt areálu, který svou konstrukcí tvoří klenutý podjezd.

Ačkoli diplomová práce řeší pouze níže znázorněné části areálu (viz Obrázek č. 5), v budoucnu je plánováno obnovení a znovu zprovoznění celého areálu.



Obrázek č. 5 Schéma řešeného objektu a jeho přilehlých prostorů

### 2.2.1 Popis konstrukcí objektu a jejich poruch

#### I. Základové konstrukce

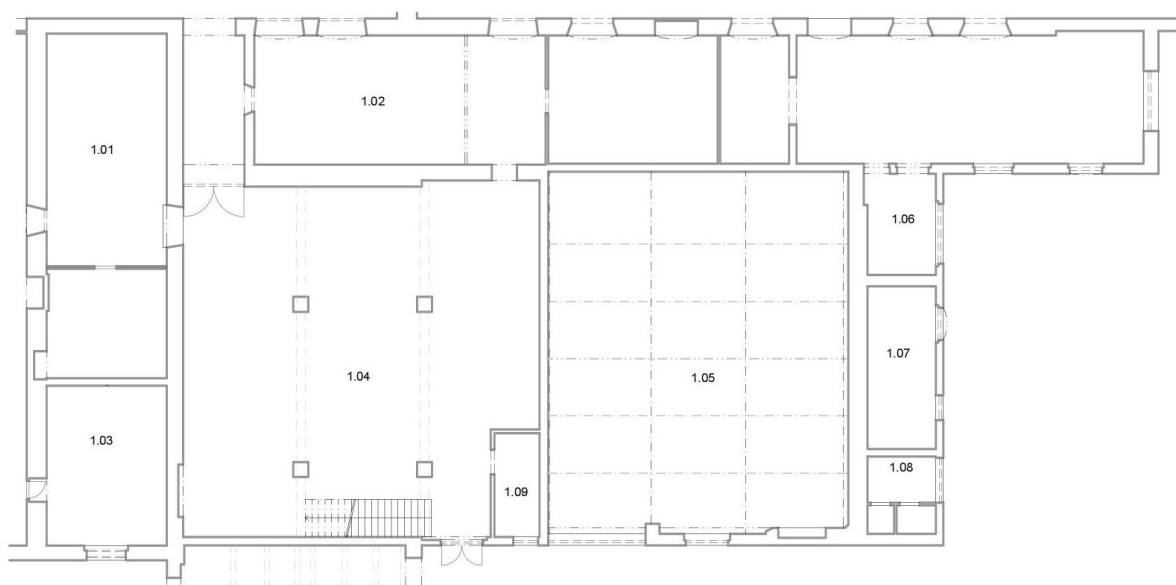
Průzkum základových konstrukcí nebylo možné provést. Proto je zhodnocení základů pouze předpokladem, který vychází ze stáří objektu a z viditelných poruch, jakou je vzlínající vlhkost v prvním nadzemním podlaží projevující se na stěnách mapami vlhkosti. Je proto velmi pravděpodobné, že zde není provedeno opatření proti zemi vlhkosti. U základových konstrukcí nelze s přesností určit, v jakém jsou stavu, jelikož nebyla provedena sonda. Nevyskytují se zde však žádné viditelné poruchy, které by mohly způsobit poruchy ostatních konstrukcí (např. sedání). Z tohoto důvodu je předpokladem, že základy nejsou významně porušeny a nebudou mít negativní vliv na plánované stavební úpravy včetně sanací a plánovanou rekonstrukci. Vzhledem k šířce nosného zdiva, které má v nejširším místě maximálně 880 mm, by objekt mohl být založen na základových pasech do šířky 1,2 m.

#### II. Svislé konstrukce

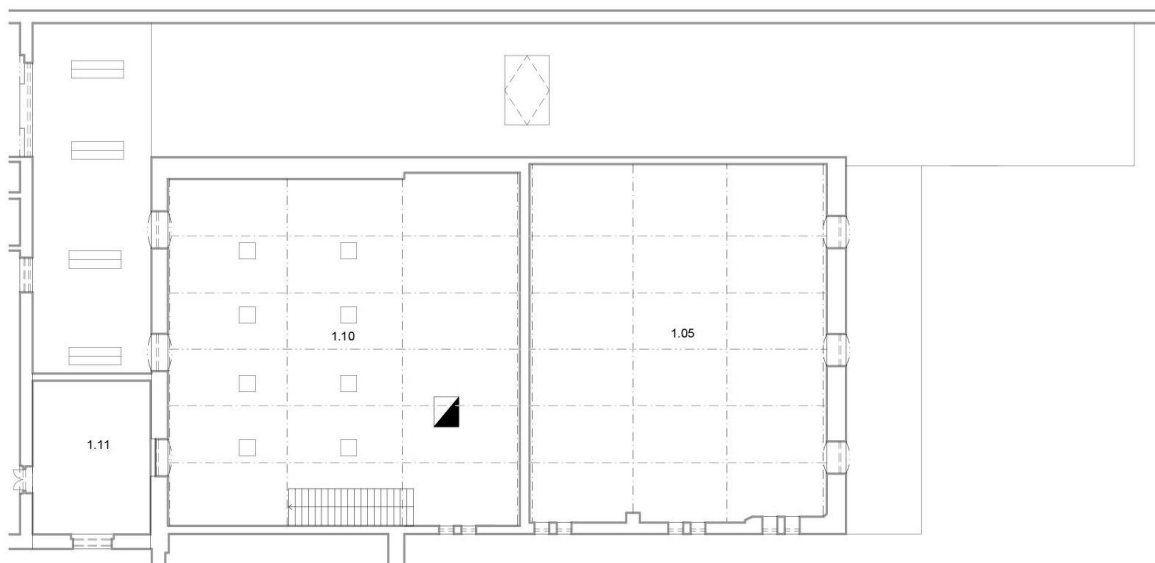
Svislé nosné konstrukce jsou zděné z plných pálených cihel tvořících stěny různých tloušťek v rozmezí 280-880 mm. Konstrukční výška objektu je vzhledem k různým typům vyskytujících se střech a rozdílné podlažnosti v úseku haly „C“ v každé části jiná.

Konstrukce vnitřních příček a vnitřních nosných stěn je tvořena plnými pálenými cihlami na vápennou maltu.

Svislé konstrukce jsou z velké části porušeny a místy chybí kusy cihel. V některých částech objektu byl již v minulosti sanační zásah formou vyplnění chybějících částí zdiva. V největší míře se jednalo o plynosilikátové a škvárobetonové tvárnice, dále pak i pálené cihly různých formátů.



Obrázek č. 6 Půdorys 1.NP



Obrázek č. 7 Půdorys 2.NP

Vnitřní omítky jsou na stávajících svislých konstrukcích značně narušené nebo již chybí. Velký vliv na jejich degradaci a poruchy má vlhkost a stáří objektu.

Vnější omítky se na objektu z velké části neuplatňují, pouze část bývalého skladu má na fasádě znatelné pozůstatky vnější omítky. Jedná se však pravděpodobně o bývalou vnitřní omítku již zbourané sedlové části, po které jsou na stěně viditelné stopy formou zaspárování.

Ukázky poruch a provedených sanací znázorňují obrázky č. 8 až 11.

Velmi rozsáhlá porucha, kde došlo k destrukci obvodového zdiva, se nachází na okraji štítové severovýchodní stěny, kde dochází k vypadávání cihel a prorůstání zeleně spárami zdiva.

Tato štítová stěna se bortí na obou protilehlých stranách a je zde viditelná absence spárovací hmoty.

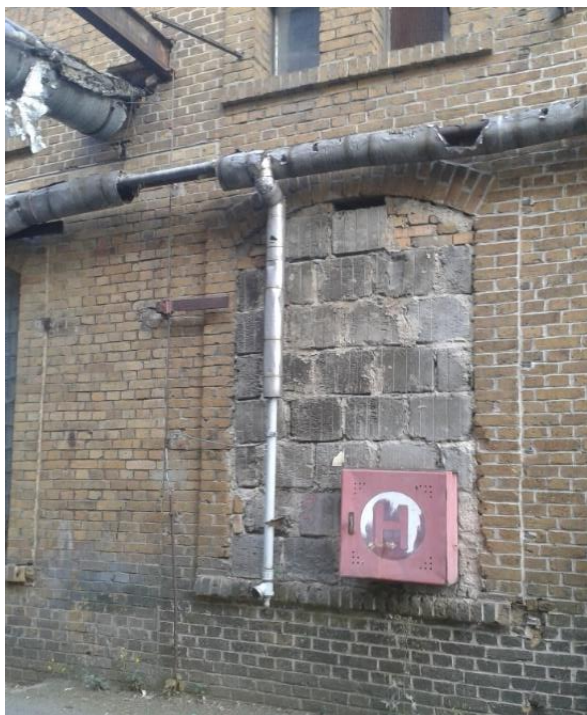


Obrázek č. 9 Vyplnění chybějícího zdiva cihlami různých typů a formátů [vlastní zdroj]



Obrázek č. 8 Destrukce zdiva na okraji štítové stěny [vlastní zdroj]

Další porucha, vyskytující se ovšem na více místech, je na jižní straně objektu. Svislá konstrukce je zde prorostlá vyššími rostlinami a mechem. Vlivem vlhkosti a rozpínavosti rostlin zde dochází k vypadávání částí smíšeného zdiva a poruchám ložných spár.



Obrázek č. 11 Zazdění původního otvoru škvárobetonovými tvárnicemi [vlastní zdroj]



Obrázek č. 10 Zazdění chybějícího zdiva škvárobetonovými tvárnicemi, rostlinné porosty ve spárách zdiva [vlastní zdroj]

### III. Vodorovné konstrukce

Podlahy na terénu jsou ve většině místností tvořeny vrstvou betonu cca 150 mm na škvárobetonovém zásypu. V jednopodlažní části haly „C“ je podlaha tvořena dřevěnými trámy, mezi kterými je vrstva škvárobetonu na pískovém podsypu. Pochozí vrstvu tvoří prkenná podlaha místy chybějící nebo značně porušená. Podlahu přístavku tvoří pouze navlhlá zemina s vyskytující se náletovou zelení.

Strop v levé dvoupodlažní části haly „C“ je sestaven z dřevěných trámů uložených na ocelových průvlacích. Na dřevěných trámech jsou přibity dřevěné fošny tvořící pochozí vrstvu. Fošny jsou místy dřevavé a napadené plísní.

Ocelové průvlaky jsou nesený čtyřmi zděnými sloupy z plných pálených cihel. Strop bude v novém stavu zdemolován z důvodu potřebné světlé výšky pro plánovaný provoz výroby. Současně budou zbourány i sloupy, které už nebudou mít v hale žádnou funkci.



Obrázek č. 13 Zděný sloup a pohled na strop haly „C“  
[vlastní zdroj]



Obrázek č. 14 Detail skladby podlahy haly „C“ [vlastní zdroj]



Obrázek č. 15 Detail podlahy haly „C“ [vlastní zdroj]



Obrázek č. 12 Interiér přístavku na východní straně haly „C“  
[vlastní zdroj]

#### *IV. Krov a střecha*

Každý objekt má svou vlastní střechu. Hala C má dřevěný krov s plechovou krytinou, sklad s krčkem a přístavek mají pultovou střechu s plechovou krytinou nebo pouze asfaltovou lepenkou viditelně poznamenanou stářím objektu.

##### *Pultová střecha bývalého skladu*

Střecha nad bývalým skladem je v dezolátním stavu a v rámci rekonstrukce objektu bude zbourána a nahrazena novou konstrukcí. Ta bude mít optimální odvod dešťových vod, které



v současném stavu, díky stávajícímu orientovanému sklonu pultové střechy směrem k vyšší stěně haly „C“, způsobovaly zatékání do konstrukce objektu. Zatékání vody je patrné na stěnách, kde jsou mapy po stékající vodě.

Skladba střechy je tvořena prkenným podbitím, které je místy uvolněné nebo opadané. Nosné trámy o rozměrech cca 100/140 mm nesou dřevěná prkna s asfaltovou lepenkou. Povrchovou vrstvu tvoří plechová krytina. Součástí střechy jsou i světlíky s kovovým rámem napadeným rží a ve značně destruktivním stavu.

### *Pultová střecha krčku*

Nosná vrstva této střechy je totožná se skladbou zastřešení skladu, povrchovou úpravu ovšem tvoří pouze asfaltová lepenka v několika vrstvách. Střecha rovněž obsahuje světlíky sedlového tvaru s ventilačními díly.



Obrázek č. 18 Pultová střecha bývalého skladu [vlastní zdroj]



Obrázek č. 17 Pultová střecha krčku [vlastní zdroj]

### *Pultová střecha přístavku*

Ta je tvořena dřevěným podbitím a pobitím nosných trámů s plechovou krytinou, která částečně chybí a je zde obnažená asfaltová lepenka. Střecha je ve velmi desolátním stavu a místy se bortí.

V místě prostupu pozůstalého komínku je zřetelně vidět, jak do konstrukce zatéká a trámy jsou uhnílé. Konstrukce je zasažena vlivem vlhkosti hnilobou a daří se zde organismům rostlinného původu.



Obrázek č. 20 Pultová střecha přístavku [vlastní zdroj]



Obrázek č. 19 Pohled na střechu přístavku z interiéru [vlastní zdroj]

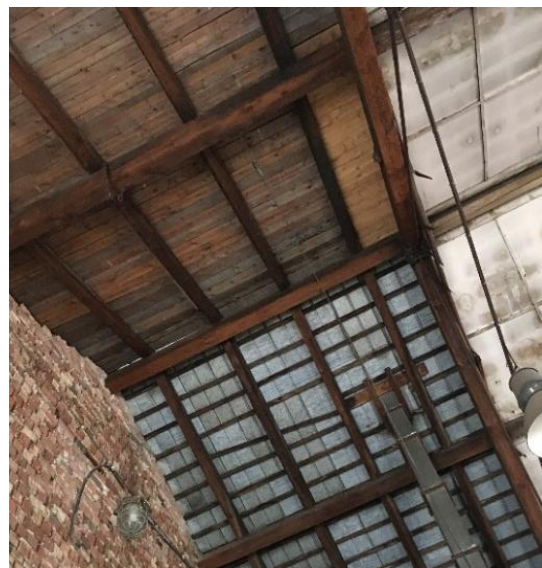
### *Sedlová střecha nad halou „C“*

Hala „C“ je dispozičně rozdělena na dvě části. Jak již víme, jedna je jednopodlažní a druhá (ta blíže k hale „A“) dvoupodlažní. Dělicí konstrukce tvořená z CPP není nosná, celý krov je nesen ocelovými táhly a dřevěnými svislými trámy o rozměrech 190/230 mm. Na obvodových nosných stěnách jsou uloženy vodorovné trámy.

Střecha nad jednotlivými částmi ovšem není zcela totožná a liší se v nenosné vrstvě. Střecha nad jednopodlažním prostorem je tvořena podhledem z vláknitých desek, místy zcela chybějícími, dřevěnými prkny, vodorovnými trámy a krokviemi 130/140 mm a opět dřevěným pobitím. Poté následuje plechová krytina. Střecha nad dvoupodlažní částí má přiznaný krov bez podhledu s vodorovnými trámy 190/210 mm a krokviemi 130/140 mm. Krokve jsou položeny na vodorovném trámu a pobity dřevěnými prkny s laťováním a následně pokryty plechovou krytinou.



Obrázek č. 22 Krov dvoupodlažní části haly „C“ [vlastní zdroj]



Obrázek č. 21 Krov jednopodlažní části haly „C“ [vlastní zdroj]

### V. Schodiště

Stávající přímé jednoramenné schodiště je dřevěné s kovovým zábradlím napadeným rží. Šířka schodiště je 1,5 m. Konstrukce je v havarijním stavu. Z jedné strany výstupního ramene je přimontovaný trapézový plech.



Obrázek č. 26 Dřevěné schodiště propojující jednotlivá podlaží haly „C“ [vlastní zdroj]



Obrázek č. 25 Vstup na schodiště [vlastní zdroj]

### VI. Otvorové výplně



Obrázek č. 24 Detail rámu špaletového okna [vlastní zdroj]



Obrázek č. 23 Detail okna s jednoduchým zasklením [vlastní zdroj]

Okna jsou z větší části původní dřevěná dvojitá. Okna střešní a okna v hale v úrovni druhého nadzemního podlaží jsou jednoduchá s jedním sklem. Některé otvory jsou vyplněné skleněnými tvárnici „luxfery“. Dveře jsou původní dřevěné a vrata plechová. Výplň otvorů na několika místech zcela chybí nebo je provizorně zakryta cementotřískovými deskami, deskami z kartonu či plechu.

### VII. Povrchové úpravy

Objekt má přiznané režné zdivo a vnější omítky se tak v objektu neuplatňují.

Vnitřní omítky jsou štukové, z velké části jsou však poškozené vlivem vztlínající vlhkosti a zatékání do objektu. Místy se odlupují a jsou popraskané. Výjimkou není ani rostlinný porost a mech ve spárách zdiva.



Obrázek č. 27 Značně vlhká středová stěna haly „C“

[vlastní zdroj]



Obrázek č. 28 Destrukce omítek v bývalém skladu

[vlastní zdroj]

### VIII. Klempířské, zámečnické konstrukce a ostatní prvky fasády

Součástí fasády je nespočet pozůstalých kovových a plechových prvků typu travěz, nefunkčních potrubí a rozvodů, také kotev, osvětlení apod. Všechny tyto prvky postrádající využití již ztratily svou funkčnost a pouze korodují. Často tvoří místa, kudy zatéká voda nebo jinak narušují konstrukci. Budou proto z objektu odstraněny a potřebné prvky budou nahrazeny novými (nové osvětlení, nové okapy, svody apod.).

### 3. Fyzikální a chemický průzkum

#### 3.1.1 Stanovení vlhkosti materiálu

Vlhkost zdiva lze určit několika metodami. V rámci diplomové práce byla zvažována metoda nepřímá pomocí měřících přístrojů a metoda destruktivní – gravimetrická. Vzhledem ke stavu objektu (drolící se a již porušené zdivo) a tudíž možnosti odebrat vzorky zdiva, aniž by došlo k cílenému ničení konstrukce, byla zvolena metoda gravimetrická neboli vážková, která je mnohem přesnější, protože nezávisí na dalších fyzikálních parametrech. Její nevýhodou je, že výsledky měření neznáme hned na místě, ale je nutné provést laboratorní měření. Měření pak spočívá na stanovení procenta ztráty hmotnosti vzorku po vysušení, což trvá několik dnů.

#### Odebrání vzorků

Pro určení vlhkosti zdiva bylo provedeno základní měření založené na normách ČSN EN 772-10, ČSN-EN ISO 12570 a na jeho základě bylo určeno procento vlhkosti obsažené ve stěnách objektu. Měření probíhalo v Chemické a mikrobiologické laboratoři ČVUT Katedry konstrukcí pozemních staveb bezprostředně den po odebrání vzorků z důvodu, aby se vzorky co nejméně znehodnotily přesunem a změnou klimatu. [6], [23], [24]

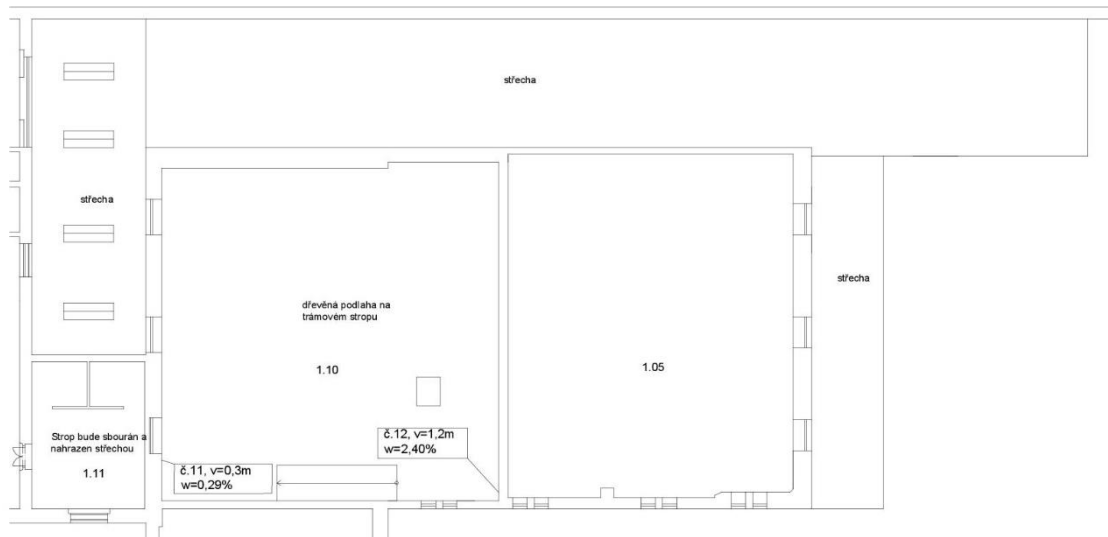
Znehodnocení vzorků bylo zabráněno také pomocí jejich uložení do vakuových sáčků ve třech vrstvách, které bránily úniku vlhkosti a byly uloženy do druhého dne na tmavém suchém místě bez výskytu vlhkosti a při teplotě pohybující se okolo 20° C. [6]

Vzorky zdiva byly odebrány v prvním i druhém nadzemním podlaží z míst předpokládané nejvyšší vlhkosti. V prvním nadzemním podlaží byly vzorky odebrány z místností č. 1.01, 1.02, 1.05, 1.09. V exteriéru poté u zdi místnosti č. 1.03. V druhém nadzemním podlaží v místnosti č. 1.10. Vzorky byly odebrány z povrchu zdiva ve třech výškách v rozmezí 0,2-1,5 m.

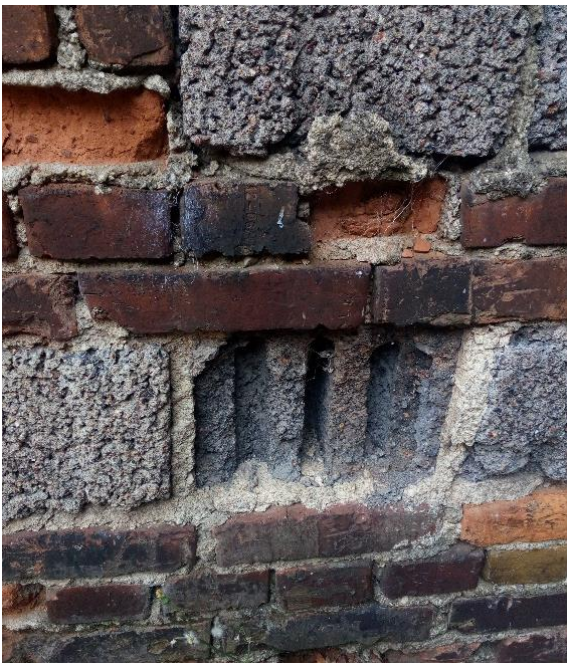


Obrázek č. 29 Schéma míst odebraných vzorků v 1.NP

## Fyzikální a chemický průzkum



Obrázek č. 31 Schéma míst odebraných vzorků



Obrázek č. 32 Vzorek č. 7 [vlastní zdroj]



Obrázek č. 30 Vzorek č. 10 [vlastní zdroj]



Obrázek č. 33 Vzorek č. 6 [vlastní zdroj]



Obrázek č. 34 Vzorek č. 9 [vlastní zdroj]

## Měření

Následující den byly vzorky převáženy ve vlhkém stavu a následně sušeny v sušárně při teplotě 105 °C do druhého dne. Po vychladnutí vzorků na pokojovou teplotu, byly vzorky opět zváženy. Tento proces sušení a vážení proběhl celkem třikrát, dokud hmotnost sušeného vzorku zůstala neměnná a dalo se předpokládat, že se jedná o hmotnost zcela vysušeného zdiva.

Z hodnot hmotnosti vlhkého a vysušeného zdiva se vypočetlo procento vlhkosti dle vzorce: [6]

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_2} * 100 [\%]$$

$m_1$  = hmotnost vlhkého vzorku

$m_2$  = hmotnost suchého vzorku

Vypočtené výsledky uvedené v tabulce č.2 byly následně porovnány s hodnotami z normy ČSN P 73 06 10 uvedenými v tabulce č.1.

Tabulka č. 1 Posouzení vlhkosti zdiva dle normy ČSN P 73 06 10 [22]

Stupeň vlhkosti	Vlhkost zdiva [%]
velmi nízký	<3
nízký	3-5
zvýšený	5-7,5
vysoký	7,5-10
velmi vysoký	>10

Tabulka č. 2 Naměřené a vypočtené vlhkosti vzorků zdiva w [%]

Označení vzorku	Hmotnost původní	Hmotnost suchá	Výška nad podlahou [m]	Výsledná naměřená vlhkost	Porovnání s normou ČSN P 73 06 10
	$m_1$ [g]	$m_2$ [g]		w [%]	w [%]
1	79,1	78,4	0,6	0,88	velmi nízký
2	90,7	88,6	0,2	2,33	velmi nízký
3	60,0	56,3	0,4	6,39	zvýšený
4	122,7	120,5	0,4	1,80	velmi nízký
5	18,2	17,4	0,5	4,21	nízký
6	14,8	13,7	0,5	5,13	zvýšený
7	22,4	22,3	0,3	0,42	velmi nízký
8	26,0	25,2	1,5	2,99	velmi nízký
9	14,5	13,8	1,0	4,55	nízký
10	25,3	25,0	0,6	1,13	velmi nízký
11	172,2	171,7	0,3	0,29	velmi nízký
12	27,5	26,9	1,2	2,40	velmi nízký

### 3.2.1 Stanovení solí, pH a amoniaku ve stavebním materiálu

S vlhkostí zdiva souvisí i obsah solí ve zdivu. Díky vztlínající vlhkosti je totiž solím umožněna transportace do struktury materiálu. Zároveň výskyt solí způsobuje ucpání pórů a zamezuje tak odpařování vody a následné vysychání zdiva, tedy zvyšuje jeho vlhkost. Většinou tedy platí, že má-li zdivo zvýšenou vlhkost, bude mít i zvýšený obsah solí. Proto byly pro zkoumání salinity zdiva průmyslového objektu vybrány vzorky s nejvyšší obsaženou vlhkostí, tj. vzorky č. 3 a 6 a také vzorek č.2, který byl odebrán z vnitřní dělicí stěny a dá nám tak orientační informace o stavu vnitřních konstrukcí.

S výskytem solí ve zdivu nesouvisí pouze zvýšená vlhkost, ale i objemové změny struktury materiálu, které jsou způsobeny hydratačními a krystalickými změnami. Ty mají za následek praskliny a další destrukce zdiva včetně jeho povrchových úprav.

Znalost solí ve zdivu by se neměla podceňovat nejen kvůli jejich destruktivním účinkům, ale i z důvodu, že jejich přítomnost negativně ovlivňuje účinnost látek běžně používaných při konzervaci a sanaci. Proto je při volbě sanačního systému velmi důležité zohlednit i přítomnost solí a jejich koncentraci v materiálu, abychom předešli komplikacím. [7,8]

V rámci zkoumání salinity se ve zdivu nejčastěji stanovuje obsah síranů, chloridů a dusičnanů, které se do objektu transportují se zemní vlhkostí. Sírany poukazují na průmyslové provozy způsobující znečištění objektu, chloridy jsou přítomny především v zimě při solení komunikací a dusičnany se vyskytují v místech stájí, toalet, provozů spojených se zemědělstvím apod. Všechny zmíněné provozy se v historii řešeného objektu mohli s velkou pravděpodobností angažovat, viz kapitola 1.1.1. Laboratorní zkouška tedy byla provedena na všechny tři výše zmíněné soli, navíc bylo zkoumáno i pH zdiva a obsah amoniaku.

Výsledky zkoušky byly následně porovnány s klasifikací salinity zdiva dle tabulky č. 2.

#### 1. Příprava vzorků pro provedení zkoušek na salinitu

Ke kvantitativnímu stanovení solí se použil vodný výluh analyzovaného materiálu.

Vodný výluh vznikl smícháním analyzovaného vzorku č. 2, 3 a 6 o gramážích 2,0 g, 2,5 g, a 2,6 g na 100 ml destilované vody. [7,8]



Obrázek č. 36-Zahřívání výluhu vzorků na teplotě 100 °C  
[vlastní zdroj]



Obrázek č. 35 Ultrazvukový přístroj s vloženými vzorky [vlastní zdroj]



Následně se výluh zahřival na teplotě o 100°C po dobu 10 minut a vložil do ultrazvukového přístroje pro rozlišení malých částeczek od sebe. Poté se ponechal při pokojové teplotě odležet do druhého dne.

Druhý den se výluh opatrně přefiltroval tak, aby nedošlo k jeho zakalení a znehodnocení. Filtrování proběhlo přes filtrační papírek, tak abychom získali čistou tekutinu pro následné měření obsahu solí, pH a amoniaku dle jednotlivých postupů popsanych níže. Pro měření pH se použila kolorimetrická metoda a pro zjištění solí a amoniaku metoda fotometrická za pomoci přístroje UV-VIS fotometru Spectroquant Pharo 300. Měření fotometrem spočívá v absorpci světla vzorkem při určitém rozsahu vlnové délky. Absorpce závisí na koncentraci vzorku.



Obrázek č. 37 Fotometrický přístroj Spectroquant Pharo 300  
vlastní zdroj]



Obrázek č. 38 Přístroj pro mechanické míchání vzorků ve zkumavkách [vlastní zdroj]

## II. Měření pH

Hodnoty pH zdíva se stanovily pomocí pH indikátorového papírku kolorimetrickou metodou podle následovného postupu.

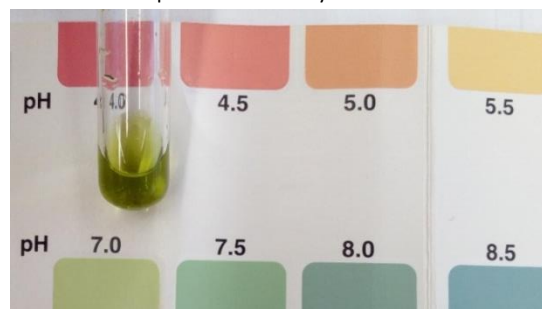
Do 1 ml vzorku, nabraného do zkumavky pomocí automatické pipety, byly přidány 4 kapky pH indikátoru a následně se vše zamíchalo. Následně se do vzniklé směsi namočily pH indikátorové papírky a po uplynutí doby 2 minut se přiložily pro porovnání ke kartičce se zobrazenou stupnicí pH, podle které se porovnáním barev určilo pH zkoumaných vzorků.

Tabulka č. 3 Měření pH

pH	Kyselost
<7	kyselé
=7	neutrální
>7	zásadité

Tabulka č. 4 Stanovení pH vzorků

č. vzorku	pH vzorku	Kyselost
2	6,5	kyselé
3	7	neutrální
6	7	neutrální



Obrázek č. 39 Stanovení pH vzorků kolorimetrickou metodou [vlastní zdroj]

Analýzou pH roztoku odebraných vzorků zdiva je možné určit napadení a stáří objektu. Zvýšená vlhkost a snížené pH může způsobit vhodné prostředí pro růst plísní, mechů a řas. Nižší hodnota pH se většinou vyskytuje u starších objektů. Nová výstavba s čerstvým vápnem má naopak zásadité pH, proto klasifikaci pH nelze brát jak bezpečný ukazatel stáří objektu, vzhledem k možným rekonstrukcím a sanacím, kdy nová omítka má jiné pH než původní zdivo objektu.

V hale „C“ Dětřichovského objektu byl analyzován neutrální roztok vzorku č. 3 a 6, tj. vzorku obvodového zdiva a mírně kyselý roztok u středové zdi.

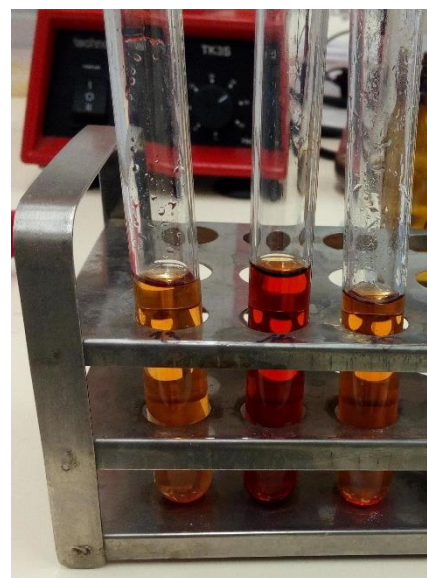
Neutrální charakter je zde pravděpodobně z důvodu novějších dozdivek chybějících kusů zdiva. Kyselý charakter je zde přítomen pravděpodobně z důvodu napadení stěn plísní a značnou vztlínající vlhkostí zdiva.

### III. Chloridy $Cl^-$

Tato metoda je analogická podle EPA325,1 a US Standard Methods 4500-Cl-E. Chloridové ionty reagují s thiokyanátem rtuťnatým, přičemž vytvářejí disociovaný chlorid rtuťnatý. Uvolněný thiokyanát reaguje s železitými ionty a vytváří červený thiokyanát železitý, který se stanoví fotometricky. [10]

Mezi možné důvody výskytu chloridů ve zdivu patří například technologické procesy, mineralizované spodní vody a kamenná sůl pro zimní údržbu. Zkouška byla provedena se vzorkem pro rozsah obsahu chloridů 10-250 mg/l.

Postup zkoušky spočíval v přidání 2,5 ml činidla  $Cl_1$  a 0,5 ml činidla  $Cl_2$  automatickou pipetou do 1 ml přefiltrovaného vzorku. Po každém přidání činidla se vzorky řádně promíchaly pomocí automatického míchače na zkumavky (viz. Obrázek č.41) Po odstátí po dobu 1 minuty se vzorky postupně přelávaly do kyvety a vložily ke změření do fotometru. Výsledky obsahu chloridů z fotometru byly změřeny v jednotkách mg/l, které byly přepočteny na jednotky mg/g pomocí převodního vztahu:



Obrázek č. 40 Thiokyanát železitý [vlastní zdroj]

$$\frac{Cl [mg/l]}{10} / m[g] = Cl^- [mg/g] \quad m - \text{hmotnost původní navážky vzorku před provedením výluhu}$$

Tabulka č. 5 Naměřené hodnoty zasolení chloridy

STANOVENÍ VOLNÝCH SOLÍ VE STAVEBNÍM MATERIÁLU			
CHLORIDY-dle metodiky EPA 325.1 navazující na ISO 8466-1, DIN38402 A51 a EN 14629			
číslo vzorku	výsledek měření		
	[mg/l]	[mg/g]	% hmotnost
2	20,80	1,04	0,10
3	36,00	1,44	0,14
6	217,00	8,35	0,83

IV. Amoniak  $\text{NH}_4^+$ 

Tato metoda je analogická s EPA 350.1, APHA 4500-NH<sub>3</sub> D a ISO 7150/1. Amoniakální dusík (NH<sub>4</sub>-N) se vyskytuje částečně ve formě amonných iontů a částečně jako amoniak. Mezi těmito formami existuje rovnováha závislá na hodnotě pH. V silně alkalických roztocích je NH<sub>4</sub>-N přítomný téměř výhradně jako amoniak, který reaguje s chlornany a vzniká monochloramin. Tento dále reaguje s thymolem a vzniká modrý indofenol, jehož koncentrace se stanoví fotometricky. [6,10]

Vyšší koncentrace amoniaku je vysoce toxická a výsledky měření by se měli co nejvíce blížit nulovým hodnotám.

Stanovení amoniaku ve vzorkách zdiva proběhlo postupným přidáváním činidel  $\text{NH}_4^{-1}$  a  $\text{NH}_4^{-2}$  do baněk se vzorky o obsahu 5 ml pomocí automatické pipety a následným automatickým promícháním. Následně se vzorky nechaly odstát po reakční čas 5 minut a následně se přimíchalo činidlo  $\text{NH}_4^{-3}$ . Opět se vzorky nechaly 5 minut odstát. Dále se odlila část vzorku do kyvety, která se vložila do fotometru, který změřil hodnotu amoniaku v mg/l v každém vzorku.

Výsledky obsahu amoniaku z fotometru byly změřeny v jednotkách mg/l, které byly přepočteny na jednotky mg/g pomocí převodního vztahu:

$$\frac{NH \text{ [mg/l]} }{10} / m \text{ [g]} = \text{NH}_4^+ \text{ [mg/g]} \quad m - \text{hmotnost původní navážky vzorku}$$

Tabulka č. 6 Vstupní hodnoty pro přepočet mg/l na mg/g vzorku  $\text{NH}_4^+$

číslo vzorku	$\text{NH}_4^+$ [mg/l]	$\text{NH}_4^+$ [mg/g]
2	0,28	0,01
3	0,25	0,01
6	0,30	0,01

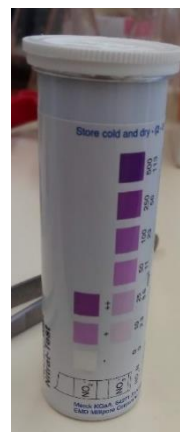
V. Dusičnany  $\text{NO}_3^-$ 

Princip zkoušky spočívá v tom, že v koncentrované kyselině sírové reagují ionty dusičnanů s derivátem kyseliny benzoové a vytvářejí červeně zbarvenou nitro sloučeninu. [10]

Předběžný předpoklad výskytu dusičnanů v konstrukci je vyšší, z důvodu výskytu dusičnanů v zemědělských provozech a v místech poškozených odpadů a kanalizací, což odpovídá historii využití objektu. Předpoklad se potvrdil předběžným kolorimetrickým testem. Papírky se značně zabarvily, což znamená, že vzorky zdiva obsahují více jak 20mg/l soli  $\text{NO}_3^-$ , a proto bylo pro úspěšné provedení zkoušky nezbytné přefiltrované vzorky zředit destilovanou vodou v poměru 1:10 (1ml – vzorek : 10ml – destilované vody).



Obrázek č. 42 Kolorimetrická zkouška koncentrace dusičnanů [vlastní zdroj]



Obrázek č. 41 Barevná škála pro určení koncentrace dusičnanů [vlastní zdroj]

Následně se v testu mohlo pokračovat a nejprve se v suché zkumavce smíchaly činidla  $\text{NO}_3^{-1}$  a  $\text{NO}_3^{-2}$ , které se energeticky promíchávaly po dobu 1 min, aby se činidlo  $\text{NO}_3^{-1}$  zcela rozpustilo. Následně se do zkumavky mohly pomalu přilévat vzorky. Vzhledem k tomu, že vzorky již obsahovaly koncentrovanou kyselinu sírovou, došlo k reakci, kdy se směs zahřála na vysokou teplotu. Směs se nechala 10 minut odstát a následně se opatrně přelila do květy, která se vsunula do fotometru ke změření. Výsledné hodnoty byly naměřeny v jednotkách mg/l, které byly přepočteny na mg/g dle převodního vztahu:

$$\text{NO}_3^{-1}[\text{mg/l}] / m[\text{g}] = \text{NO}_3^{-1} [\text{mg/g}] \quad m - \text{hmotnost původní navážky vzorku}$$

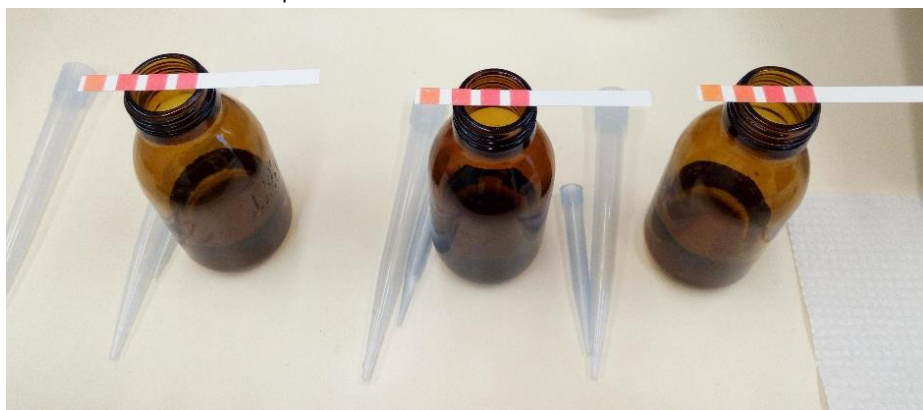
Tabulka č. 7 Naměřené hodnoty zasolení dusičnany

<b>STANOVENÍ VOLNÝCH SOLÍ VE STAVEBNÍM MATERIÁLU</b>			
<b>DUSIČNANY-dle ISO 8466-1, DIN 38402 A51 [25]</b>			
<b>číslo vzorku</b>	<b>výsledek měření</b>		
	<b><math>\text{NO}_3^{-1}</math> [mg/l]</b>	<b><math>\text{NO}_3^{-1}</math> [mg/g]</b>	<b>% hmotnost</b>
2	4,10	2,05	0,21
3	36,60	14,64	1,46
6	11,00	4,23	0,42

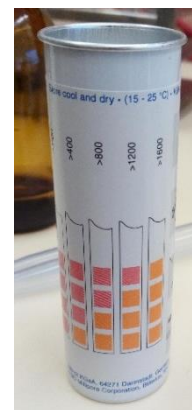
VI. Sírany  $SO_4^{2-}$ 

Stejně jako u zkoušky dusičnanů se u měření síranů nejprve kolorimetricky určila jejich koncentrace. Ta se určila z hnědočervené sloučeniny, která vznikla po zoxidování taninu smícháním iontů síranů s jodičnanem barnatým. [10]

Opět zkouška vyšla pozitivně a k dalšímu postupu se použily již zředěné vzorky destilovanou vodou v poměru 1:10.



Obrázek č. 44 Kolorimetrický test koncentrace síranů [vlastní zdroj]



Obrázek č. 43 Barevná škála pro určení koncentrace síranů [vlastní zdroj]

Následně se do upravených vzorků o objemech 2,5 ml přimíchala činidla  $SO_4^{-1}$  a  $SO_4^{-2}$ . Poté se směsi vložily do vodní lázně o teplotě 40 °C, ve které se hřály po dobu 7 minut. Dále se přimíchalo činidlo  $SO_4^{-3}$ . Poté se vzorky přefiltrovaly do suché baňky, kam se k nim přimíchalo poslední činidlo  $SO_4^{-4}$ . Opět se vzorky vložily do vodní lázně o teplotě 40 °C na 7 minut. Nakonec se vzorky přelily do květy a vložily do fotometru, kde byly změřeny v jednotkách mg/l.

Výsledné hodnoty byly naměřeny v jednotkách mg/l, které byly přepočteny na mg/g dle převodního vztahu:

$$SO_4^{2-}[\text{mg/l}] / m[\text{g}] = SO_4^{2-}[\text{mg/g}] \quad m - \text{hmotnost původní navážky vzorku}$$

Tabulka č. 8 Naměřené hodnoty zasolení sírany

<b>STANOVENÍ VOLNÝCH SOLÍ VE STAVEBNÍM MATERIÁLU</b>			
<b>SÍRANY-dle ISO 8466-1, DIN 38402 A51 [25]</b>			
<b>číslo vzorku</b>	<b>výsledek měření</b>		
	<b><math>SO_4^{2-}</math> [mg/l]</b>	<b><math>SO_4^{2-}</math> [mg/g]</b>	<b>% hmotnost</b>
2	21,00	10,50	1,05
3	87,00	34,80	3,48
6	31,00	11,92	1,19

3.2.2 Celkové shrnutí salinity zdiva

Změřením hodnot chloridů, dusičnanů a síranů se vyhodnotily vzorky dle normy ČSN P 73 0610 z hlediska stupně zasolení. Obsah chloridů ve zdivu není vysoký, pravděpodobně blízká komunikace nebývá v zimě solena, anebo nemá její solení na objekt vliv. Obsah dusičnanů je zvýšený až velmi vysoký nejspíše proto, že v historii objekt využívalo hospodářské družstvo pro uskladnění obilí a výkrmu pro dobytek. Obsah síranů je taktéž na vysoké úrovni, pravděpodobně z důvodu výskytu barvíren a průmyslových látek. **Při takto vysokém obsahu síranů a dusičnanů je vhodné zdivo odsolit.**

Tabulka č. 9 Klasifikace salinity zdiva dle ČSN P 73 0610 - Hydroizolace – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení [23]

Stupeň zasolení zdiva	Obsah soli v mg/g vzorku a v procentech hmotnosti					
	Chloridy		Dusičnany		Sířany	
	mg/g	% hmotnost	mg/g	% hmotnost	mg/g	% hmotnost
Nízký	<0,75	<0,075	<1,0	<0,1	<5,0	<0,5
Zvýšený	0,75-2,0	0,075-0,20	1,0-2,5	0,1-0,25	5,0-20	0,5-2,0
Vysoký	2,0-5,0	0,20-0,50	2,5-5,0	0,25-0,50	20-50	2,0-5,0
velmi vysoký	>5,0	>0,50	>5,0	>0,50	>50	>5,0

Tabulka č. 10 Vyhodnocení salinity zdiva odebraných vzorků dle ČSN P 73 0610 [23]

číslo vzorku	Chloridy		Dusičnany		Sířany	
	mg/g		mg/g		mg/g	
2	1,04	nízký	2,05	Zvýšený	10,5	velmi vysoký
3	1,44	nízký	14,64	velmi vysoký	34,8	velmi vysoký
6	8,35	zvýšený	4,23	Vysoký	11,92	velmi vysoký

### 4. Druhy a analýza příčin poruch konstrukcí objektu

Objekt je ve velmi špatném stavu. Jednou z nejzávažnějších poruch je borcení se pultových střeš, kterými zároveň do objektu vniká srážková voda. Ta způsobuje postupnou degradaci dřevěných konstrukcí a zvyšuje vlhkost cihel, které se pak drolí. Komplexně jsou však všechny střechy v havarijním stavu, místy jsou děravé, stejně tak jako zrezivělé dešťové žlaby a svody, které místy zcela chybí či visí z fasády dolů. Hydroizolace střechy je již nefunkční a do objektu zatéká. V současné době dešťové vody ze střech volně stékají a pokračují po mírně svahované asfaltové cestě do nejbližšího kanálku a zvyšují tak vlhkost v okolí obvodových stěn. Součástí nového řešení v rámci omezení zdrojů vlhkosti proto bude i nový systém odvodnění střech.

Srážková a odstříkující voda se do objektu dostává i často se vyskytujícími vysklenými či jinak porušenými okenními a dveřními otvory.

Projevuje se zde i absence hydroizolace základů, okapových chodníků a odlišení soklové části objektu. Dalším problémem je zde tak mírně zvýšená vlhkost zdiva, ta se do budovy dostává vztlínající zemní vlhkostí, kdy porušuje svíslé vnitřní i obvodové konstrukce. Vztlínající vlhkost stoupá zdívkem a spáry vyplněné maltou postupně degradují, narušuje se tak struktura zdiva a dochází k tvorbě trhlin, opadávání omítky a drolení zdiva. Vlhkost ve zdivu způsobuje jeho degradaci a snižuje jeho pevnost. Důležité proto bude v objektu dodatečně aplikovat spojitou svíslou i vodorovnou hydroizolaci, drenáž okolo objektu a zamezit tak dalšímu vnikání vlhkosti do objektu.

Vliv na vlhkost prostředí bude mít z malé části i potok Oleška protékající v blízkosti objektu.

Naopak vliv vlhkých provozů nebude zásadní. Vlhké provozy se v řešené části objektu pravděpodobně nevyskytovaly, pozůstatky umýváren a sociálního zařízení byly během technicko-stavebního průzkumu zaznamenány pouze v části objektu „A“ a přízemní západní části.

Následkem vlhkosti se na objektu vyskytují porosty rostlin, které svou přítomností vlhkost podporují a udržují. Svou působností narušují pojivo ve spárách zdiva, které tak ztrácí svou pevnost a drolí se.

Vyskytující se zvýšená vlhkost byla potvrzena i laboratorním měřením odebraných vzorků, kdy byl na některých místech objektu stanoven zvýšený stupeň vlhkosti. Jedná se především o místa s výskytem zeleného porostu ve spárách zdiva a míst s vlivem zatékající nebo odstříkující dešťové vody.

Další komplikací je poměrně vysoká zasolenost zdiva, především sírany a dusičnany.

## 5. *Návrh sanačních opatření*

Z předchozí kapitoly popisující příčiny a poruchy objektu je zřejmé, že velkým problémem, kterým je nutné se v rámci návrhu sanačních opatření zabývat, je zvýšená vlhkost a salinita zdiva. Nejprve je však nutné eliminovat zdroj těchto poruch.

Pro správné zvolení typu sanačního opatření je však potřeba brát zřetel na všechny druhy poruch a jejich příčin. Dalšími parametry pro zvolení správného opatření jsou dané vlastnosti zdiva (spárořez, tloušťka zdiva a jeho přístupnost z hlediska použité technologie, pH zdiva, velikost pórů, ...) a stav objektu (stáří, statika, památková ochrana).

Sanaci budeme dělit na sanaci mechanického porušení, tj. rozpadu a drolení zdiva, výkvětů a dalších nečistot a sanaci porušení chemického původu, tj. vlhkost, obsah solí apod. [6], [7], [8], [9], [10]

Na základě daných podmínek a parametrů zdiva můžeme dále chemické porušení řešit pomocí zvolených metod rozdělených do tří skupin:

- 1) *Metody nepřímé s cílem omezení zdrojů a příčin poruch*
- 2) *Metoda odsolení zdiva z důvodu omezení chemických degradačních procesů, které by mohly pokračovat*
- 3) *Metody přímé zaměřené na zabránění postupu vztlínající vlhkosti do svislých a vodorovných konstrukcí*

### 5.1.1 Sanace mechanického porušení zdiva

Než dojde k sanaci chemického porušení je důležité odstranit rozpadající se a drolící se zdivo na jednotlivých místech objektu. Mechanické poruchy jsou znázorněny na výkresech poruch. Po provedení sanací se následně místa dozdí do původního předpokládaného tvaru. Porušené zdivo se odstraní a zbytky se očistí od porostů a nečistot. Cihly se odstraní tak, aby vznikly zazubené okraje a při dostavbě se tak mohlo jednoduše navázat. Nové zdivo bude tvořeno plnými pálenými cihlami na zdící cementovou maltu.

V místech vypadaného a chybějícího zdiva o velkých kusech se zvolí varianta plombování, kdy se zdivo jednoduše vyplní stejným druhem materiálu. Podklad musí být vyčištěný a zbavený všech nežádoucích nečistot. Plomba a původní zdivo se v místě styčné spáry stáhnou ocelovou sponou kotvenou do předvrtaných otvorů a zainjektují epoxidovou pryskyřicí. Menší mechanické poruchy se zarovnají cementovou maltou, tak aby vznikl rovný podklad pro následné zateplení. [7,8],

Stěny nevykazují žádné jiné statické poruchy, či sedání základů, které by bylo nutné sanovat.

Také se zdivo celkově očistí od všech nečistot, porostů a klempířských prvků na fasádě, které již postrádají svou funkci. V této fázi také dojde ke všem bouracím pracím, které jsou uvedené v části 6.2.1.



### 5.2.1 Sanace chemického porušení zdiva

#### I. *Metody nepřímé*

Nepřímými metodami se budeme snažit eliminovat zdroje poruch. Tedy vlhkost způsobenou srážkovou a odstříkující vodou a vzlínající vlhkost od základů konstrukce.

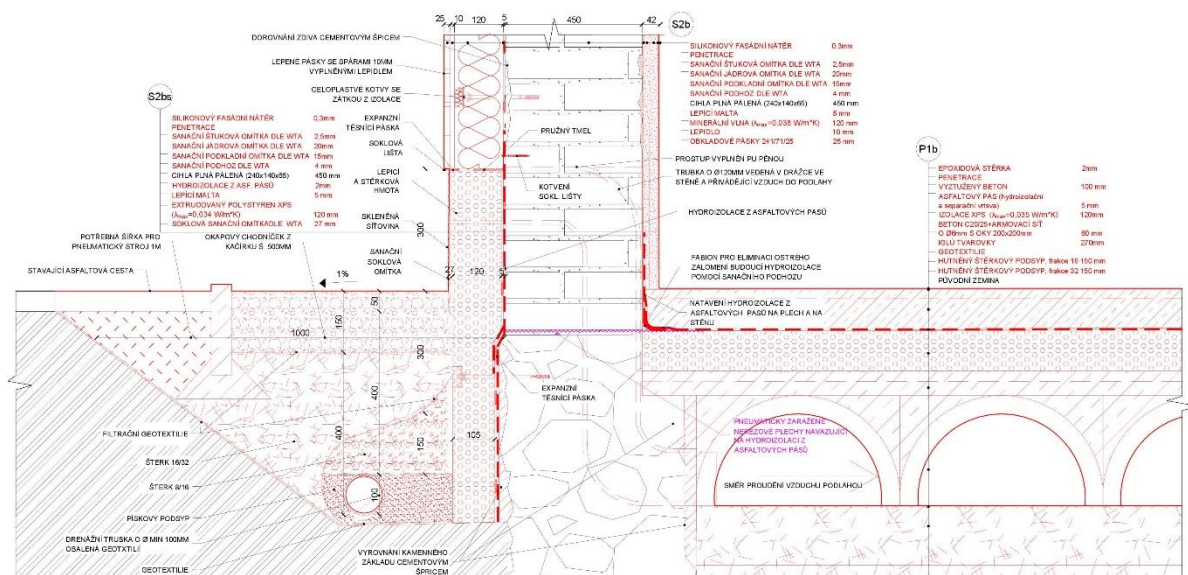
Řešením bude nová konstrukce střech s důrazem na správné provedení hydroizolace a odvodnění. Odstraní se zbývající porušené okapy a svody a nahradí novými, které budou svedeny do nové retenční nádrže s akumulací vody. Veškeré nežádoucí praskliny či otvory, kterými vnikala voda budou vyspraveny.

Zdroj vzlínající vlhkosti omezíme odvodem nahromaděné srážkové vody z okolí budovy pomocí drenážního systému. Drenážní systém bude poté napojen na retenční nádrž s akumulací objemu vody, která může být následně regulovaně vypouštěna do recipientu – blízkého potoka Olešky či zpětně využita v provozu objektu, například pro splachování WC. Alternativa vsaku vody na pozemek zde není možná, vzhledem k všude se vyskytujícím asfaltovým a betonovým plochám. Zvolené řešení by však mělo být podpořeno inženýrsko-geologickým a hydrogeologickým průzkumem včetně povolení způsobu likvidace vody z drenáže od dotčených stran. Pro umístění drenážního systému se okolo obvodu celého objektu vytvoří výkop minimálně 500 mm hluboký z důvodu nezámrazné hloubky a nutnosti uložení drenážní trubky minimálně 200 mm nad základovou spárou. Výkop musí mít spád minimálně 1 % pro zajištění samovolného odtoku vody. Výkop se vyloží geotextilií zabraňující prorůstání kořinek rostlin a zanesení trubky a zasype se vrstvou písku o mocnosti minimálně 20 mm. Na tuto vrstvu se uloží, co nejdále od stěny objektu, drenážní trubka vyrobená z PVC o minimálním průměru 100 mm. Uložená trubka se zasype štěrkem frakce 8/16, opět se položí geotextilie a následně se zasype štěrkem frakce 16/32. Výkop se nakonec zasype až do požadované výšky zeminou původního terénu a po celém obvodu objektu se nasype kačírek. [7,9]

Drenáž je velmi účinné opatření při boji s vlhkostí v objektu a ideální je její kombinace spolu s přímými sanačními opatřeními, které jsou popsány v kapitole 5.2.1-III.

Než se však přistoupí k přímým metodám sanace objektu, je vhodné zdivo nejprve odsolit. Podle výsledků laboratorního měření zaznamenaných v kapitole 3.2.2 se v objektu vyskytuje velké množství síranů a dusičnanů.

## Návrh sanačních opatření



Obrázek č. 45 Umístění drenáže objektu

### II. Odsolení zdiva

Odsolení zdiva v tomto případě není nezbytně nutné vzhledem k typu zvolené přímé sanační metody (viz. 5.2.1-III), avšak je vhodné s ohledem na urychlení procesu vysychání zdiva a omezení chemických degradačních procesů, které by mohly pokračovat.

Odsolení by bylo nezbytně nutné, pokud bychom volili jako přímou sanační metodu injektáž zdiva. Tato metoda totiž musí brát v potaz chemické složení zdiva (tedy i obsah solí) a injektážní směs musí být zvolena tak, aby tomuto složení vyhovovala a nedošlo tak k ještě většímu porušení zdiva. [1]

Způsob odsolení zdiva se provádí pomocí destilované vody a kompresní omítky.

Nejprve se odstraní stávající omítka a zdivo se očistí od prachu, výkvětů a všech nečistot. Čistý povrch se navlhčí destilovanou vodou a následně se nanese kompresní omítka tvořena plastickou směsí ze suché malty a destilované vody.

Vrstva musí zasychat pomalu, aby se do ní soli stihly přenést. Po vyschnutí, zpravidla po několika dnech až týdnech, se vyschlý obklad s absorbovanými solemi mechanicky odstraní. Tento postup opakujeme, dokud se obsah solí ve zdivu nesníží na přípustné hodnoty, které se ověří při opětovném provedení laboratorní zkoušky salinity zdiva. [11]

### III. Metody nepřímé

Další způsob, jak odvést vlhkost z objektu je použití přímých metod. Jako ideální řešení je kombinace přímých metod jak pro svislé, tak vodorovné konstrukce, čímž dosáhneme komplexního opatření a při správném konstrukčním řešení i spojitosti hydroizolace.

## Návrh sanačních opatření

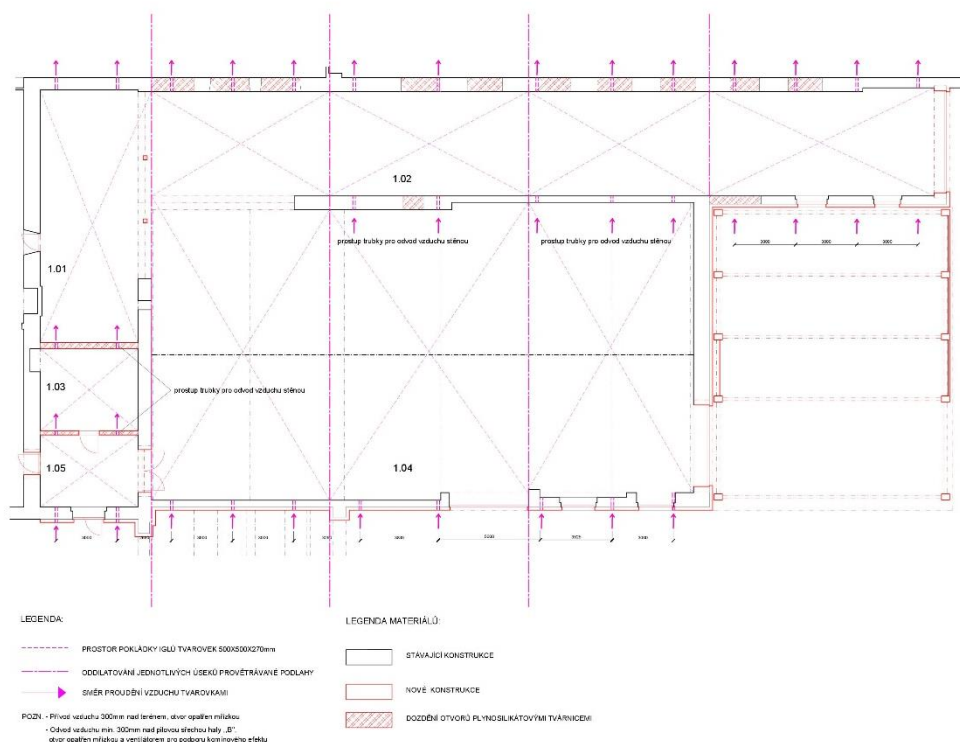
### Vodorovné konstrukce:

Vlhkost z podlah odvedeme pomocí provětrávaných Iglú tvarovek vyrobených ze směsi plastických materiálů. Tvarovky zároveň slouží i jako izolace proti radonu. Tvarovky čtvercového půdorysu se vyrábí v několika výškových variantách umožňující případné vedení sítí.

V celém řešeném objektu se nejprve kompletně odstraní stávající podlahy. Následně se připraví zhutněný štěrkový podsyp o dvou vrstvách, nejprve štěrk o frakci 32 a tloušťce vrstvy 150 mm a následně o frakci 16 o mocnosti vrstvy 150 mm. Na tuto vrstvu se položí tvarovky. Na tvarovky se uloží KARI síť 200 x 200 a zalijí se 60 mm vrstvou betonu C20/25.

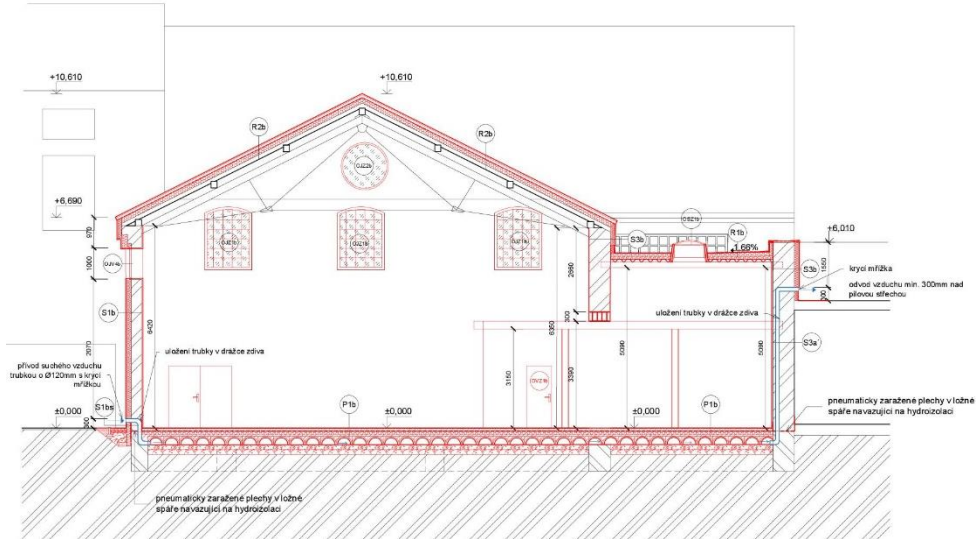
Po technologické přestávce se na vyztužený beton položí izolace z extrudovaného polystyrenu XPS o tl. 120 mm a nataví hydroizolační asfaltový pás. Další vrstvy budou již pochozí určené do prostředí s vyšším zatížením.

Principem odvětrávané podlahy je proudící vzduch vázající na sebe zemní vlhkost, kterou odvádí na principu komínového efektu. Vzduch je přiváděn plastovými trubkami o průměru 120 mm, které jsou zabudovány skrz obvodové konstrukce na protilehlých stranách objektu. Potrubí přivádějící suchý vzduch je umístěno ve výšce 300 mm nad terénem a osově vzdáleno přibližně 3–5 m. Přívodní potrubí jsou opatřena mřížkami z nerezového drátu o velikosti ok 8/8 mm. Potrubí ve stěnách bude obaleno PU pěnou. Důležité je, aby trubky přiváděly suchý vzduch, to znamená, aby byly umístěny nad terénem a trubka odvádějící vzduch ústila výše než trubka pro přívod vzduchu pro zachování komínového efektu. Tento efekt proudění lze podpořit na koncích trubek malým ventilátorem. Celkově by měla být podlaha o větší ploše rozdělena na několik úseků z důvodu dostatečného odvětrání. Úseky jsou znázorněny na Obrázku č. 46. [7], [13], [14], [15]

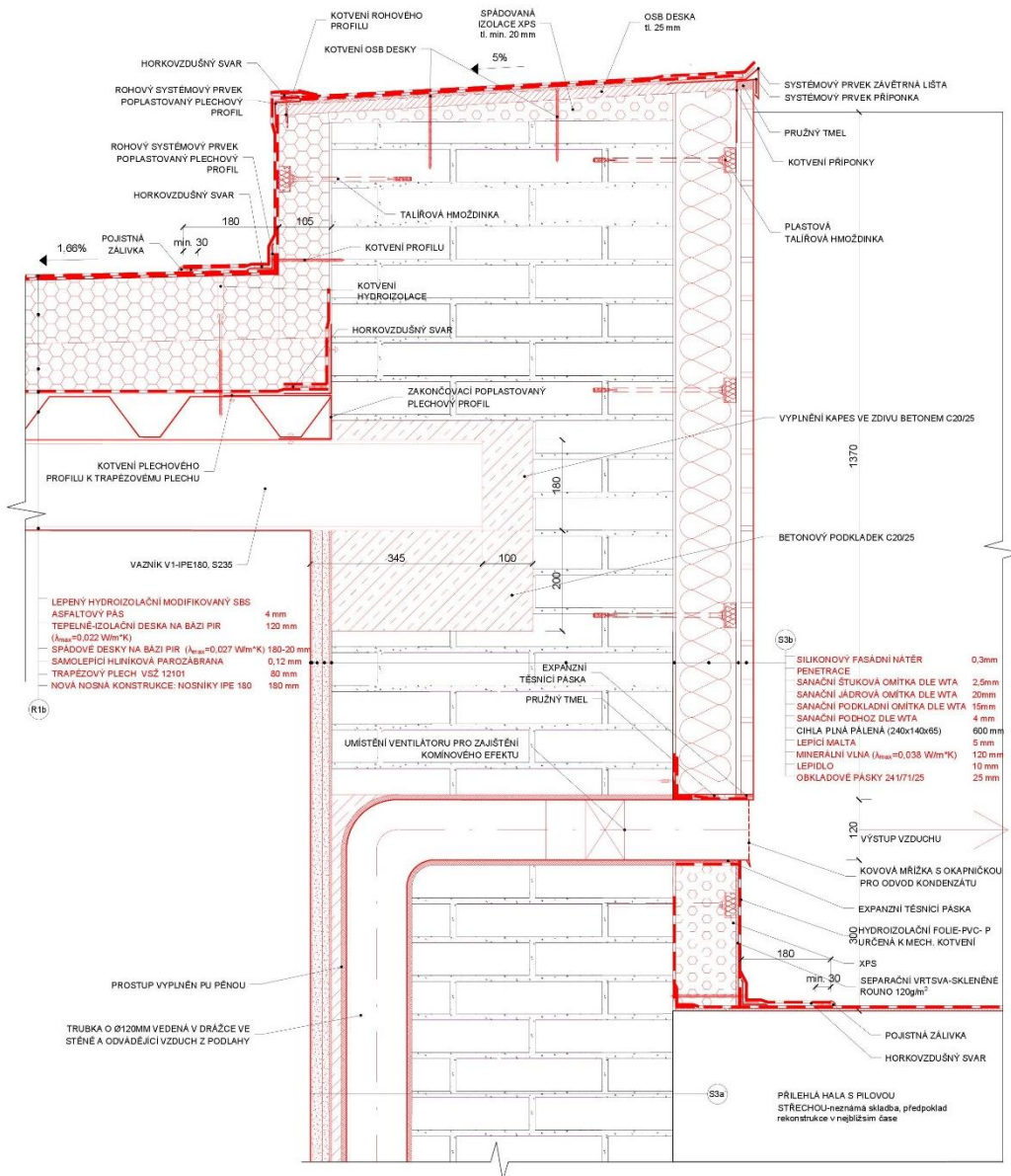


Obrázek č. 46 Půdorysné schéma vodorovného odvětrání

# Návrh sanačních opatření



Obrázek č. 47 Příčný řez-provětrávaná podlaha



Obrázek č. 48 Odvod vzduchu z provětrávané podlahy

### Svislé konstrukce:

Pro zamezení vstupující vlhkosti do svislých konstrukcí objektu jsou vzhledem k daným podmínkám možné 3 přímé metody. A to buď chemická-infuzní metoda nebo metoda podřezání elektrickou pilou s vložením dodatečné izolace, či alternativně metoda pneumatického zatloukání nerezových plechů.

Na základě podmínek a parametrů zdiva objektu je nakonec zvolena metoda pneumatického zatloukání nerezových plechů. Tato technologie není limitována hodnotou vlhkosti nebo chemismem zdiva, což vyhovuje našim podmínkám, jelikož zdivo je vlhké v každé části trochu jinak a je zasolené. Naštěstí se zde objevuje pouze zvýšené procento síranů a dusičnanů, jelikož chloridy by mohli způsobovat korozi ocelových plechů. Tato metoda se používá pro provedení dodatečné izolace cihelného, kamenného i smíšeného zdiva, ale pouze s průběžnou ložnou maltovou spárkou. Toto kritérium nám vyhovuje, jelikož řešený objekt je z cihelného a smíšeného zdiva s vodorovnou průběžnou ložnou spárkou. Hlavními výhodami této metody je možnost provedení prací pouze z jedné strany (venkovní strany objektu) pod úroveň podlahy a garance na statiku objektu (nemůže dojít k sedání zdiva). Podmínkou je tloušťka zdiva maximálně 1 m, což řešený objekt splňuje. Velkou výhodou je, že tato metoda nevyžaduje předchozí proříznutí zdiva ani následné injektáže. Desky z nerezavějící oceli se pouze pneumaticky zarážejí. Nedojde tak k poruše statiky objektu. Dalším bonusem tohoto postupu je, že se provádí na sucho bez nutného zvlhčování, jako tomu je například u podřezávání zdiva diamantovým lanem, a nedochází tak k dalšímu zbytečnému zvlhčování zdiva. Metoda má velkou životnost. [7], [10], [13], [15]

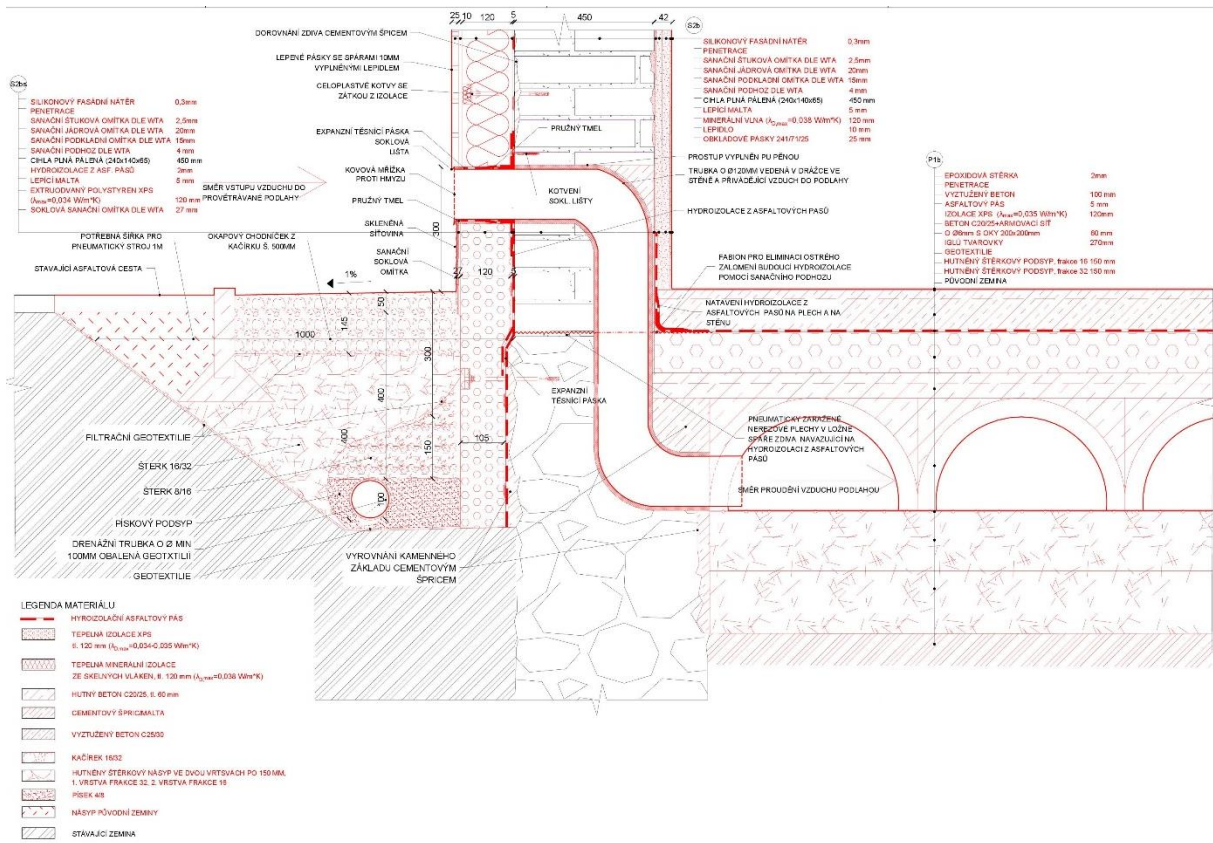
Podélný ohyb desek, tzv. zámek, zlepšuje jejich tuhost při zarážení a zajišťuje kapilárně nepropustnou uzávěru proti vztlínající vlhkosti. Důležité je, aby plechy navazovaly na hydroizolaci podlahy a zároveň se vlnami překrývaly min 5-8 cm pro zajištění celistvosti hydroizolačního opatření. [14]

Metoda nebere ohled na prostup sítí a kabelů, což v našem případě nevádí, jelikož objekt je nevyužívaný a veškeré rozvody jsou nefunkční a budou vypreparovány a provedeny zcela nově.

Nutné je také poznamenat, že vlivem zarážení desek a vytvoření tak vodorovné bariéry dojde přirozeně ke zvýšení vlhkosti pod touto bariérou. Tato vlhkost však bude eliminována pomocí přímé metody vodorovného provětrávání Iglú tvarovkami a kvalitním spojitým provedením hydroizolace.

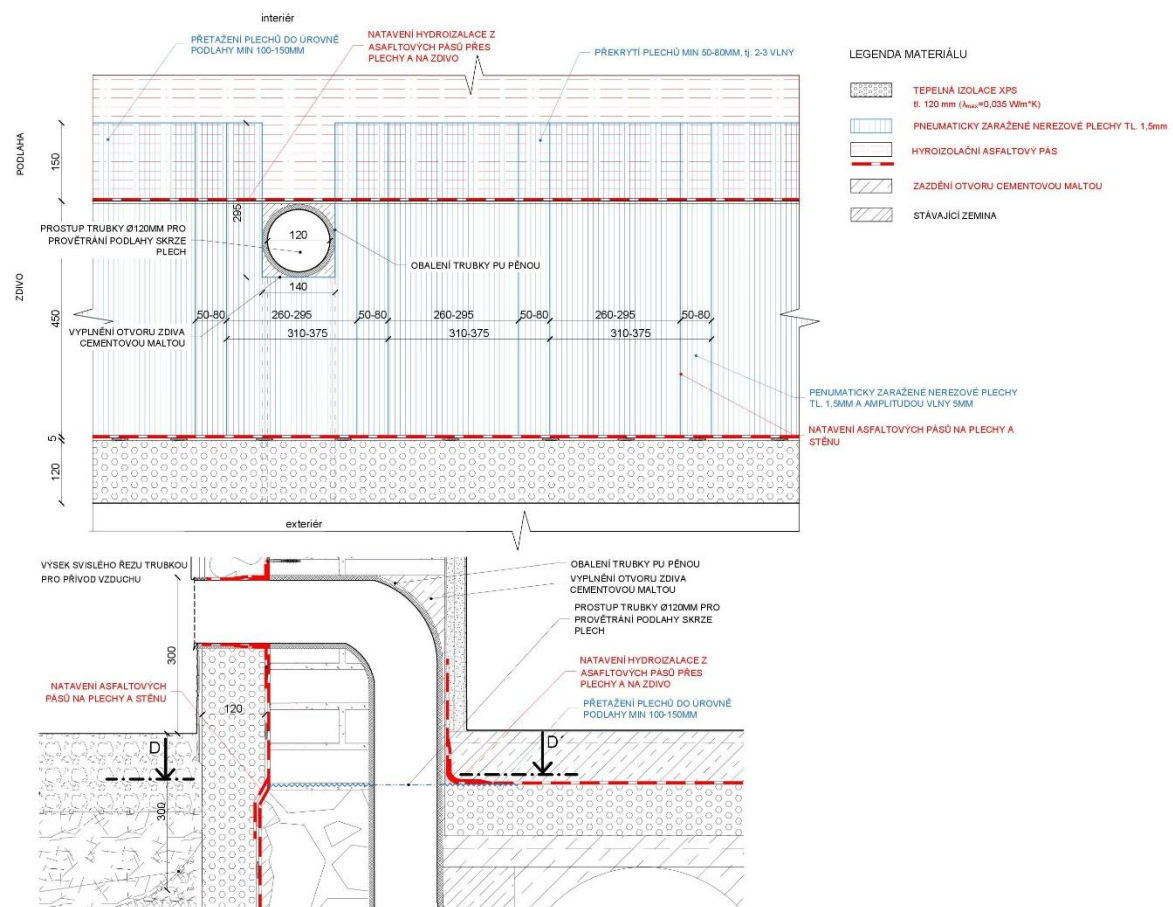
Minimální výška místa zarážení plechů do stěny je limitována výškou stroje, stejně tak prostor od stěny by měl být minimálně 1 m, aby byl zajištěn prostor pro manipulaci. V našem případě potřebujeme plechy zarazit v takovém místě, aby nám zarážené plechy v interiéru plynule navazovaly na asfaltový pás hydroizolace podlahy, viz Obrázek č. 49. Obecně je tento případ napojení nerezových plechů z důvodu jejich vlnitosti problematický a důkladné napojení hydroizolace bude zajištěno nataveným asfaltovým pásem, zalitím vln asfaltem a zarážením plechů až za vnitřní líc zdiva pod úroveň vnitřní hydroizolace. [15], [16]

# Návrh sanačních opatření



Obrázek č. 49 Schéma dodatečné hydroizolace vísle a vodorovné konstrukce

ŘEZ D-D



Obrázek č. 50 Vodorovný řez základem znázorňující uložení plechů

## Návrh sanačních opatření

Zároveň jsme však limitováni i výškou podlahy v interiéru, která je z důvodu výrobního provozu téměř na úrovni terénu. Tento fakt nám nedává dostatečný výškový prostor pro pneumatické kladivo. Využijeme však toho, že se v rámci stavebních úprav a opatření bude okolo objektu zajišťovat drenážní systém, a tedy i výkop. Výkop se udělá v takové šíři, aby do něho bylo možné při pneumatickém zarážení plechů umístit dočasně i stroj. Následně po provedení sanace a umístění drážní trubky se výkop zasype dle technologického postupu pro drenážní systém popsaný výše.

Alternativou pneumatického zarážení by mohla být již zmíněná metoda podřezáním řetězovou pilou, ovšem tam musí být přístup ke stěně z obou stran, což v některých případech by nebylo možné splnit, a navíc je zde vyšší riziko porušení statiky objektu a nerovnoměrného sedání zdiva. Jak již bylo zmíněno výše, metoda si vyžaduje dodatečné vlhčení zdiva a zvyšovala by se tak zbytečně vlhkost cihel.

Důvodem, proč nebyla zvolena metoda chemická – infuzní, je nutnost brát ohled na velikost pórů a chemické složení zdiva – obsah solí, kvůli složení injektážní směsi. Metoda injektáže krom menší spolehlivosti než u mechanické metody, vyžaduje také statické posouzení zdiva vlivem jeho oslabení vrty. [7]



Obrázek č. 52 Metoda pneumatického zarážení plechů [14]



Obrázek č. 51 Překrytí plechů [15]

## 6. Projekt rekonstrukce objektu

### 6.1.1 Nový účel objektu

Objekt bude v novém stavu sloužit pro textilní výrobu. Konkrétně výrobu netkaných textilií metodou struto. Na Obrázku č. 53 je znázorněn mechanický stroj, který bude vstupní materiál směšovat, následně bude materiál pokračovat na mykací linku a do pojící komory, kde bude materiál nataven, aby se spojil. Soustava strojů bude osazena v místě bouraných středových zdí viz schéma umístění výrobní linky na Obrázku č. 54.

Na místě zbouraného přístavku bude postavena lehká ocelová zastřešená konstrukce pro dočasné skladování materiálu.

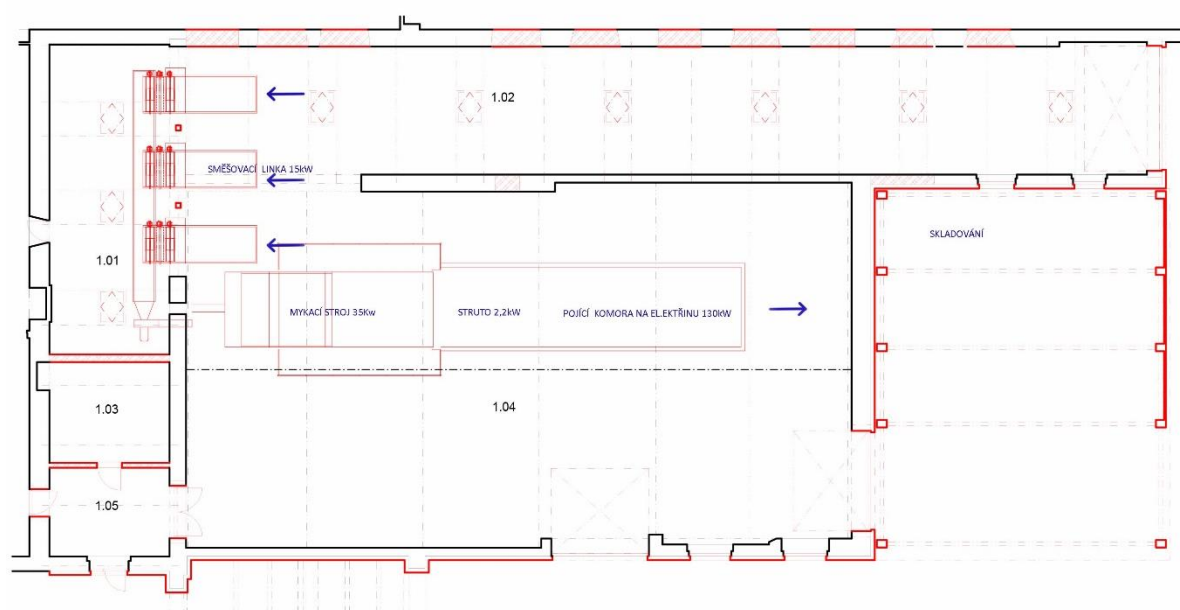
Řešená část objektu nezahrnuje sociální zázemí, to bude řešeno v rámci celého areálu v jiné budově, mimo zadání této diplomové práce.



Obrázek č. 54 Mechanický stroj pro směšování vstupních materiálů [17]



Obrázek č. 53 Konečný produkt výroby [18]



Obrázek č. 55 Schéma umístění výrobní linky



### 6.2.1 Bourací práce

Veškeré bourací práce jsou prováděny za účelem nového provozu nebo z důvodu nevyhovujícího až havarijního stavu stávajících konstrukcí.

#### Přehled nutných bouracích prací a úprav: [8]

##### z *Vybourání stávajícího přístavku*

Přístavek je ve značně havarijním stavu. Dřevěná nosná konstrukce střechy je vlivem vlhkosti a zatékající vodě uhnílá a propadá se. Chybí zde téměř podlaha-pochozí vrstvou je zemina. Většina okenních a dveřních výplní chybí nebo je provizorně zakrytá. Je zde zvýšená vlhkost a vyskytují se zde rostliny rostoucí z „podlahy“ i spár ve stěnách.

Přístavek se nijak staticky neváže na halu „C“. Společná stěna s halou a se skladem bude ošetřena sanací a zbavena vlhkosti dle kapitoly 5.2.1-III, zbytek konstrukcí přístavku může být bez dalších opatření zbourán.

##### z *Sundání všech pultových střech*

Všechny pultové střechy řešeného objektu jsou poškozené a místy dřevěné. Nosný systém tvořený dřevěnými trámy je provlhlý vlivem zatékající vody. Součástí pultových střech skladu a krčku jsou světlíky, které jsou již zrezné a jejich konstrukce taktéž poukazuje na značnou destrukci. Střechy budou zcela nahrazeny novou konstrukcí bez statického ohrožení zbylých konstrukcí objektu.

##### z *Odstranění nenosné vrstvy skladby krovu nad halou „C“*

Nosná část dřevěného krovu jištěného ocelovými táhly je v dobrém stavu. Krov byl v minulosti renovován, a proto je jeho stav značně odlišný od ostatních konstrukcí. Nosná konstrukce bude pouze natřena dřevokazným nátěrem a dále bude zásah pouze do nenosné části, v rámci, kterého bude obnovena provedena nová hydroizolace a zateplení s krytinou.

Stávajících osm střešních světlíků o rozměrech 650x650 mm bude zrušeno. Jejich funkce osvětlení s ohledem na jejich velikost a potřebu určité intenzity osvětlení pro výrobní provoz je nedostatečná a zároveň vzhledem k bourání stropní konstrukce pod nimi, by byly těžko dostupné. Další důvod jejich zrušení je i z hlediska zbytečného komplikování konstrukčních detailů následného zateplení střechy.

Tato opatření taktéž nebudou mít vliv na statiku objektu.

##### z *Vybourání veškerých výplní otvorů*

Již od pohledu a data stáří je zřejmé, že veškeré výplně otvorů jsou nevyhovující dnešním požadavkům na součinitel prostupu tepla  $U_{w,D}$ . Rámy oken jsou popraskané, poškozené vlivem vlhkosti a porostlé mechem. Zasklení otvorů místy chybí a spáry jsou netěsné. Dveře a vrata jsou místy řešena provizorně z plechu s mezerami v místě chybějících rámců.

× *Vybourání celého 2.NP nad místností č. 1.03*

Toto řešení je zvoleno z důvodu destrukce stěn a zbytečných tepelných mostů při následném zateplení. Dalším důvodem demolice je porucha stropní konstrukce mezi podlažími.

V tomto podlaží bývaly umývárny a je zde značná vlhkost.

Přízemí bude zachováno a bude nad ním navržena nová střecha, která bude plynule pokračovat v novou plochou střechu krčku. V 1.NP bude situován vstup do objektu a případně technická místnost.

Společné zdi s halou „C“ a „A“ budou zachovány a opraveny dle potřeby. Zbylé stěny budou zbourány.

× Vytvoření prostupů pro jednotlivé trubky o průměru 120 mm odvádějících vzduch z provětrávané podlahy. Přípravy pro instalace dalších rozvodů potřebných pro technické a technologické procesy.

*Další úpravy z hlediska nového využití objektu:*

× *Vybourání mezistropu a sloupů v levé části haly „C“*

Nová výrobní linka a její provoz vyžaduje určitou světlou výšku. Z toho důvodu bude stropní konstrukce zdemolována a hala „C“ tak bude otevřená až po krov v rozsahu celého svého půdorysu.

Stropní konstrukce je nesena čtyřmi zděnými sloupy 600x600mm v půdorysu a středovou nosnou stěnou dělící halu na levou a pravou část.

Sloupy a strop nemají vliv na statiku zbylých konstrukcí objektu a mohou být zdemolovány spolu se stropem. Po vybourání stropní konstrukce středová stěna již nebude nosná a její funkce by byla pouze doplňující ztužující, tuto funkci však plně zastávají probíhající ocelové sedlové vazníky. Vodorovné účinky jsou tak eliminovány a stabilita stěn tl. 600 mm po obvodu nebude narušena.

× *Vybourání nosných zdí v levé horní části půdorysu*

Zde je z důvodu potřebného manipulačního prostoru pro umístění stroje nutné vybourat část nosných stěn. V místě bouraných středových zdí je nutné navrhnout ocelové průvlaky a sloupy pro zachování stability střechy a objektu. Samotný postup bourání bude velmi komplikovaný a bude probíhat po částech, aby nedošlo ke zborcení konstrukce. Současně se budou zbylé části jistit. Prvním krokem bude umístění dvou nosných sloupků, které budou v místě vybouraných zdí podpírat průvlaky tvořící tvar „T“.

Návrh nosníků a dalších nosných prvků je v Kapitole 7. Statické výpočty. [18]

× *Vybourání vnitřních příček*

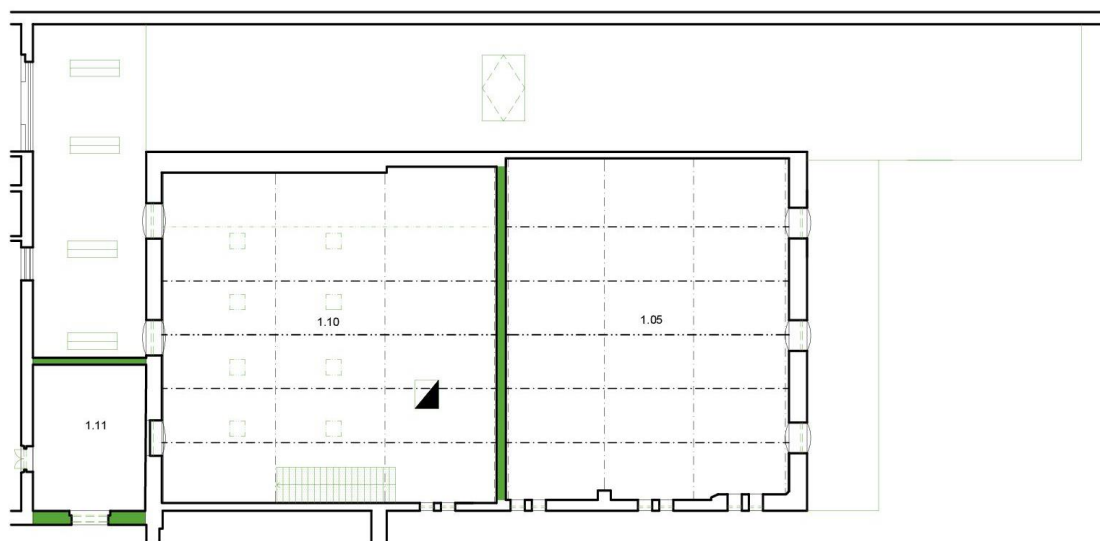
Budou odstraněny veškeré nepotřebné nenosné příčky, které jsou jednak navlhle a jednak brání plánovanému provozu.

## Projekt rekonstrukce objektu

- z Vybourání nových otvorů pro vjezdová vrata a pro manipulační techniku (vysokozdvížené vozíky apod.). Nový provoz budovy vyžaduje i nový vstup do objektu z exteriéru. Ten bude umístěn v místnosti č.1.03 v místě původního okna.

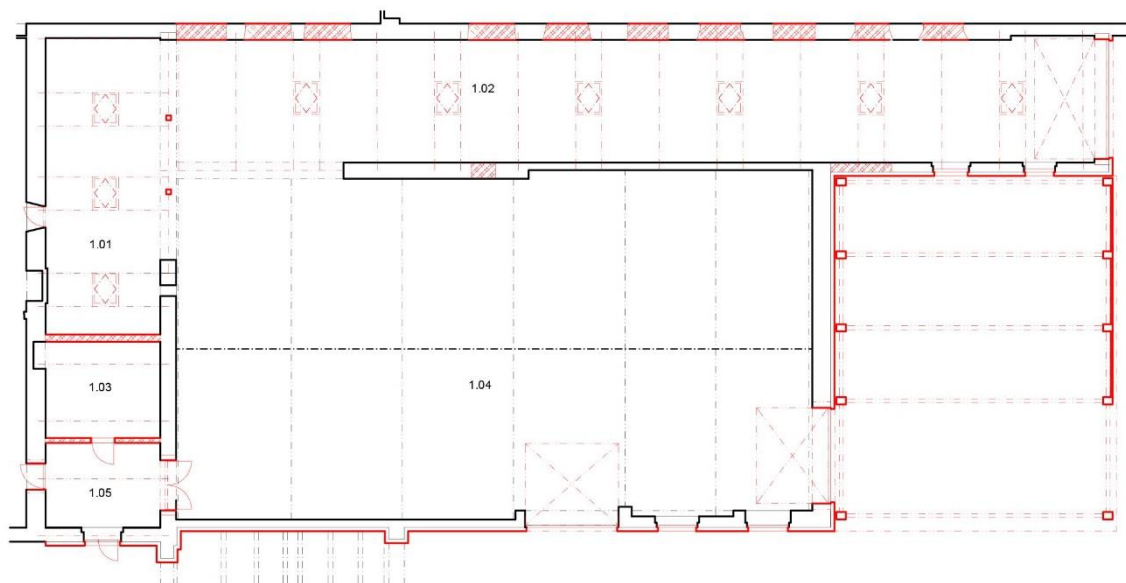


Obrázek č. 57 Půdorysné schéma bouracích prací - 1.NP

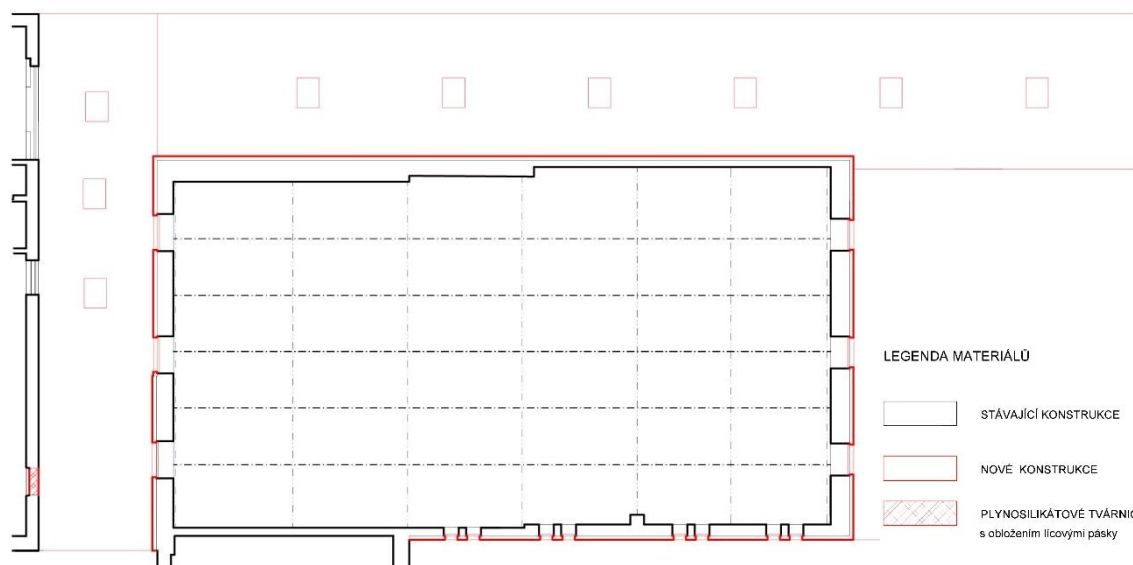


Obrázek č. 56 Půdorysné schéma bouracích prací - 2.NP

### 6.3.1 Popis nových konstrukcí



Obrázek č. 58 Schéma půdorysu 1. NP se znázorněním nových konstrukcí



Obrázek č. 59 Schéma půdorysu 2. NP se znázorněním nových konstrukcí

#### *1. Svislé konstrukce*

Vlivem zásadních bouracích prací byly navrženy potřebné ocelové sloupky HEB 220 o kvalitě oceli S235 nesoucí nové ocelové průvlaky IPN tvořící půdorysně tvar „T“. Sloupy jsou navrženy v místě vybourané střední příčky, viz Obrázek č.57.

Dalším opatřením budou dozdivky a opravy obvodových konstrukcí včetně okenních a dveřních otvorů.

Veškeré svislé obvodové konstrukce k exteriéru budou zatepleny dle kapitoly č. 6.4.1 a 6.5.1. Ostatní konstrukce přilehlé k jiným budovám v areálu, budou ponechány bez zateplení

z důvodu plánované rekonstrukce i ostatních objektů. Izolace pak bude spojitě napojena. Tyto stěny budou pouze zbaveny vlhkosti stejnými sanačními metodami jako zbylé konstrukce a budou omítnuty sanační omítkou.

### *II. Vodorovné konstrukce*

#### Podlaha

Stávající podlaha bude kompletně vybourána až na úroveň zeminy, na níž bude zhutněn šterkový podsyp ve dvou vrstvách. První vrstva podsypu bude o frakci 32 a mocnosti vrstvy 150 mm, druhá vrstva hutněného šterku bude o frakci 16 a tl. 150 mm. Nová skladba podlahy je navržena na větší zatížení od výrobního procesu, což je jeden z důvodů, proč byla zvolena izolace na bázi XPS. Druhým důvodem je požadavek, aby byla dodržena požadovaná návaznost hydroizolace na pneumaticky zarážené plechy. Hydroizolace je tedy umístěna nad tepelnou izolací v úrovni plechů. Což by v případě izolace na bázi EPS nebylo možné, protože na rozdíl od XPS nemůže být aplikována do přímého kontaktu s vlhkostí. Ačkoli je tedy izolaci z XPS možno umístit do kontaktu s vlhkostí, tedy pod vrstvu hydroizolace, v našem případě však druhou pojistnou hydroizolaci tvoří samotná provětrávaná podlaha prostřednictvím vzduchové mezery vytvořené Iglú tvarovkami a vrstva s XPS se tak do kontaktu s vlhkostí nedostane.

Tvarovky jsou výšky 270 mm, aby vytvořily co největší vzduchovou mezeru. Vytvořený prostor se dá také využít pro vedení instalací. Iglú tvarovky zajišťují jak ochranu proti vztlínající vlhkosti, tak mají i funkci protiradonové ochrany.

Jak již bylo zmíněno, podlaha bude muset snášet větší zatížení od provozu a výrobních strojů. Z tohoto důvodu bude povrchová úprava tvořena vyztuženým betonem a epoxidovým nástřikem. Výrobní stroje budou mít vlastní základy a podlaha bude oddilatována v závislosti na požadavcích dodavatele.

#### Nosné konstrukční prvky statického „T-éčka“

Důsledkem bouracích prací byly navrženy nové nosné prvky tvořené ocelovými (S235) profily. Tyto prvky zastávají funkci průvlaků, vaznic pultových střech a překladů. Tyto prvky byly staticky ověřeny výpočtem v kapitole 7. Statické výpočty.

### *III. Střešní konstrukce*

Vlivem demolice nevyhovujících původních pultových střech budou navrženy konstrukce nové s ohledem na správné odvodnění a potřebnou světlostou výšku v interiéru haly.

Pultové střechy budou nahrazeny střechami plochými (R1b) a navrženy v jednotném konstrukčním stylu tvořeným novými ocelovými vazníky IPE 180 z oceli S235, jejichž statický návrh a posouzení je v kapitole 7. Statické výpočty. [19] Nosníky budou opatřeny protipožárním a korozivzdorným nátěrem. Budou zasekány do stávajícího zdiva a uloženy na vybetonovaný podkladek. Vytvořené kapsy ve zdivu budou zabetonovány proti možným kroutícím účinkům.

Na nosníky bude položen trapézový plech, taktéž opatřen nátěry. Následně budou položeny zbylé části vrstev střechy viz skladba R1b.

Nosná část sedlové střechy (R2b) tvořené dřevěným krovem s ocelovými vazníky je v dobrém stavu a bude pouze obnovena hydroizolace a provedeno zateplení s novou střešní krytinou. Z důvodu, jenž je popsán v kapitole č. 6.6.1 bude provedeno nadkrokevní zateplení pomocí PIR desek.

### *IV. Výplně otvorů*

V celém objektu budou navrženy nové výplně okenních a dveřních otvorů.

Velikost a tvar oken se ponechá stávající, pouze se začistí ostění a pokud to bude nutné, zdívo se oseká a zarovná. Oblouková okna i jejich šambrány zůstanou z důvodu zachování industriálního rázu zachovány – předsazené lícové zdívo bude tyto prvky kopírovat. Členění oken zůstane podobné stávajícímu stavu. Rámy oken budou hliníkové v tmavém provedení.

Původně zazděný otvor ve výkresech ozn. S5a bude vybourán a bude zde znovu osazeno okno.

Budou instalovány nové střešní světlíky prosvětlující ploché střechy.

Kruhové otvory o průměru 0,5 m ve štítových stěnách v původním stavu zakryté plechem budou nově proskleny izolačním dvojsklem s členěním.

Budou vytvořeny otvory pro nová sekční vjezdová vrata sloužící pro manipulační techniku. Vrata budou z pozinkovaného plechu s vloženou tepelnou izolací.

Vstupní dveře budou ocelohliníkové v tmavém provedení, částečně prosklené izolačním dvojsklem.

Stávající šambrány, které jsou místy porušené, budou osekány pro jednodušší aplikaci zateplení (viz kapitola č. 6.4.1) a nové šambrány budou vytvořeny pomocí lepených lícových pásků do požadovaného tvaru.

### *V. Vnitřní povrchové úpravy*

Vnitřní zdívo bude omítnuté sanační omítkou ve světlém provedení.

Sanační omítka je navržena dle směrnice WTA <sup>[20]</sup> (Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péče o památky z.s.). Zvolený omítkový systém je vhodný pro zasolené zdívo se zvýšenou vlhkostí a nerovný podklad. Omítka se skládá z několika vrstev a postup jejich nanášení musí být dodržen dle doporučení výrobce s technologickými přestávkami.

Před aplikací první vrstvy omítkového systému musí být zdívo očištěno od stávající omítky a veškerých nečistot. Zároveň se dozdí a vyspraví veškeré poškozené části a nerovnosti zdíva.

První vrstvu tvoří sanační podhoz o tl. 4-5 mm, který zajistí přilnavost další vrstvy ke zdívu a zachová paropropustnost systému. Na podhoz se v tl. 10-15 mm nanese sanační podkladní omítka. Po technologické přestávce dané výrobcem se nanese jádrová omítka v tl. 20 mm.

Poslední vrstvu tvoří štuková omítka v tl. 2,5 mm a penetrace se sanačním nátěrem. <sup>[20]</sup>

#### 6.4.1 Návrh typu zateplení fasády z architektonického a konstrukčního hlediska

Musíme si nejdříve definovat kritéria včetně cíle zateplení a určit si podmínky, které je potřeba splnit.

Zateplení objektu bude řešeno s ohledem na zachování jeho industriálního vzhledu a vytvoření příjemných vnitřních podmínek pro budoucí zaměstnance za současného splnění Vyhlášky 78/2013 Sb. určující požadavky na splnění ukazatele energetické náročnosti mimo jiné pro větší změny dokončených budov. V této kapitole je popsán návrh jednotlivých variant typů zateplení a jejich specifik včetně výhod a nevýhod pro řešený objekt z hlediska architektonického a konstrukčního.

Z hlediska energetického je typ zateplení zanalyzován v kapitole 6.5.1, kde je rozebráno, jaký typ a tloušťka izolantu je vhodné použít, aby budova za předpokladu vhodně zvolené účinnosti nových technických systémů splňovala vyhlášku 78/2013 Sb.

Následující tabulka č.11 znázorňuje bodové ohodnocení jednotlivých možných variant zateplení z hlediska stanovených kritérií. Kritéria nezohledňují energetickou náročnost a tloušťka izolantu je zvolena tak, aby konstrukce vyhověla na doporučený součinitel prostupu tepla pro návrhovou teplotu 20 °C,  $U_{rec,20}$ .

Hodnocení je dle stanovené stupnice od 1 do 4, kdy 1 je nejlepší možné hodnocení a 4 to nejhorší. Výsledek hodnocení je dán součtem bodů u jednotlivých variant zateplení. Varianta s nejnižším počtem bodů je na základě daných kritérií nejlepší možnou volbou pro zateplení objektu.

Jednotlivé varianty zahrnují jak vnitřní a vnější kontaktní zateplení, tak i zateplení pomocí provětrávané fasády. Dalším rozlišením je použití dvou typů izolantů (na bázi expandovaného polystyrenu a minerálních vláken) a použití povrchové úpravy buď pomocí sanační omítky nebo lepených lícových pásků.

Kritéria brala v potaz, jak vyskytující se vlhkost v objektu a její sanaci, tak důraz na zachování industriálního vzhledu objektu. Tabulka zohledňuje i fakt, že každá varianta s sebou nese i negativní vlastnosti, jako je například riziko výskytu tepelných mostů nebo zvýšená náročnost na provádění.

## Projekt rekonstrukce objektu

Tabulka č. 11 Bodové hodnocení jednotlivých variant zateplení na základě určených kritérií

Stanovená kritéria:	Typ zateplení:					
	Aa	Ab	Ba	Bb	C	D
Hydrofobnost izolantu	1	2	3	4	3	1
Doba vysychání navlhlého zdiva	2	2	3	3	4	1
Riziko vzniku kondenzace vlivem zateplení	2	2	1	1	4	1
Riziko porušení konstrukce (např. opadávání pásků vlivem kondenzace následných mrazů)	2	2	1	1	2	1
Zajištění prodyšnosti konstrukce pro případ vzniklé vlhkosti vlivem špatného provedení sanace	1	1	3	3	4	1
Zachování industriálního rázu objektu	3	1	3	1	1	2
Riziko výskytu tepelných mostů	2	2	2	2	4	3
Náročnost provedení architektonických detailů fasády – šambrán, říms apod.	3	1	3	1	1	4
Náročnost celkového provedení	1	2	1	2	4	3
<b>Celkové bodové hodnocení:</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>17</b>

A – vnější kontaktní zateplení minerální izolací/kamennou vlnou/celulózou

B – vnější kontaktní zateplení EPS

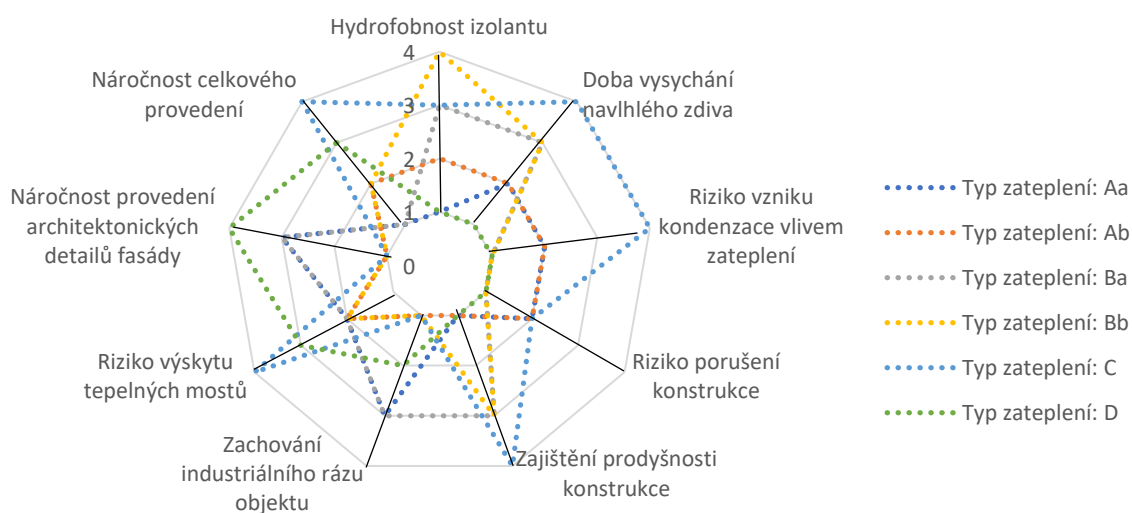
C – vnitřní kontaktní zateplení

D – vnější provětrávaná fasáda s imitací lícového zdiva a zateplení minerální izolací/kamennou vlnou/ celulózou

a – povrchová úprava omítkou dle WTA

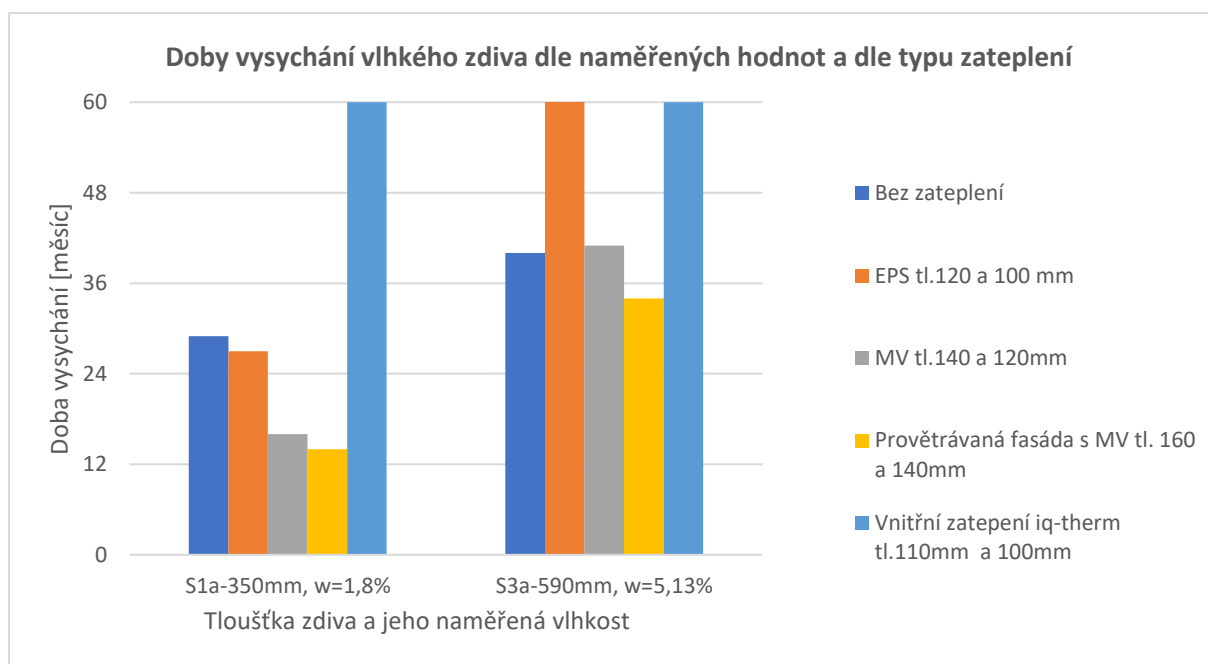
b – povrchová úprava z lepených pásků s imitací lícového zdiva

### Bodové hodnocení jednotlivých typů zateplení na základě zvolených kritérií



Graf č. 1 Bodové hodnocení jednotlivých typů zateplení





Graf č. 2 Doba vysychání vlhkého zdiva dle typu zateplení

Z grafu č.2 je zřejmé, že zdivo opatřené provětrávanou fasádou vysychá nejrychleji, a to díky zanechané průchodnosti pro vodní páry (za předpokladu hydrofobního zateplovacího materiálu, tj. minerálních vláken) a zároveň díky ochraně před vnějším prostředím.

Nejdéle vysychá zdivo zateplené z interiéru, z důvodu zamezení vysychání zdiva z jedné strany a ponechání konstrukce bez ochrany před vnějšími vlivy.

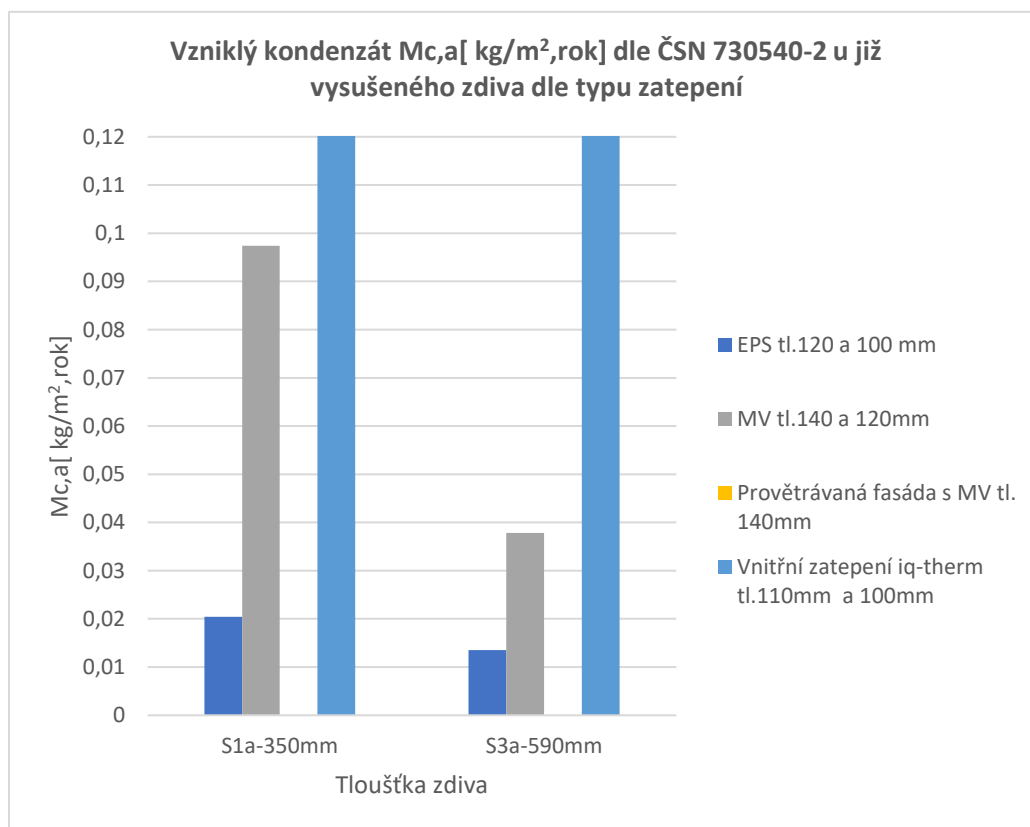
Zdivo bez zateplení by časem díky provedené sanaci a zamezení vnikání vzlínající vody samovolně vyschlo, avšak trvalo by to mnohem déle, než když bychom zdivo ochránili před vnějšími vlivy. Kromě předsazené fasády je tuto ochranu možné zprostředkovat pomocí kontaktního zateplení na bázi EPS nebo minerálních vláken. Z grafu je zřejmé, že díky již zmiňované hydrofobnosti minerálních vláken (na rozdíl od EPS), tak bude zdivo vysychat mnohem rychleji pokud použijeme minerální izolaci.

Rychlost vysychání je také dána teplotou vlastního materiálu.

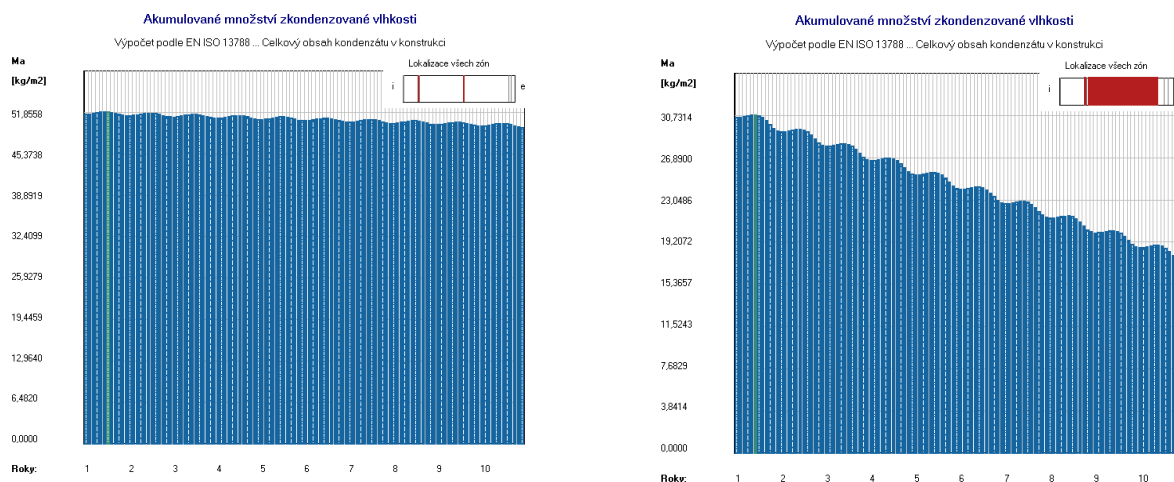
Z grafu č.3, je zřejmé že provětrávaná fasáda je z hlediska vzniku nového kondenzátu nejvhodnější alternativou zateplení. Ke kondenzaci zde vůbec nedochází.

Dle tabulky č.12 vychází jako nejhorší možnou variantou vnitřní kontaktní zateplení (C). Jako izolant byl zvolena kapilárně aktivní perforovaná polyuretanová deska z tvrdé pěny (výrobce Remmers [20]), jenž by měla umožnit transport vlhkosti bez její akumulace v konstrukci.

Hlavním důvodem špatného bodového ohodnocení vnitřního zateplení je jeho nepraktičnost z hlediska provádění detailů a návaznosti na další zateplované konstrukce, např. střechu, strop a v místech navazujících příček na obvodové zdivo. Vznikaly by tak zbytečné tepelné mosty a komplikace při provádění zateplení. Nehledě na nepraktičnost použití ve výrobním provozu, kde může dojít k porušení izolantu, například při manipulaci s technikou.



Graf č. 3 Vzniklý kondenzát  $M_{c,a}$  dle ČSN 730540-2 u již vysušeného zdiva dle typu zatepení



Graf č. 4 Doba vysychání zdiva o tl. 350 mm (vlevo) a 590 mm (vpravo) s vnitřním kontaktním zateplením

Ačkoli v dnešní době už existují výrobky pro vnitřní zateplovací systém, u kterých výrobce udává, že jsou vhodné pro vlhké zdivo, např. *IQ-Therm* [20], tak pořád je toto řešení méně spolehlivé než u použití vnějšího kontaktního zateplení minerálními vlákny, anebo ještě lépe provětrávanou fasádou. Obzvláště pokud v interiéru budeme využívat např. nuceného větrání s rekuperací tepla a budeme tak podporovat vysušování zdiva i tímto způsobem. Izolace uvnitř objektu by tomuto procesu vysychání bránila. A naopak na exteriérové straně by bylo zdivo méně chráněné např. před deštěm a sněhem než u vnějšího zateplení, a tudíž by do sebe

naopak vlhkost mohlo zpětně natahovat. Dle grafu č.4 můžeme vidět, že zdivo zateplené z interiéru nemá možnost vysychat a proces vysychání bude trvat více jak 10 let. Dle provedené bilance navíc v konstrukci dochází pravidelně ke kondenzaci v místě mezi izolantem a zdivem.

Tímto bychom ale neměli zavrhnout kontaktní zateplení úplně. Je zde ještě možnost stěnu zateplit kontaktním zateplovacím systémem z exteriéru. Zde máme na výběr dvě varianty, buď expandovaný polystyren EPS nebo izolant na bázi minerálních vláken.

Dle tabulky č. 12 má zateplení expandovaným polystyrenem horší bodové hodnocení než minerální vlákna. Zásadním důvodem tohoto bodového výsledku je, že expandovaný polystyren není hydrofobní a je tudíž negativně hodnocen v oblasti použití pro vlhké zdivo důsledkem jeho neprodyšnosti. Naopak minerální vata či jiný typ izolace na bázi vláken má hydrofobní vlastnosti a je pro vlhké zdivo vhodnější alternativou.

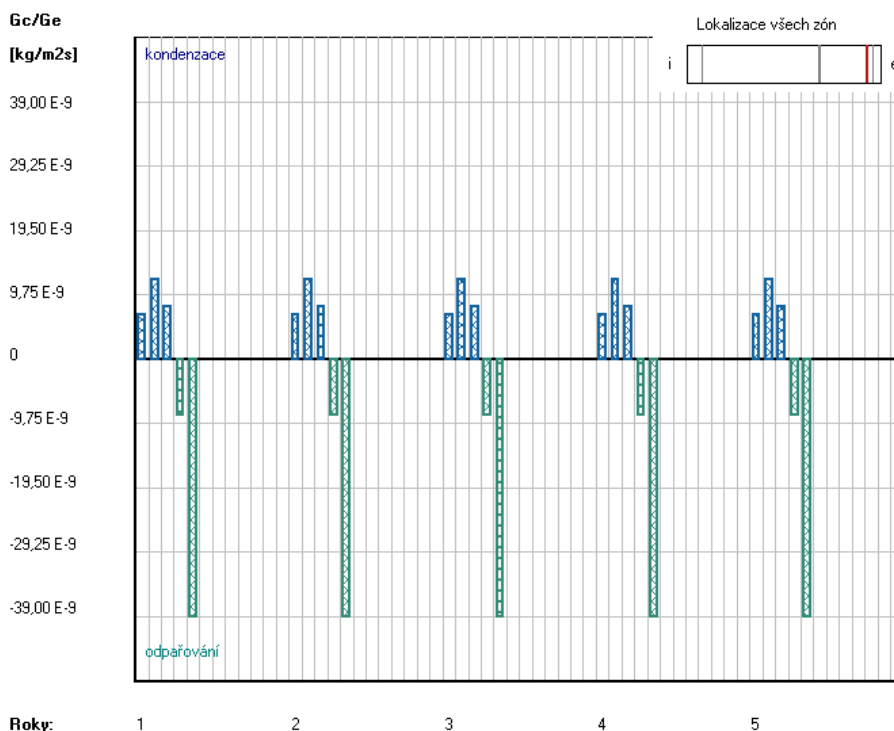
Neprodyšnost EPS má vliv na délku doby vysychání, kdy můžeme na základě provedené bilance v programu Teplo 2017 říct, že zdivo zateplené EPS s nízkou počáteční vlhkostí a tl. 350 mm ( $w=1,8\%$ ) vyschne během dvou let a pár měsíců. Při vyšší původní vlhkosti ( $w=5,13\%$ ) a tl. 590 mm to již však činí necelých 8 let.

Pokud bychom se u tohoto typu zateplení podívali na vznik kondenzace, tak bychom zjistili, že vzhledem k tomu, že izolant na bázi EPS není hydrofobní, dochází v konstrukci vlivem zateplení dle ČSN 730540-2 ke zcela minimální kondenzaci ( $M_{c,a}=0,0172$  [kg/m<sup>2</sup>rok] u zdiva tl. 350 mm a  $M_{c,a}=0,0085$  [kg/m<sup>2</sup>rok] u zdiva tl. 590 mm, a to za venkovních teplot nižších než -5°C. Nízké riziko kondenzace je tu způsobeno tím, že izolant nepustí vlhkost z vnějšího prostředí do konstrukce a z interiéru dochází nadále k vysychání. Bilance dle EN ISO 13788 ani kondenzaci nezaznamenala. [29]

Kontaktní zateplení pomocí minerálních vláken (Ab) má velmi příznivé hodnocení, a to díky již zmíněné hydrofobní vlastnosti tohoto materiálu. Doba vysychání zdiva je téměř poloviční oproti variantě s EPS (Bb). Zdivo má totiž možnost vysychat na exteriérovou i interiérovou stranu. Na druhou stranu u této varianty dochází k mnohem větší kondenzaci na hranici mezi lepidlem a izolantem. Množství kondenzátu však není nijak velké bez destruktivních účinků na konstrukci a vyhovuje normovým požadavkům ČSN 730540-2. Z grafu č.5 je viditelné, že množství odparu je mnohem vyšší, než množství vzniklého kondenzátu, jenž vzniká při záporných venkovních teplotách a na konci roku je tak zóna vždy suchá. [28]

**Aktuální míra kondenzace a odpařování vodní páry**

Výpočet podle EN ISO 13788 ... Konstrukce jako celek



Graf č. 5 Pravidelná míra kondenzace a odparu v konstrukci s vnějším kontaktním zateplením MV

Tabulka č. 12 Hodnoty množství kondenzátu u jednotlivých typů zateplení [28]

Roční množství zkondenzované páry $M_{c,a}$ [kg/m²rok] dle ČSN 730540-2 u již vysušeného zdiva dle typu zateplení				
Konstrukce	Vnější KZS z EPS tl.120 a 100 mm <sup>1</sup>	Vnější KZS s minerálními vlákny tl.140 a 120 mm <sup>2</sup>	Provětrávaná fasáda s minerálními vlákny tl. 160 a 140 mm <sup>3</sup>	Vnitřní KZS pomocí iq-therm tl.110 a 100 mm <sup>4</sup>
S1b-350 mm	0,0204<0,1 kg/m²rok	0,0974<0,1 kg/m²rok	0<0,1 kg/m²rok	0,3181>0,1 kg/m²rok
S3b-590 mm	0,0135<0,1 kg/m²rok	0,0378<0,1 kg/m²rok	0<0,1 kg/m²rok	0,3289>0,1 kg/m²rok

U obou variant vnějšího kontaktního zateplení (A a B) můžeme volit mezi typem povrchové úpravy, která v celkovém hodnocení také dělá menší rozdíl. První možností je sanační prodyšná omítka (a), která nám však neumožňuje zachovat industriální vzhled objektu v jeho

<sup>1</sup> Z důvodu vyhovění požadavků Vyhlášky 73/2018 Sb. na doporučený součinitel prostupu tepla  $U_{rec,20}$  bude zdivo tl.350 mm zatepleno tl. izolantu na bázi EPS 120 mm a zdivo tl. 590 mm bude zatepleno tl. 100 mm

<sup>2</sup> Z důvodu vyhovění požadavků Vyhlášky 73/2018 Sb. na doporučený součinitel prostupu tepla  $U_{rec,20}$  bude zdivo tl.350 mm zatepleno izolantem na bázi minerálních vláken o tl. 140 mm a zdivo tl. 590 mm bude zatepleno tl. 120 mm

<sup>3</sup> Z důvodu vyhovění požadavků Vyhlášky 73/2018 Sb. na doporučený součinitel prostupu tepla  $U_{rec,20}$  bude zdivo provětrávané fasády tl.350 mm zatepleno minerálními vlákny o tl. 160 mm a zdivo tl. 590 mm izolantem tl. 140 mm

<sup>4</sup> Aby zdivo zateplené z interiéru vyhovělo požadavkům Vyhlášky 73/2018 Sb. na doporučený součinitel prostupu tepla  $U_{rec,20}$  muselo by zdivo o tl..350 mm být zatepleno tl. izolantu 110 mm a zdivo tl. 590 mm izolantem tl. 100 mm. Výrobky Iq-Term ovšem vyrábí tl. pouze do 80 mm. [20]

původním znění. Naopak při použití lepených pásků (b) imitujících lícové zdivo docílíme industriálního vzhledu objektu a jednoduše vytvoříme charakteristické architektonické prvky fasády, jako jsou například šambrány okolo oken, na druhou stranu jsou pásy více pracné a méně prodyšné pro páry. Tento rozdíl ovšem není zásadní (bilance byla provedena na zdivu tl. 590 mm pomocí programu Teplo 2017) a s ohledem na cíl zachování industriálního vzhledu je zvolena povrchová úprava pomocí pásků.

Tabulka č. 13 Porovnání typů povrchové úpravy zdiva vzhledem ke vzniku kondenzátu a hodnotě  $U_{n,W/m^2K}$

<i>Typ povrchové úpravy zdiva S3b</i>	<i>Sanační omítka WTA</i>	<i>Lepené lícové pásy</i>
<b>Mc,a</b> [kg/m <sup>2</sup> ,rok]	0,0258	0,0378
<b>Mev,a</b> [kg/m <sup>2</sup> ,rok]	2,8119	2,5698
<b>U<sub>n</sub></b> [W/m <sup>2</sup> K]	0,236	0,238

Provětrávaná fasáda (D) je dle tabulky č.12 hodnocena jako druhá nejlepší varianta. Co se týče vlastností týkající se vlhkosti má tato varianta nejlepší předpoklady. Konstrukce vysychá nejkratší čas, ke kondenzaci nedochází a konstrukce je chráněna před vnějšími vlivy. Z architektonického a konstrukčního hlediska je na tom však bodově hůře. Imitaci lícového zdiva řeší předsazenou zděnou konstrukcí, což však oproti kontaktnímu zateplení zvyšuje riziko tepelných bodových mostů. Vrstvu izolace je sice možné kotvit plastovými kotvami s talířovými hmoždinkami, ovšem předsazenou část fasády kvůli zatížení již ne, obzvláště pokud by předsazená část byla tvořena vyzdívanými lícovými cihlami anebo nalepenými pásy na cementotřískové desce. Dalším problematickým bodem provětrávané fasády je komplikovanost provedení charakteristických prvků fasády jako jsou šambrány oken, profilované římsy apod. v napojení na typ zateplení.

#### *Shrnutí:*

V celkovém bodovém hodnocení je mezi kontaktním zateplením minerální vláknou s použitím pásků imitujícími lícové zdivo (Ab), kontaktním zateplením EPS s použitím pásků (Bb) a provětrávanou fasádou (D) jen nepatrný rozdíl. Při konečném rozhodování, který typ systému zateplení bude zvolen rozhodlo nakonec následné shrnutí a priorita některých stanovených kritérií.

Z vlhkostní bilance by se dalo říci, že provětrávaná fasáda (D) je jednoznačně nejlepším řešením zateplení objektu s ohledem na zabudovanou vlhkost a vznik kondenzátu vlivem zateplení.

Ovšem nikdy řešení není tak přímočaré, jak se na první pohled může zdát a musíme vzít v úvahu i již několikrát zmiňovaná kritéria, která nám situaci trochu komplikují, konkrétně kritérium zachování industriálního vzhledu a typických prvků fasády (šambrány, profilované římsy apod.). Industriálního vzhledu bychom dosáhli předsazenou fasádou, která by byla tvořena režným zdivem nebo lepenými pásy na cementovláknité desce, což by s sebou ovšem přineslo velmi složité a komplikované řešení detailů v návaznosti na šambrány okolo oken a profilované římsy. Tyto prvky chceme za každých okolností ponechat, a proto tuto variantu zateplení (D) vylučuji.

U zateplení pomocí EPS (Bb) sice v konstrukci nebude docházet ke kondenzaci a tím pádem ani k riziku, že nám budou vlivem namrznání opadávat lepené pásky, avšak vysychání konstrukce trvá poměrně dlouhou dobu a nepropustnost izolantu pro vodní páru nám neumožňuje bezpečné vysychání konstrukce do obou směrů pro případ, že by sanace objektu proti vlhkosti (hydroizolace a pneumaticky zaražené plechy) byla špatně provedena a nefunkční.

Minerální vlákna sice dovolí vlhkost i přijmout, z toho důvodu dochází v konstrukci ke kondenzaci, avšak zároveň je tu zaručena možnost vysychání do obou směrů. Kondenzace navíc není velká, dochází k ní jen při záporných venkovních teplotách a objemem vodní páry vyhovuje normovým požadavkům. Velkým plusem je, že konstrukce vysychá poměrně rychle a původní vlhkost zdiva bude do pár let eliminována.

Je to tedy volba mezi dvěma variantami, kde každá má své plus a minus a rozhodnutí, kterou z variant zvolit, je spíše na subjektivních preferencích a přiklonění se k jedné z variant. Buď bude konstrukce vysychat výrazně pomaleji a bude déle obsahovat zabudovanou vlhkost, ale bez rizika další vzniklé kondenzace vlivem venkovního prostředí a následně možným opadáváním lepených pásků. Anebo bude zabudovaná vlhkost eliminována do 2 až 3 let (dle tloušťky zdiva a množství původní vlhkosti) a zdivo bude suché s tím, že zde bude určité riziko kondenzace vlivem zvoleného hydrofobního materiálu, a tudíž i riziko opadávání pásků vlivem namrznání a popraskání lepidla. Musíme si však uvědomit, že případná kondenzace je dle vypočtené bilance možná při záporných venkovních teplotách a vyhovující normovým požadavkům. A je zde zaručení možnosti vysychání konstrukce i za případné poruchy funkčnosti sanačního opatření.

Z tohoto úsudku je nejlepší možnou volbou vzhledem ke všem kritériím a ovlivňujícím parametrům nejvhodnější **varianta kontaktního zateplení minerálními vlákny (Ab)**, kdy bude konstrukce suchá za poměrně krátkou dobu a riziko kondenzace je zde minimální s tím, že množství kondenzátu je v celkovém objemu vypařitelné a na konci roku je zóna vždy suchá.

Řešení nebere v potaz finanční stránku věci.

Tato varianta (Ab) splňuje i normové požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2) a to konkrétně:

- 1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.*
- 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.*
- 3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než  $0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{rok}$ , nebo  $3-6 \%$  plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot). [28]*

První požadavek záleží na zhodnocení projektantem a vzhledem k odůvodnění výše, lze konstatovat, že vodní pára neohrozí funkci konstrukce.

Splnění druhého a třetího požadavku je znázorněno v následující tabulce č.14.

Tabulka č. 14 Množství vzniklého kondenzátu v porovnání s normovými požadavky<sup>[28]</sup>

<i>Naměřené množství zkondenzované a odpařitelné vodní páry dle ČSN 730540-2 u již vysušeného zdiva dle typu zateplení</i>						
<i>Typ zateplení</i>	<i>Typ Bb (EPS tl.120 a 100 mm)<sup>5</sup></i>			<i>Typ Ab (minerální vlákna tl. 140 a 120 mm)<sup>6</sup></i>		
<i>Konstrukce</i>	<i>Mc,a [kg/m<sup>2</sup>,rok]</i>	<i>Mev,a [kg/m<sup>2</sup>,rok]</i>	<i>3-6 % plošné hmotnosti materiálu</i>	<i>Mc,a [kg/m<sup>2</sup>,rok]</i>	<i>Mev,a [kg/m<sup>2</sup>,rok]</i>	<i>3-6 % plošné hmotnosti materiálu</i>
<i>S1b tl.350 mm</i>	0,0204	2,5463	0,100	0,0974	2,6225	0,100
<i>S3b tl.590 mm</i>	0,0135	2,5472	0,096	0,0378	2,5698	0,100
<i>Normový požadavek</i>	<i>Mc,a &lt; Mc,N</i>	<i>Mc,a &lt; Mev,a</i>	<i>Mc,a &lt; 0,096</i>	<i>Mc,a &lt; Mc,N</i>	<i>Mc,a &lt; Mev,a</i>	<i>Mc,a &lt; 0,100</i>

Bilance vlhkosti a vznik kondenzace byla ověřena v programu Teplo 2017. Pro výpočet bilance vlhkosti bylo uvažováno s nejčastěji se vyskytujícími tloušťkami zdiva S1 a S3 a naměřenou vlhkostí  $w=1,8\%$  a  $w=5,13\%$ .

#### 6.5.1 Návrh typu zateplení fasády z energetického hlediska

Tato kapitola se zabývá analýzou výběru typu minerálních vláken a jeho tloušťky s dopadem na celkové řešení a ohledem na další energetické opatření.

Vyhláška 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov nám mimo jiné udává, jaké požadavky na energetickou náročnost při větší změně dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy je minimálně nutné splnit, aby byla stavba povolena. Pokud bychom chtěli objekt zrekonstruovat pouze za účelem splnění těchto podmínek stačilo by, aby hodnoty neobnovitelné primární energie současně s průměrným součinitelem prostupu tepla obálky budovy nebyly větší než hodnoty těchto ukazatelů energetické náročnosti u referenční budovy. Anebo, aby celková dodaná energie a průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy nebyl větší než u referenční budovy. Třetí možností jak vyhlášku 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov splnit by bylo, kdyby hodnota součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici hodnocené budovy byla pro všechny měněné stavební prvky obálky budovy na doporučené úrovni a nebyla vyšší než referenční hodnota pro součinitel prostupu tepla na doporučené úrovni  $U_R$  ( $W/(m^2 \cdot K)$ ) dle ČSN 730540-2:2011 a současně hodnota účinnosti všech měněných technických systémů nebyla nižší než referenční hodnota uvedené ve Vyhlášce č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. <sup>[27]</sup>

Vzhledem k tomu, že se tato diplomová práce nezabývá technickými systémy a výpočtem celkové dodané a primární neobnovitelné energie, budeme budovu posuzovat a analyzovat z hlediska minimální potřebné tloušťky izolantu z pohledu třetí možné varianty na splnění Vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov, která se nezabývá celkovou a primární neobnovitelnou energií, ale je zaměřená na doporučený součinitel prostupu tepla

<sup>5</sup> Z důvodu vyhovění požadavků Vyhlášky 73/2018 Sb. na doporučený součinitel prostupu tepla  $U_{rec,20}$  bude zdivo tl.350 mm zatepleno tl. izolantu na bázi EPS 120 mm a zdivo tl. 590 mm bude zatepleno tl. 100 mm

<sup>6</sup> Z důvodu vyhovění požadavků Vyhlášky 73/2018 Sb. na doporučený součinitel prostupu tepla  $U_{rec,20}$  bude zdivo tl.350 mm zatepleno izolantem na bázi minerálních vláken o tl. 140 mm a zdivo tl. 590 mm bude zatepleno tl. 120 mm

## Projekt rekonstrukce objektu

$U_{rec}$  jednotlivých měněných konstrukcí a na účinnost měněných technických systémů, u kterých budeme předpokládat, že splňují Vyhlášku č. 78/2013 Sb. [27]

Výpočet jednotlivých součinitelů prostupu tepla konstrukcemi je proveden pomocí programu Teplo 2017 EDU. Plochy a typy jednotlivých konstrukcí byly stanoveny pomocí zkonstruované obálky budovy. Následující tabulka udává typ a označení konstrukce, navrženou tloušťku izolantu včetně jeho specifikace, navržený součinitel prostupu tepla a normový požadavek, který je stanoven dle vzorce  $U_R = U_{N,20, R}$ .

Tabulka č. 15 Součinitele prostupu tepla navrhovaných svislých konstrukcí<sup>[27]</sup>

Typ konstrukce/(orientace)	Označení konstrukce dle obálky	Tloušťka a parametr izolantu	Součinitel prostupu tepla dané konstrukce po zateplení	Doporučená hodnota požadovaného součinitele prostupu tepla konstrukce dle ČSN 730540-2:2011	Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla konstrukce dle ČSN 730540-2:2011	
						$tl.$
		<i>mm</i>	<i>W/mK</i>	<i>W/(m<sup>2</sup>·K)</i>	<i>W/(m<sup>2</sup>·K)</i>	<i>W/(m<sup>2</sup>·K)</i>
Stěna k nevytápěným prostorám <sup>7</sup>	S1a'	-	-	1,583	0,45	0,40
	S3a'	-	-	1,390	0,60	0,40
	S4a'	-	-	1,698	0,60	0,40
	S5b	-	-	1,172	0,60	0,40
Stěna k exteriéru	S1b-350 mm	Minerální vata s podélným vlákem 140 mm	0,038	0,226	0,30	0,25
	S2b-450 mm	Minerální vata s podélným vlákem 120 mm	0,038	0,248	0,30	0,25
	S3b-590 mm	Minerální vata s podélným vlákem 120 mm	0,038	0,238	0,30	0,25
	S4b-770 mm	Minerální vata s podélným vlákem 120 mm	0,038	0,226	0,30	0,25
Sokl	S1bs	XPS 120 mm	0,034	0,240	0,25	0,25
	S2bs	XPS 120 mm	0,034	0,233	0,30	0,25
	S3bs	XPS 120 mm	0,034	0,224	0,30	0,25
	S4bs	XPS 120 mm	0,034	0,213	0,30	0,25

Dle tabulky č.16 všechny měněné konstrukce vyhoví požadavku na doporučený součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí  $U_{rec}$ , který musí být nižší než doporučená hodnota  $U_{rec,20}$  pro splnění podmínek pro budovy s větší změnou dle Vyhlášky č. 78/2013 Sb. [27]

<sup>7</sup> Stěny sousedící se sousedními objekty nebudou zatepleny, tudíž na ně nevzniká v rámci Vyhlášky 78/2013 Sb. požadavek na splnění požadavku doporučeného součinitele prostupu tepla konstrukce



Stěny k nevytápěným prostorám jsou stěnami sousedícími s halou A, B a přilehlou místností umístěnou nad nadjezdem. V současné době jsou objekty nevyužívané a nevytápěné (ani temperované), proto jsou konstrukce porovnávány s přísnější normovou hodnotou pro stěny vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru  $U_{N,20}=0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  a ne s hodnotou  $U_{N,20}=1,05 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  pro stěnu mezi sousedními budovami z hlediska bezpečného návrhu.

Konstrukce, které se nezateplují nemusí splňovat požadavek na doporučený součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí  $U_{rec}$ .

Aby byly požadavky Vyhlášky č. 78/2013 splněny všechny, musí budova splňovat i požadavek na účinnost měněných technických systémů. Vzhledem k tomu, že do současné doby byl objekt mimo provoz, budou veškeré systémy nově navrženy s účinností dle tabulky č. 17 a vyšší, tak, aby splňovaly podmínku stejné nebo vyšší účinnosti, než má referenční budova de tabulky č. 17. [27]

Tabulka č. 16 Referenční parametry a hodnoty pro měněné technické systémy budovy [27]

Parametr	Označení	Jednotka	Referenční hodnota
Účinnost výroby energie zdrojem tepla pro vytápění a/nebo přípravu teplé vody	$\eta_{H,gen,R}$	%	80
Chladicí faktor kompresorového zdroje chladu	$EER_{C,gen,R}$	W/W	2,7
Chladicí faktor ostatních zdrojů chladu	$EER_{C,gen,R}$	W/W	0,5
Topný faktor tepelného čerpadla	$COP_{H,gen,R}$	W/W	3
Účinnost zpětného získávání tepla – rovnotlaký systém nuceného větrání	$\eta_{H,hr,sys}$	(%)	60

### 6.6.1 Návrh zateplení ostatních konstrukcí včetně výměny výplní otvorů

*Návrh typu zateplení podlahy:*

Danými kritérii pro zateplení podlahy na terénu jsou především potřebná únosnost izolantu, na kterém bude položena betonová podlaha s větším užitným zatížením od strojů a provozu výroby (pojezd manipulační techniky apod.) a tepelně-izolační vlastnost.

Jako opatření proti vlhkosti a radonu byly použité Iglú tvarovky, které budou tvořit základnu pro další vrstvy podlahy.

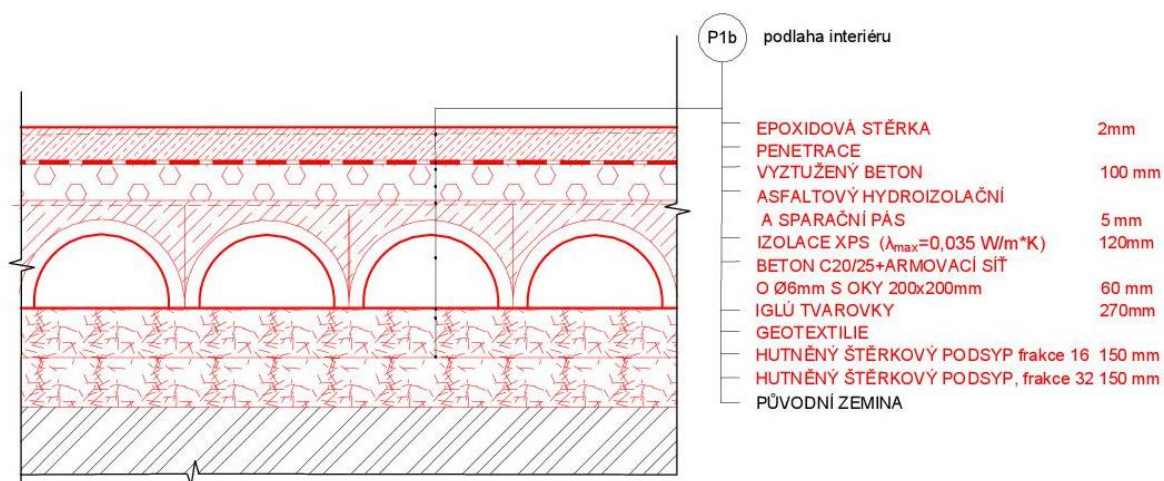
Vzhledem k typu provozu a umístění podlahy na zemině není potřebné řešit kritérium zvukové a kročejové neprůzvučnosti.

Při skladbě a pokládání podlahy musíme brát především ohled na to, že svislá a vodorovná hydroizolace musí na sebe navazovat.

Tepelně-izolačním řešením podlahy je zvolena izolace z extrudovaného polystyrenu XPS o tl. vrstvy 120 mm určená pro podlahy s vyšším užitným zatížením jako jsou průmyslové a výrobní prostory.

Takovým vlastnostem vyhovuje například Synthos XPS Prime S 50 L s  $\lambda \leq 0,035 \text{ W}/\text{mK}$ , jehož bonusem je i to, že je vyroben s ohledem na ekologii.

## Projekt rekonstrukce objektu



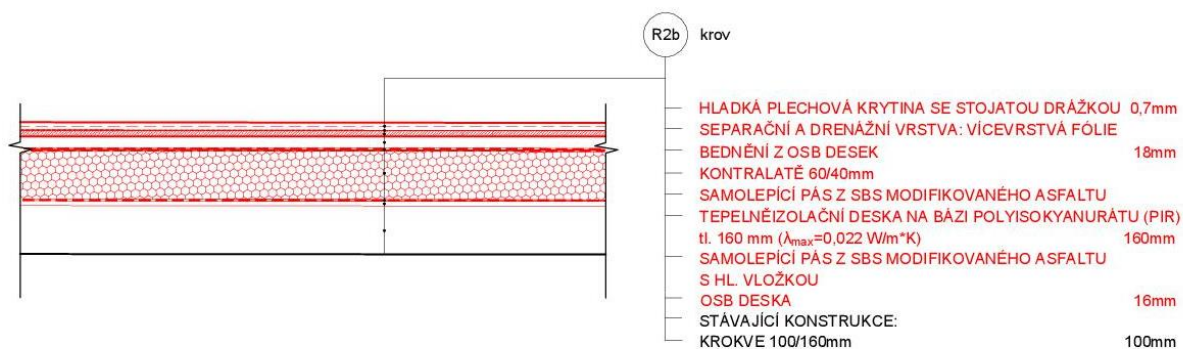
Obrázek č. 60 Skladba podlahy P1b

### Návrh typu zateplení krovu:

Zde si také musíme určit kritéria, které je potřebné dodržet.

Z architektonického hlediska je požadavek na to, aby krov střechy nad halou byl přiznaný a krokve s ocelovými táhly tak byly vidět. Tím dojde k vyniknutí okenních otvorů ve štítových stěnách pod střechou. Nevýhodou tohoto požadavku je větší objem vzduchu, jenž je potřeba vytápět. Tímto požadavkem jsme zároveň vyloučili zateplení krovu mezikroevní a podkroevní izolací a zbývá tak varianta zateplení krovu izolací nad krokvemi.

Druhý požadavek se týká tepelně-technického hlediska a budeme se tak snažit najít izolaci, jenž bude mít dostatečný součinitel teplené vodivosti  $\lambda$ . Vhodnou izolací se jeví například izolace na bázi typu PIR desek.



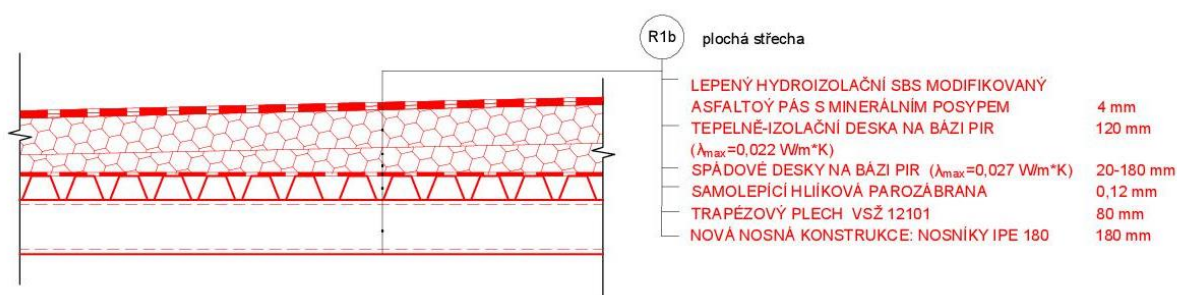
Obrázek č. 61 Skladba zastřešení krovu R2b

### Návrh typu zateplení plochých střech:

Ploché střechy kompletně nahradí stávající pultové střechy včetně nosné konstrukce, kterou nyní budou tvořit ocelové nosníky s trapézovým plechem. Ploché střechy vzhledem ke své poloze a umístění u objektu s pilovou střechou a u haly „C“ je nutné především dobře odvodnit a vyspádovat tak, aby nebyla omezena funkčnost hydroizolace a nedošlo k zatékání do

## Projekt rekonstrukce objektu

nadezdívky haly C nebo dovnitř sousední pilové haly, jako tomu bylo ve stávajícím stavu. Vzhledem ke své délce budou ploché střechy odvodněny více svody a spádování 1,66 % bude vytvořeno pomocí spádových desek na bázi PIR ( $\lambda=0,025-0,028 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) rozměrově danými výrobcem. Hlavní tepelně-izolační vrstvu pak budou tvořit PIR desky tl. 120 mm ( $\lambda=0,022 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).



Obrázek č. 62 Skladba ploché střechy R1b

Tabulka č. 17 Součinitele prostupu tepla navrhovaných střech a podlah<sup>[27]</sup>

Typ konstrukce/(orientace)	Označení konstrukce dle obálky	Tloušťka parametru izolantu	Součinitel prostupu tepla dané konstrukce po zateplení	Doporučená hodnota požadovaného součinitele prostupu tepla konstrukce dle ČSN 730540-2:2011	Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla konstrukce dle ČSN 730540-2:2011	
			$U^b$	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	
		tl.	$\lambda$	$U^b$	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$
		mm	W/mK	W/(m <sup>2</sup> ·K)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Střecha plochá	R1b	PIR 120+20-180	0,022	0,157	0,24	0,16
Střecha krov	R2b	PIR 160	0,022	0,159	0,24	0,16
Podlaha na terénu	P1b	XPS 120	0,035	0,271	0,45	0,30

### Výměna okenních a dveřních výplní:

V celém objektu budou navrženy nové výplně okenních a dveřních otvorů.

Zasklení oken bude izolačními dvojskly,  $U_{w,MAX}=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  a solární propustností  $g=0,50$ .

Nové střešní světlíky budou mechanicky otvíravé ocelohliníkové,  $U_{w,MAX}=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Kruhové otvory o průměru 0,5 m ve štítových stěnách v původním stavu zakrytými plechem budou nově proskleny izolačním dvojsklem,  $U_{w,MAX}=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Budou vytvořeny otvory pro nová sekční vjezdová vrata sloužící pro manipulační techniku. Vrata budou z pozinkovaného plechu s vloženou tepelnou izolací,  $U_{D,MAX}=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Vstupní dveře budou ocelohliníkové v tmavém provedení, částečně prosklené izolačním dvojsklem,  $U_{D,MAX}=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## Projekt rekonstrukce objektu

Zasklení izolačními dvojskly  $U_{w,MAX}=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  vyhoví na požadavek  $U_{rec,20}=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  pro splnění Vyhlášky 78/2013 Sb. Použití izolačních trojskel s nižším součinitelem prostupu tepla  $U_{w,MAX}=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  by nám s dalšími případnými opatřeními pomohlo snížit celkový průměrný součinitel prostupu tepla budovy na hodnotu, která je požadovaná u budov s téměř nulovou spotřebou energie. [27]

Tabulka č. 18 Součinitele prostupu tepla navrhovaných otvorových výplní [27]

Typ konstrukce/(orientace)	Označení konstrukce dle obálky	Typ výplně	Součinitel prostupu tepla dané konstrukce po zateplení	Doporučená hodnota požadovaného součinitele prostupu tepla konstrukce dle ČSN 730540-2:2011	Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla konstrukce dle ČSN 730540-2:2011
			$U^b$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	$U_{N,20}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	$U_{rec,20}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)
Okna/SV	OSV1b, OSV2b	Izolační dvojsklo	1,20	1,5	1,2
Okna/JV	OJV1b, OJV2b, OJV3b	Izolační dvojsklo	1,20	1,5	1,2
Okna/JZ	OJZ1b, OJZ2b	Izolační dvojsklo	1,20	1,5	1,2
Světlíky	OSZ1b, OJZ3b	Izolační dvojsklo	1,10	1,4	1,1
Dveře k exteriéru	DSV1b-sekční vrata	Pozinkovaný plech s vloženou izolací	1,20	1,7	1,2
	DSV2b-sekční vrata	Pozinkovaný plech s vloženou izolací	1,20	1,7	1,2
	DJV1b-vstupní dveře	Izolační dvojsklo	1,20	1,7	1,2
	DJV2b-sekční vrata	Pozinkovaný plech s vloženou izolací	1,20	1,7	1,2
Dveře k nevytápěnému prostoru	DJZ1b'	Vnitřní protipožární s ocelohliníkovou výplní	1,20	3,5	2,3

### 6.7.1 Návrh dalších energetických opatření

V rámci energetických opatření řeší diplomová práce především problematiku zateplení fasády s ohledem na předem zvolená kritéria. V návaznosti na fasádu dochází k celkovému zateplení obálky budovy a výměně otvorových výplní.

Jako další možný návrh pro pokračování tématu diplomové práce bude nastínění dalších možných energetických opatření přispívajících k energetickým úsporám objektu a případně dosažení i lepší energetické třídy budovy. Těmito opatřeními je myšleno například zvolení nového zdroje tepla, zpětné využití dešťových vod nebo instalace fotovoltaických panelů. Dalším možným námětem je míra zateplení pro dosažení úrovně budovy s téměř nulovou spotřebou energie včetně technických systémů.

Návrh dalších energetických opatření není hlavním předmětem této diplomové práce. Cílem této kapitoly je pouze poukázat na možnosti vylepšení a na fakt, že pouze zateplením

objektu nejde dosáhnout ideálního energetického stavu objektu a je vhodné ho kombinovat s dalšími energetickými opatřeními.

### Nový zdroj tepla

Ve stávajícím stavu bylo pro vytápění používáno starého kotle na uhlí, který je v dnešní době již odmontovaný a jsou patrné jen jeho pozůstatky a zmínky v pozůstalé staré projektové dokumentaci.

Vzhledem k novému provozu bez nároku na ohřev teplé vody se jeví jako dobrá varianta kotel na biomasu, který má nízký faktor neobnovitelné primární energie.

Typ vytápění objektu vzhledem k provozu se pak jeví jako vhodné teplovzdušné s napojením na samostatný okruh vody.

### Nucené větrání s rekuperací tepla

Toto opatření již bylo v této diplomové práci zmiňováno ve spojení s vlhkostí a její eliminací. Díky nucenému větrání s rekuperací tepla by došlo k podpoření vysychání zdiva, které díky zateplení a menší výměně vzduchu díky novým výplním otvorů vysychá omezeněji.

Tento systém nám ušetří i energii na vytápění.

### Instalace fotovoltaických panelů

Panely, které by mohly být umístěné na jižní straně sedlové střechy, by vyráběly elektřinu pro osvětlení, případně by sloužily jako dopomocný zdroj pro provoz strojů.

### Zpětné využití dešťové vody

Jak již bylo zmíněno v kapitole 5.2.1-I, pro dešťové vody bude zřízena retenční nádrž s regulovaným vypouštěním. Zajímavým řešením se však jeví naakumulovanou vodu využít například jako užitkovou vodu na splachování toalet, které sice v řešené části objektu nejsou, ale budou umístěny v rámci areálu v jiné budově.

## 7. Závěr

Zadáním diplomové práce bylo provést stavebně-technický průzkum řešené části průmyslového objektu v Dětrichově. Na základě tohoto průzkumu popsat a analyzovat poruchy objektu a následně navrhnout sanační opatření. Další součástí práce je i návrh nového dispozičního řešení vzhledem k plánované textilní výrobě a znovu zprovoznění haly a celkové tepelně-technické opatření zahrnující zateplení a výměnu otvorových výplní. To vše za podmínky zachování industriálního rázu objektu tak, aby stále zapadal do celkového vzhledu bývalého průmyslového areálu.

Vzhledem k tomu, že nebyla k dispozici výkresová dokumentace, ale pouze schéma areálu, byl objekt zaměřen a poté byly zhotoveny výkresy půdorysů, řezů a pohledů.

Při průzkumu byly zanalyzovány poruchy svislých, vodorovných a kompletačních konstrukcí. Poruchy byly zaznamenány do výkresů poruch (půdorysy, řezy, pohledy).

Stavebním průzkumem byl zjištěn havarijní stav některých konstrukcí objektu. Byly zanalyzovány jejich příčiny a v rámci rekonstrukce byl navržen způsob eliminace příčin a sanace porušených částí.

Příčinami byla především vlhkost dostávající se do objektu zeminou vlivem chybějící hydroizolace základů a nefunkčních dešťových svodů, kdy srážková voda volně stéká po svislých konstrukcích a příjezdové cestě těsně lemující obvodové stěny objektu bez odlišení soklové části.

Srážková voda se do objektu dostává také prostřednictvím dřevěných pultových střech a vysklených otvorů či otvory po chybějícím zdivu. Následkem je potom uhnívání trámů pultových střech, které se bortí, vlhké zdivo s často se vyskytující zelení a postupná degradace zdiva, které se drolí a vypadává z ložných spár.

Navržená sanace řeší opatření jak svislých, tak vodorovných konstrukcí a snaží se brát v potaz veškeré vstupující okolnosti a parametry objektu.

Svislé konstrukce jsou opatřeny proti vzliňající vlhkosti pomocí pneumaticky zarážených plechů v ložných spárách zdiva, která navazují na svislou hydroizolaci základů a vodorovnou hydroizolaci nově provedené podlahy. Toto opatření pomocí zarážení plechů bude provedeno po obvodu celého objektu a u vnitřních nosných stěn.

Současně s provedením svislé hydroizolace základů a jejich zateplením dojde k vybudování drenážního systému okolo objektu.

Dodatečná vodorovná hydroizolace bude provedena jak na všech střechách, tak i v již zmíněné nové podlaze, která bude od vlhkosti odizolovaná jak Iglú tvarovkami, tak i pomocí nataveného asfaltového hydroizolačního pásu plynule navazujícího na svislou hydroizolaci stěn.

Součástí sanačních opatření je navrženo i odsolení zdiva z důvodu naměřené výrazně zvýšené salinity zdiva především sírany a dusičnany. Měření salinity a vlhkosti, která byla naměřena jako nízká až mírně zvýšená, bylo provedeno v laboratoři ČVUT na základě odebraných vzorků.

## Závěr

Vzhledem k již zmíněné plánované textilní výrobě, je nutné upravit dispozici objektu a dojde tak k vybourání některých částí zdiva, střech a stropu. Mezi bourané části jsou zahrnuty i části, které jsou v havarijním stavu a budou nahrazeny anebo nejsou pro objekt nezbytné, naopak by pro plánovaný výrobní provoz spíše překážely. Veškeré bourací práce budou provedeny před samotnou sanací a zateplením objektu. Dojde tedy k definitivnímu zrušení „přístavku“, který je zcela zasažen vlhkostí a jednotlivé části konstrukce jsou velmi poškozené a k demolici pultových střech, které budou nahrazeny střechami plochými s novým systémem odvodu dešťových vod.

Vlivem některých bouracích prací bylo ovšem nutné staticky posoudit zbylé části konstrukcí a navrhnout nezbytné konstrukční prvky. Kromě překladů nad nově vytvořenými vjezdovými vraty a nosné části pultových střech je to především statické posouzení vybouraného „T-éčka“ v severozápadní části půdorysu.

Jedná se o části vnitřních nosných stěn, ve kterých je nutné vytvořit otvor pro umístění výrobní linky. Navržené konstrukční prvky jsou posouzeny statickým výpočtem, na jehož základě byly navrženy ocelové profily o kvalitě oceli S235. Konstrukční prvky mají funkci průvlaků P1 (4xIPN 300), P2 (3xIPN 240) a dvou sloupků (HEB 220) podpírající delší z průvlaků (P2).

V rámci rekonstrukce je v neposlední řadě kromě dispozičních úprav a nových konstrukcí navrženo i zateplení objektu a výměna otvorových výplní, tak aby objekt splňoval Vyhlášku 78/2013 Sb. určující požadavky na splnění ukazatele energetické náročnosti mimo jiné pro větší změny dokončených budov. Současně je zde i nastínění a návrh dalších technických a technologických opatření za účelem snížení energetické náročnosti objektu.

## 8. Přílohy

### 9.1.1 Výkresová část

#### STÁVAJÍCÍ STAV

- 01 – Půdorys 1.NP-Stávající stav 1:100
- 02 – Půdorys 2.NP – Stávající stav 1:100
- 03 – Řez A-A', řez B-B' - Stávající stav 1:100
- 04 – Pohledy – Stávající stav 1:100

#### VÝKRESY PORUCH STÁVAJÍCÍHO STAVU

- 05 – Půdorys 1.NP – Výkres poruch 1:100
- 06 – Půdorys 2.NP – Výkres poruch 1:100
- 07 – Řez A-A', řez B-B' – Výkres poruch 1:100
- 08 – Pohledy – Výkres poruch 1:100

#### NAVRHOVANÝ STAV

- 09 – Půdorys 1.NP – Navrhovaný stav 1:100
- 10 – Půdorys 2.NP – Navrhovaný stav 1:100
- 11 – Půdorys střechy – Navrhovaný stav 1:100
- 12 – Řez A-A' - Navrhovaný stav 1:100
- 13 – Řez B-B' - Navrhovaný stav 1:100
- 14 – Řez C-C' - Navrhovaný stav 1:100
- 15 – Pohledy – Navrhovaný stav 1:100
- 16 – Půdorys 1.NP – Konstrukční prvky statického „T-ěčka“ 1:50

#### VÝKRESY PROVEDENÍ SANACE VČETNĚ ZATEPLENÍ A DETAILŮ

- 17 – Půdorys 1.NP – Schéma provětrávané podlahy P1b 1:100
- 18 – Řez B-B' - Schéma odvětrání podlahy P1b 1:100
- 19 – Detail přívodu vzduchu do provětrávané podlahy P1b 1:5
- 20 – Detail odvodu vzduchu z provětrávané podlahy 1:5
- 21 – Vodorovný řez D-D' - Napojení hydroizolace na plechy 1:5
- 22 – Detail římsy – Stávající stav 1:5
- 23 – Detail římsy – Sanace a zateplení 1:5
- 24 – Detail soklu – Navrhovaný stav 1:5
- 25 – Detail parapetu a nadpraží – Stávající a navrhovaný stav 1:5
- 26 – Detail šambrány okna – Stávající a navrhovaný stav 1:10



27 – Skladby konstrukcí – Stávající stav 1:20

28 – Skladby konstrukcí – Navrhovaný stav 1:20

9.2.1 *Statické výpočty* [22]I. *Návrh vazníků plochých střech*

Skladba ploché střechy R1b:

STÁLÉ ZATÍŽENÍ	$g_k$	$\gamma_G$	$g_d$
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]
hydroizolace	0,02	1,35	0,027
tepelná izolace 1. 0,12*1,0	0,12	1,35	0,162
2. 0,06*0,5	0,03	1,35	0,041
trapezový plech	0,15	1,35	0,203

$$\Sigma g_{(k,d)} = \underline{0,32 \text{ kN/m}^2} \quad \underline{0,432 \text{ kN/m}^2}$$

SNÍH	$q_k$	$\gamma_Q$	$q_d$
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]
III. oblast $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$			
$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k$			
$s = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 1,5$	<u>1,2 kN/m<sup>2</sup></u>	1,5	<u>1,8 kN/m<sup>2</sup></u>

zatěžovací šířka ZŠ = 2,4 m

statické rozpětí 5,38 m

$$g_k = 0,032 * 2,4 = 0,768 \text{ kN/m}'$$

$$q_k = 1,2 * 2,4 = 2,88 \text{ kN/m}'$$

$$g_d = 0,432 * 2,4 = 1,037 \text{ kN/m}'$$

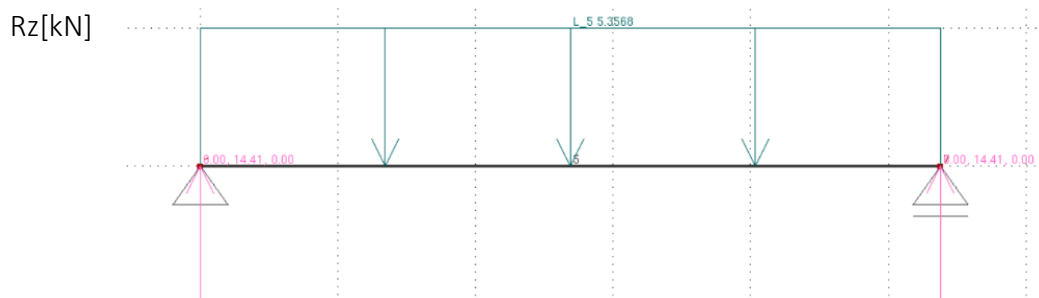
$$q_d = 1,8 * 2,4 = 4,32 \text{ kN/m}'$$

$$\Sigma f_k(g_k + q_k) = 0,7668 + 2,88$$

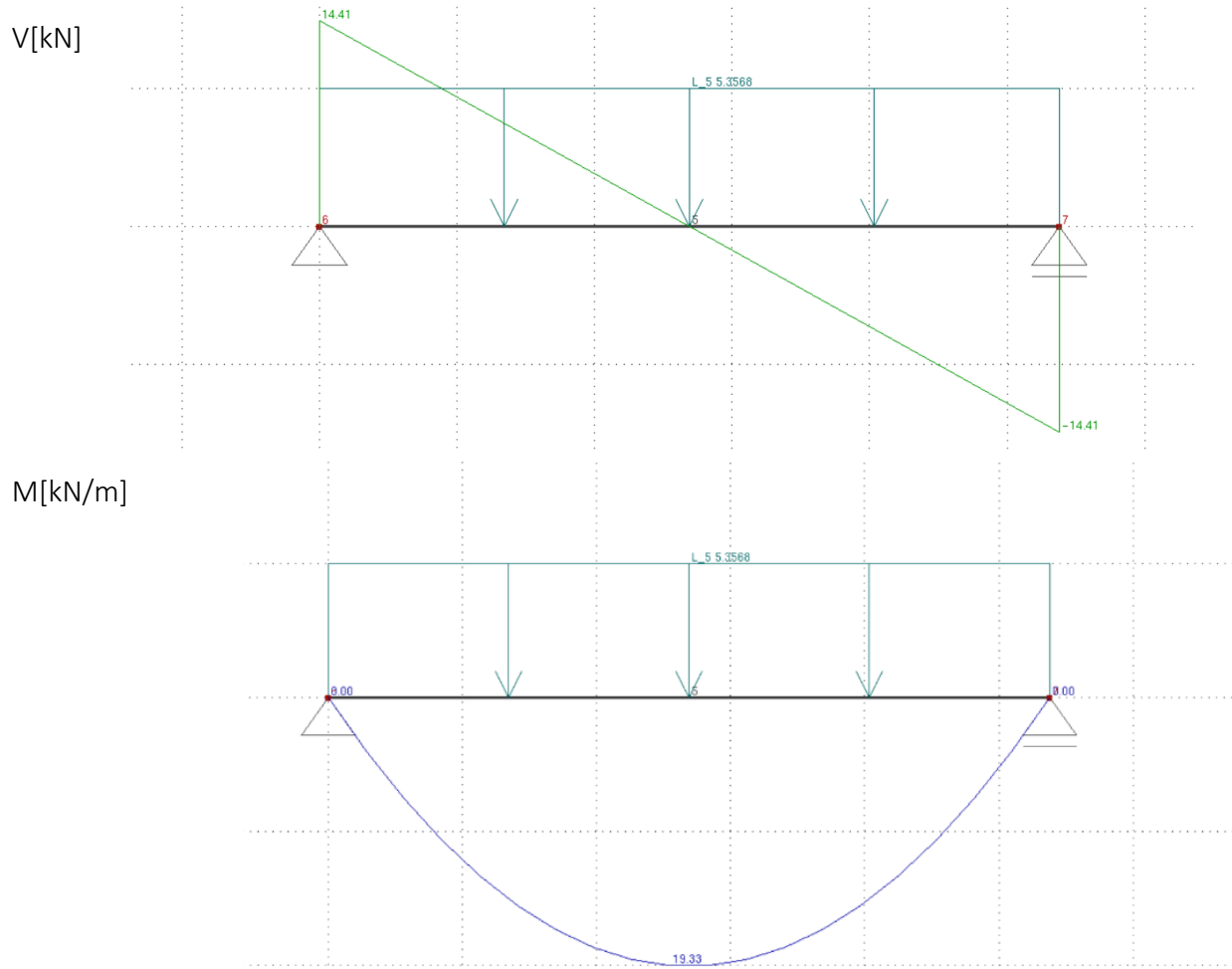
$$= \underline{3,648 \text{ kN/m}'}$$

$$\Sigma f_d(g_d + q_d) = 1,037 + 4,32$$

$$= \underline{5,3568 \text{ kN/m}'}$$



## Přílohy



Pozn. Výpočet reakcí a momentů byl proveden pomocí programu Edubeam 3.5.0.

$$V_{Ed} = V_{\max} = \underline{14,41 \text{ kN}}$$

$$M_{Ed} = M_{\max} = \underline{19,33 \text{ kNm}}$$

Posouzení vazníků V1 na MSÚ:

Vstupní parametry:

Třída pevnosti oceli S235

Modul pružnosti  $E = 210\,000$  MPa

Modul pružnosti ve smyku  $G = 80\,700$  MPa

Objemová hmotnost  $\rho = 7\,850$  kg/m<sup>3</sup> [18]

$$M_{E,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \geq M_{Ed}$$

$$W_{ply} = \frac{M_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_y} = \frac{19,33 \cdot 10^6 \cdot 1,0}{235} \text{ mm}^3$$

$$W_{ply} = 82\,255,3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{NÁVRH IPE 180}$$

$$\text{IPE 180} : W_{ply} = 166,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3, I_y = 13,17 \cdot 10^6 \text{ mm}^4, A_{vz} = 1,125 \cdot 10^3 \text{ mm}^2 [18]$$

$$\begin{aligned}
 M_{E,Rd} &= \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \geq M_{Ed} \\
 &= \frac{166,4 \cdot 10^3 \cdot 235}{1,0} \geq 19,33 \cdot 10^6 \text{ kNm} \\
 &= \underline{\underline{39,10 \geq 19,33 \text{ kNm}}} \rightarrow \text{NAVRŽENÝ PRŮŘEZ IPE 180 VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

Posouzení vazníků V1 na smyk:

$$\begin{aligned}
 0,5 \cdot V_{pl,Rd} &= \frac{0,5 \cdot A_{vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \geq V_{Ed} \\
 &= \frac{0,5 \cdot 1125 \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} \geq 14,41 \text{ kN} \\
 &= \underline{\underline{189,1 \geq 14,41 \text{ kN}}} \rightarrow \text{NAVRŽENÝ PRŮŘEZ IPE 180 VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

Posouzení vazníků V1 na MSP:

$$\begin{aligned}
 \text{PRŮHYB: } w_{lim} &= \frac{L}{250} \\
 w_{lim} &= \frac{5,38 \cdot 10^3}{250} \text{ mm} \\
 w_{lim} &= 21,52 \text{ mm} \\
 w_{max} &= \frac{5}{384} \cdot \frac{f_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} \leq w_{lim} \\
 &= \frac{5}{384} \cdot \frac{3,648 \cdot 5 \cdot 380^4}{210 \cdot 000 \cdot 1317} \cdot 10^{-4} \leq 21,52 \text{ mm} \\
 &= \underline{\underline{14,39 \leq 21,52 \text{ mm}}} \rightarrow \text{NAVRŽENÝ PRŮŘEZ IPE 180 VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

Jako nosný konstrukční prvek pro plochou střechu R1b je navržen vazník V1 z oceli S235 o průřezu IPE 180.

Vlastní tíha nosníku V1 činí 18,8kg/m. Vazníky jsou rozmístěny po osových vzdálenostech 2,4 m. Okolo střešních světlíků jsou vazníky na vzdálenost 1,1 m.

Ocelové vazníky se uloží do stávajícího obvodového a vnitřního nosného zdiva na vybetonovaný podkladek po odstranění původního zastřešení a odbourání obvodového zdiva do projektové výšky.

Kapsy ve zdivu budou vyplněny betonem, aby se ocelové profily v uložení nemohly otáčet.

## II. Výpočet průvlaků nad bouraným zdivem

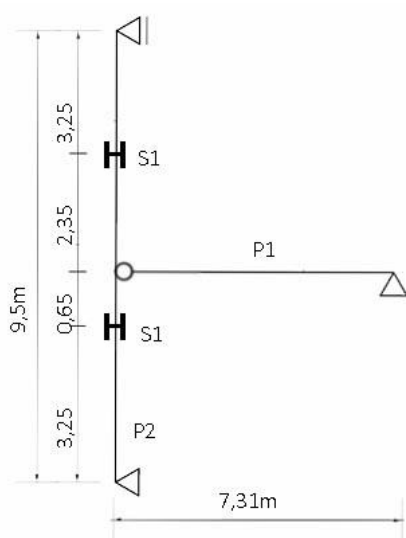
Z důvodu potřebného manipulačního prostoru pro umístění stroje je nutné vybourat část nosných stěn. V místě bouraných středových zdí je nutné navrhnout ocelové průvlakky a sloupy pro zachování stability střechy a objektu. Samotný postup bourání bude velmi komplikovaný a bude probíhat po částech, aby nedošlo ke zborcení konstrukce. Současně se

## Přílohy

budou zbylé části jistit. Prvním krokem bude umístění dvou nosných sloupků, které budou v místě vybouraných zdí podírat navržený průvlak P2.

Postup uložení průvlaků, nad kterými zůstane zbytek stěny je možný několika způsoby. Buď se stěna sepne z obou stran, aby se cihly nerozpadly do té doby, než se postupně vloží průvlaky, nebo se zdivo vybourá do poloviny tloušťky stěny v místě uložení průvlaků a nosníky se tam budou vkládat postupně, přičemž vzniklé otvory mezi cihlami budou jištěny rozpěrkami. Třetí možností je vybourání celé stěny a dočasné podepření vodorovných konstrukcí stojkami a následné zpětné dozdění po uložení průvlaků. Celý proces bourání vyžaduje důkladné technické posouzení a profesionální vedení.

### SCHÉMA PŮSOBÍCÍCH ZATÍŽENÍ NA „T-ĚČKO“



#### Zatížení působící na P1:

- sníh z ploché střechy
- sníh ze sedlové střechy
- zatížení od ploché střechy
- zatížení od sedlové střechy (1/2) + ocelové vazníky
- zatížení z nadezdívky

#### Zatížení působící na P2:

- sníh z ploché střechy
- zatížení od ploché střechy
- zatížení z nadezdívky
- zatížení od P1

#### Návrh nosného prvku P1:

Skladba sedlové střechy R2b:

STÁLÉ ZATÍŽENÍ	g <sub>k</sub>	γ <sub>G</sub>	g <sub>d</sub>
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]
Plechová krytina	0,08	1,35	0,108
folie	0,02	1,35	0,027
OSB 0,018*6	0,11	1,35	0,149
Latě	0,04	1,35	0,054
PIR 0,16*5	0,10	1,35	0,135
hydroizolace	0,02	1,35	0,027
OSB 0,015*6	0,11	1,35	0,149
Krokve 100/160 a' 0,9m 0,02*5	0,10	1,35	0,135

Přílohy

$$\Sigma g_{(k,d)} = \underline{0,58 \text{ kN/m}^2} \qquad \underline{0,783 \text{ kN/m}^2}$$

Převod na vodorovné zatížení:

$$g_k = 0,58 / \cos 27^\circ = \underline{0,65 \text{ kN/m}^2}$$

$$g_d = 0,783 / \cos 27^\circ = \underline{0,88 \text{ kN/m}^2}$$

SNÍH	$q_k$	$\nu Q$	$q_d$
III. oblast $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]
$s = \mu_i * C_e * C_t * S_k$			
$s = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 1,5$	<u>1,2 kN/m<sup>2</sup></u>	1,5	<u>1,8 kN/m<sup>2</sup></u>

zatěžovací šířka  $Z\check{S}_1 = 7,4 \text{ m}$  (sedlová střecha)

zatěžovací šířka  $Z\check{S}_2 = 2,56 \text{ m}$  (plochá střecha)

Výpočet jednotlivých zatížení:

a) zatížení od sedlové střechy s ocelovými vazníky

$$f_{k1} = g_k * Z\check{S}_1 + \text{vlastní tíha ocelových vazníků} + Z\check{S}_1$$

$$f_{k1} = 0,65 * 7,4 + 0,35 * 7,4 \text{ kN/m'}$$

$$\underline{f_{k1} = 7,4 \text{ kN/m'}}$$

b) zatížení od ploché střechy a V1

$$f_{k2} = g_k * Z\check{S}_2 + \text{vlastní tíha V1} + Z\check{S}_2 / \text{rozteč}$$

$$f_{k2} = 0,32 * 2,56 + 0,188 * (2,56 / 2,4) \text{ kN/m'}$$

$$\underline{f_{k2} = 1,02 \text{ kN/m'}}$$

c) zatížení od nadezdívky

$$f_{k3} = \text{tloušťka stěny } b * \text{výška stěny } h * \text{objemová hmotnost cihel}$$

$$f_{k3} = 0,68 * 3,2 * 18,0 \text{ kN/m'}$$

$$\underline{f_{k3} = 39,2 \text{ kN/m'}}$$

d) zatížení od sněhu

$$f_{k4} = q_k * Z\check{S}_1 + q_k * Z\check{S}_2$$

$$f_{k4} = 1,2 * 7,4 + 1,2 * 2,56 \text{ kN/m'}$$

$$\underline{f_{k4} = 12 \text{ kN/m'}}$$

$$\Sigma f_k = f_{k1} + f_{k2} + f_{k3} + f_{k4}$$

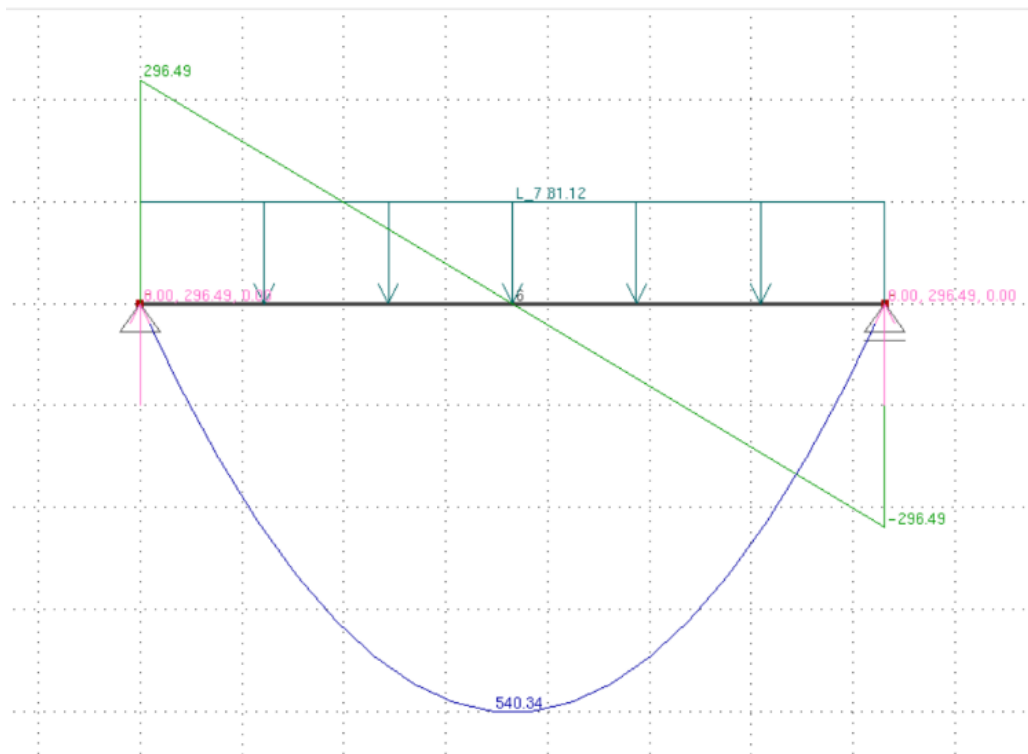
$$= 7,4 + 1,02 + 39,2 + 12$$

$$\underline{= 59,62 \text{ kN/m'}}$$

$$\Sigma f_d = (f_{k1} + f_{k2} + f_{k3}) * 1,35 + f_{k4} * 1,5$$

$$= (7,4 + 1,02 + 39,2) * 1,35 + 12 * 1,5$$

$$\underline{= 81,12 \text{ kN/m'}}$$



$$V_{Ed} = V_{max} = \underline{296,49 \text{ kN}}$$

$$M_{Ed} = M_{max} = \underline{540,34 \text{ kN/m}}$$

Posouzení vazníků P1 na MSÚ:

Vstupní parametry:

Třída pevnosti oceli S235

Modul pružnosti  $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku  $G = 80\,700 \text{ MPa}$  [18]

Objemová hmotnost  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

$$M_{E,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \geq M_{Ed}$$

$$W_{ply} = \frac{M_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_y} = \frac{540,34 \cdot 10^6 \cdot 1,0}{235} \text{ mm}^3$$

$$W_{ply} = 2\,299\,319 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{NÁVRH } 4 \times \text{IPN } 300$$

$$4 \times \text{IPN } 300: W_{ply} = 4 \times 762 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 = 3\,048 \cdot 10^3 \text{ mm}^3, I_y = 4 \times 98 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 = 392 \cdot 10^6 \text{ mm}^4,$$

$$A_{vz} = 4 \times 3,458 \cdot 10^3 \text{ mm}^2 = 13,832 \cdot 10^3 \text{ mm}^2 \text{ [18]}$$

$$\begin{aligned}
 M_{E,Rd} &= \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \geq M_{Ed} \\
 &= \frac{3\,048 \cdot 10^3 \cdot 235}{1,0} \geq 540,34 \cdot 10^6 \text{ kNm} \\
 &= \underline{\underline{716,3}} \geq \underline{\underline{540,34}} \text{ kNm} \rightarrow \text{NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 4X IPN 300 VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

Posouzení nosníků P1 na smyk:

$$\begin{aligned}
 0,5 \cdot V_{pl,Rd} &= \frac{0,5 \cdot A_{vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \geq V_{Ed} \\
 &= \frac{0,5 \cdot 13\,832 \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} \geq 296,49 \text{ kN} \\
 &= \underline{\underline{3\,857}} \geq \underline{\underline{296,49}} \text{ kN} \rightarrow \text{NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 4X IPN 300 VYHOVUJE NA}
 \end{aligned}$$

Posouzení vazníků P1 na MSP:

$$\begin{aligned}
 \text{PRŮHYB: } w_{lim} &= \frac{L}{250} \\
 w_{lim} &= \frac{7,31 \cdot 10^3}{250} \text{ mm} \\
 w_{lim} &= 29,24 \text{ mm} \\
 w_{max} &= \frac{5}{384} \cdot \frac{f_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} \leq w_{lim} \\
 &= \frac{5}{384} \cdot \frac{59,62 \cdot 7\,310^4}{210\,000 \cdot 39200} \cdot 10^{-4} \leq 29,24 \text{ mm} \\
 &= \underline{\underline{26,93}} \leq \underline{\underline{29,24}} \text{ mm} \rightarrow \text{NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 4 X IPN 300 VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

Jako jeden z nosných prvků „T-ÉČKA“ je navržen 4x profil IPN 300 z oceli S235.

Vlastní tíha nosníku P1 činí 216,8kg/m. Nosník bude uložen na nosníku P2 a zároveň bude upevněn přivařením.

Návrh nosného prvku P2:

Výpočet jednotlivých zatížení:

a) zatížení od ploché střechy a V1

$$f_{k1} = g_k \cdot z_{\text{š}_2} + v_l \cdot V1 + z_{\text{š}_2} / \text{rozteč}$$

$$f_{k1} = 0,32 \cdot 2,56 + 0,188 \cdot (2,56 / 2,4) \text{ kN/m'}$$

$$\underline{\underline{f_{k1} = 1,02}} \text{ kN/m'}$$

c) zatížení od nadezdívky

$$f_{k2} = \text{tloušťka stěny } b \cdot \text{výška stěny } h \cdot \text{objemová hmotnost cihel}$$

$$f_{k2} = 0,68 \cdot 3,2 \cdot 18,0 \text{ kN/m'}$$

$$\underline{\underline{f_{k2} = 39,2}} \text{ kN/m'}$$

c) zatížení od sněhu

$$f_{k4} = q_k \cdot z_{S2}$$

$$f_{k4} = 1,2 \cdot 2,56 \text{ kN/m'}$$

$$f_{k4} = \underline{3,072 \text{ kN/m'}}$$

$$\Sigma f_{k_i} = f_{k1} + f_{k2} + f_{k3}$$

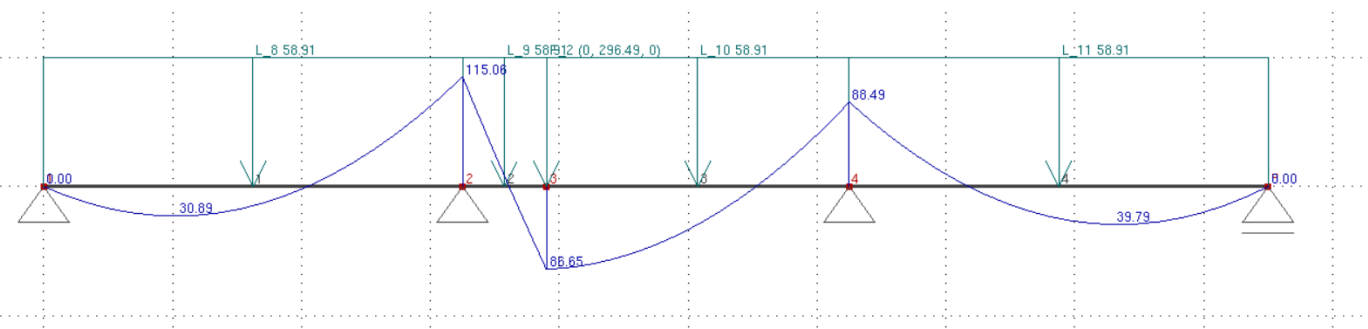
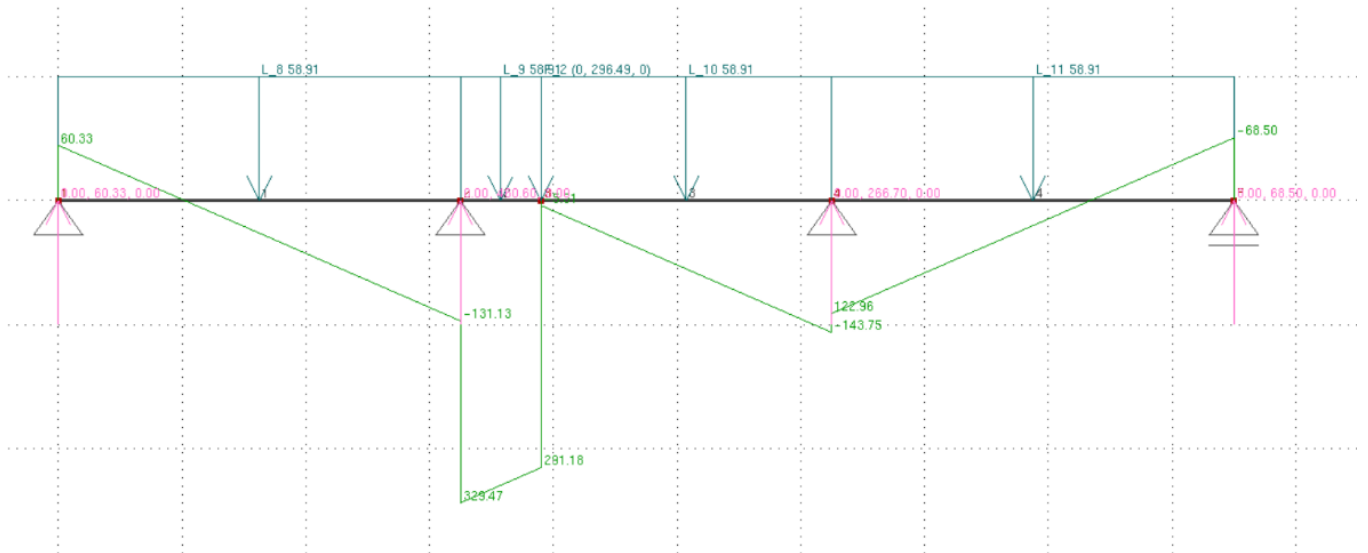
$$= 1,02 + 39,2 + 3,072$$

$$= \underline{43,92 \text{ kN/m'}}$$

$$\Sigma f_d = (f_{k1} + f_{k2}) \cdot 1,35 + f_{k3} \cdot 1,5$$

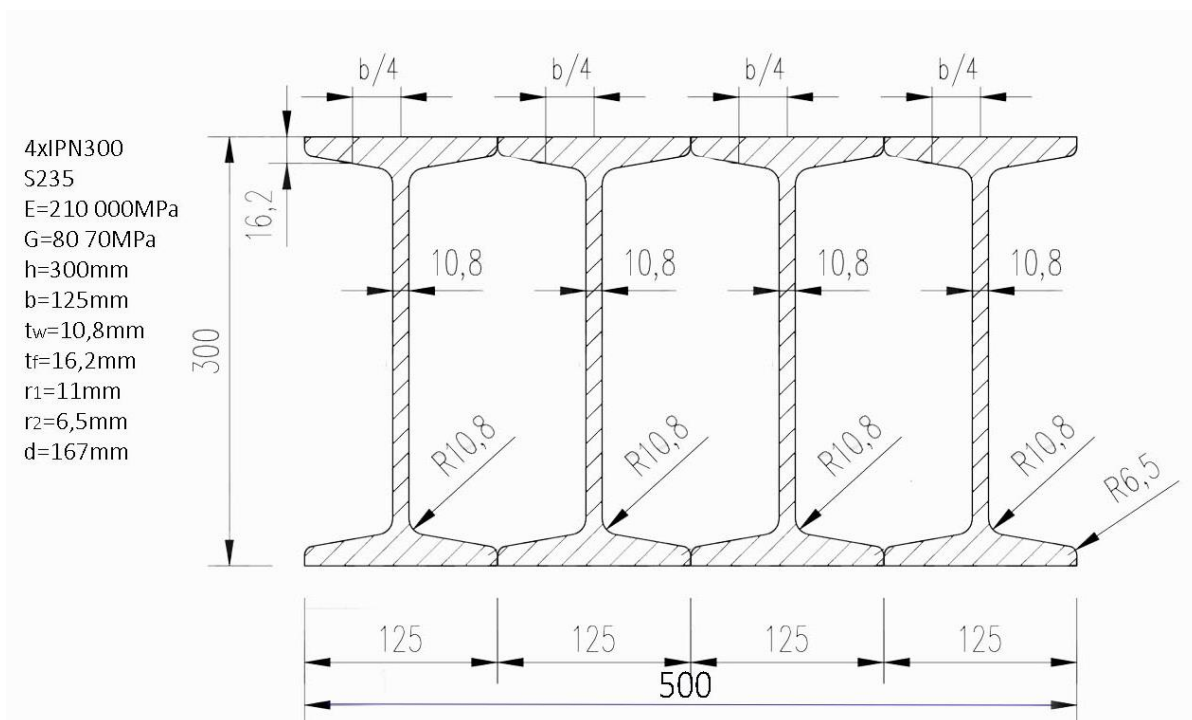
$$= (1,02 + 39,2) \cdot 1,35 + 3,072 \cdot 1,5$$

$$= \underline{58,91 \text{ kN/m'}}$$





## Přílohy



$$V_{Ed} = V_{max} = \underline{460,61 \text{ kN}}$$

$$M_{Ed} = M_{max} = \underline{115,06 \text{ kN/m}}$$

### Posouzení vazníků P2 na MSÚ:

Vstupní parametry:

Třída pevnosti oceli S235

Modul pružnosti E= 210 000 MPa

Modul pružnosti ve smyku G= 80 700 MPa

Objemová hmotnost  $\rho=7850 \text{ kg/m}^3$  [18]

$$M_{E,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \geq M_{Ed}$$

$$W_{ply} = \frac{M_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_y} = \frac{115,06 \cdot 10^6 \cdot 1,0}{235} \text{ mm}^3$$

$$W_{ply} = 489 617 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{NÁVRH 2X U 220}$$

$$2x \text{ U 220: } W_{ply} = 2 \times 220,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 = 584 \cdot 10^3 \text{ mm}^3,$$

$$I_y = 2 \times 26,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 = 53,8 \cdot 10^6 \text{ mm}^4,$$

$$A_{Vz} = 2 \times 2,062 \cdot 10^3 \text{ mm}^2 = 4,124 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$
 [18]

$$M_{E,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \geq M_{Ed}$$

## Přílohy

$$= \frac{584 \cdot 10^3 \cdot 235}{1,0} \geq 115,06 \cdot 10^6 \text{ kNm}$$

$$= 137,24 \geq 115,06 \text{ kNm} \rightarrow \text{NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 2X U 220 VYHOVUJE}$$

$$\text{SMYK: } 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = \frac{0,5 \cdot A_{vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \geq V_{Ed}$$

$$= \frac{0,5 \cdot 4 \cdot 124 \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} \geq 460,61 \text{ kN}$$

$$= \underline{1055 \geq 460,61 \text{ kN}} \rightarrow \text{NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 2X U 220 VYHOVUJE NA SMYK}$$

### Posouzení vazníků P2 na MSP:

$$\text{PRŮHYB: } w_{lim} = \frac{L}{250}$$

$$w_{lim} = \frac{3,1 \cdot 10^3}{250} \text{ mm}$$

$$w_{lim} = 12,4 \text{ mm}$$

$$w_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{f_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} \leq w_{lim}$$

$$= \frac{5}{384} \cdot \frac{43,92 \cdot 3 \cdot 100^4}{210 \cdot 000 \cdot 5380} \cdot 10^{-4} \leq 12,4 \text{ mm}$$

$$= \underline{4,7 \leq 12,4 \text{ mm}} \rightarrow \text{NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 2X U 220 VYHOVUJE}$$

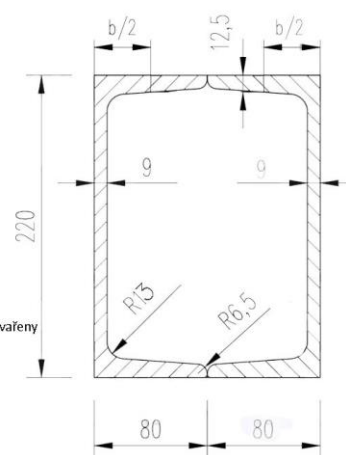
Duhým nosným prvkem „T-ÉČKA“ by mohl být navržen 2x profil U 220 z oceli S235.

Profily by k sobě byly přivařeny a tvořily tak uzavřený průřez. Na ten by pak následně byly položeny a přivařeny 4X profily IPN 300.

Ovšem z důvodu potřeby uložení stěny z CPP tl. 660 mm nad průvlakem P2 je nutné, aby profily tohoto průvlaku měly v celkové šířce více než 160mm. Proto jsou pro průvlak P2 nakonec zvoleny profily 3xIPN240, u kterých po svaření bude mít stěna nad nimi mnohem širší základnu, která bude tvořena navrženými širšími profily 3xIPN240 a roznášecím patním plechem.

2xU220  
S235  
E=210 00MPa  
G=80 700 MPa  
b=80mm  
h=220mm  
t<sub>w</sub>=9mm  
t<sub>f</sub>=12,5mm  
r<sub>1</sub>=13mm  
r<sub>2</sub>=6,5mm  
d=167mm  
G=2x29,4kg/m

pozn.: profily jsou k sobě přivařeny a tvoří uzavřený průřez



Ačkoli jsou profily předimenzované, z konstrukčního hlediska je to nutné opatření a nejedná se velké množství těchto profilů, aby to z ekonomického hlediska hrálo příliš velkou roli.

MSÚ:

$$M_{E,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \geq M_{Ed}$$

$$W_{ply} = \frac{M_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_y} = \frac{115,06 \cdot 10^6 \cdot 1,0}{235} \text{ mm}^3$$

## Přílohy

$$W_{ply} = 489\,617\text{ mm}^3 \rightarrow \text{NÁVRH 3X IPN 240}$$

$$2x\ U\ 220: W_{ply} = 3 \times 412 \cdot 10^3\text{ mm}^3 = 1\,236 \cdot 10^3\text{ mm}^3,$$

$$I_y = 3 \times 42,5 \cdot 10^6\text{ mm}^4 = 127,5 \cdot 10^6\text{ mm}^4,$$

$$A_{Vz} = 3 \times 2,233 \cdot 10^3\text{ mm}^2 = 6,699 \cdot 10^3\text{ mm}^2 [18]$$

$$M_{E,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \geq M_{Ed}$$

$$= \frac{1\,236 \cdot 10^3 \cdot 235}{1,0} \geq 115,06 \cdot 10^6\text{ kNm}$$

$$= 290,5 \geq 115,06\text{ kNm} \rightarrow \text{NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 3X IPN 240 VYHOVUJE}$$

$$\text{SMYK: } 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = \frac{0,5 \cdot A_{Vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \geq V_{Ed}$$

$$= \frac{0,5 \cdot 6699 - 235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} \geq 460,61\text{ kN}$$

$$= \underline{1\,798 \geq 460,61\text{ kN}}$$

$\rightarrow$  NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 3X IPN 240 VYHOVUJE NA SMYK

MSP:

$$\text{PRŮHYB: } w_{lim} = \frac{L}{250}$$

$$w_{lim} = \frac{3,1 \cdot 10^3}{250}\text{ mm}$$

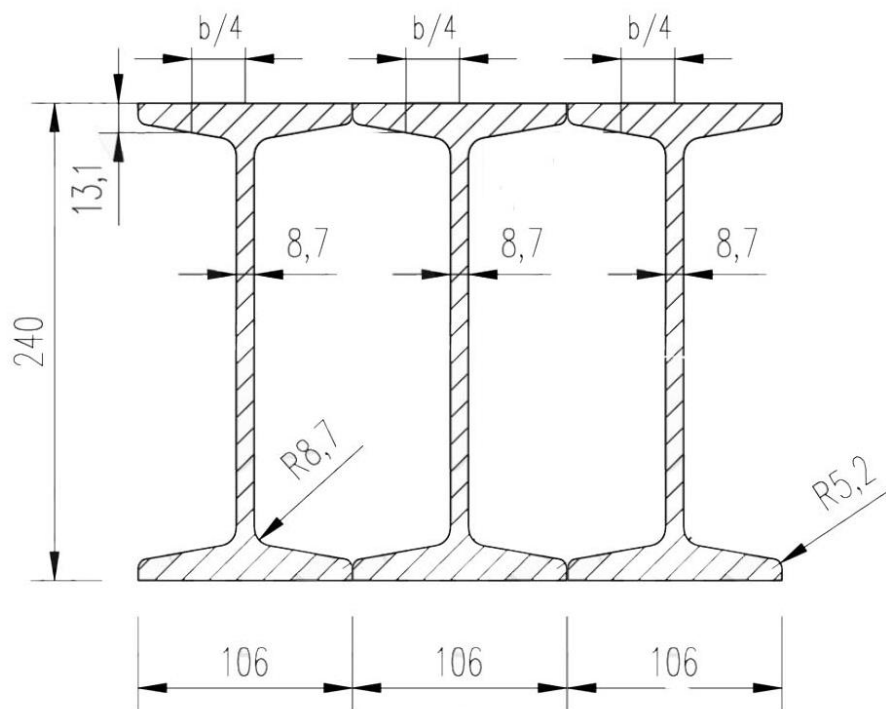
$$w_{lim} = 12,4\text{ mm}$$

$$w_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{fk \cdot L^4}{E \cdot I_y} \leq w_{lim}$$

$$= \frac{5}{384} \cdot \frac{43,92 \cdot 3\,100^4}{210\,000 \cdot 127\,500} \cdot 10^{-4} \leq 12,4\text{ mm}$$

$$= \underline{0,45 \leq 12,4\text{ mm}} \rightarrow \text{NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 3X IPN 240 VYHOVUJE}$$

3xIPN240  
S235  
E=210 00MPa  
G=80 700 MPa  
b=3x106mm  
h=240mm  
t<sub>w</sub>=8,7mm  
t<sub>f</sub>=13,1  
r<sub>1</sub>=8,7mm  
r<sub>2</sub>=5,2mm  
d=3x192,5mm  
G=3x36,2kg/m



### III. Návrh sloupků S1 na vzpěr

Prvek P2 podpírají dva nosné sloupky z oceli S235 S1 umístěné v mezeře mezi stroji pro textilní výrobu.

#### Návrh profilu:

$$L_{ev,y} = \beta_y * L$$

$$L_{ev,z} = \beta_z * L$$

$$L_{ev,y} = 1,0 * 3,15$$

$$L_{ev,z} = 1,0 * 3,15$$

$$L_{ev,y} = 3,15 \text{ m}$$

$$L_{ev,z} = 3,15 \text{ m}$$

$$N_{b,Rd} = \chi * \frac{A * f_y}{\gamma_{M1}} \geq N_{ed}$$

$$A_{min} = \frac{N_{ed} * \gamma_{M1}}{f_y * \chi}$$

$$A_{min} = \frac{460,61 * 10^3 * 1,0}{235 * 0,6}$$

$$A_{min} = 3267 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{NÁVRH HEB 180}$$

$$\text{HEB 180: } A = 6525 \text{ mm}^2, I_y = 38,31 * 10^6 \text{ mm}^4, i_y = 76,6 \text{ mm}, i_z = 45,7 \text{ mm} \text{ [18]}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ev,y}}{i_y} = \frac{3150}{76,6} = 41,13$$

$$\lambda_z = \frac{L_{ev,z}}{i_z} = \frac{3150}{45,7} = 68,93$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \frac{\sqrt{235}}{\sqrt{235}} = 93,9$$

$$\lambda_{y1} = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{41,13}{93,9} = 0,44$$

$$\lambda_{z1} = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{68,93}{93,9} = 0,73$$

$\chi_y$ -dle křivky vzpěrnosti – křivka a: 0,95

$\chi_z$ -dle křivky vzpěrnosti – křivka b: 0,78

$$\chi_{min} = \min\{\chi_y; \chi_z\}$$

$$= \min\{0,95; 0,78\} = 0,78$$

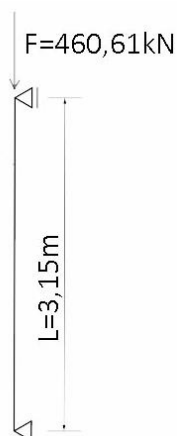
$$N_{b,Rd} = \chi_{min} * \frac{A * f_y}{\gamma_{M1}} \geq N_{ed}$$

$$= 0,78 * \frac{6525 * 235}{1,0} \geq 460,61 \text{ kN}$$

$$= \underline{\underline{1196 \text{ kN} \geq 460,61 \text{ kN}}}$$

SLoup S1 o průřezu HEB 180 vyhoví na vzpěr

Z konstrukčních důvodů, šířce neseného průvlaku P2 a nesené stěny tl. 660 mm ovšem navrhuji širší profil HEB 220.



9.2.1 Fotodokumentace objektu



Obrázek č. 64 Pohled na sousední objekt v areálu [vlastní zdroj]



Obrázek č. 63 Vjezd do areálu [vlastní zdroj]



Obrázek č. 66 Zbývající objekty areálu [5]



Obrázek č. 65 Jižní část areálu [5]

## Přílohy



Obrázek č. 68 Pohled na halu s pilovou střechou a zbytek areálu  
*[vlastní zdroj]*



Obrázek č. 67 Stávající svod dešťových vod ze střechy  
*[vlastní zdroj]*

## Přílohy



Obrázek č. 72 Pohled do interiéru krčku [vlastní zdroj]



Obrázek č. 71 Pohled na dřevěné dveře [vlastní zdroj]



Obrázek č. 69 Detail členěného okna [vlastní zdroj]



Obrázek č. 70 Pohled do interiéru bývalého skladu [vlastní zdroj]



Obrázek č. 73 Jižní pohled na halu „C“ [vlastní zdroj]



Obrázek č. 74 Východní pohled na přístavek a halu „C“ [vlastní zdroj]



Obrázek č. 75 Detail světlíku pultové střechy krčku [vlastní zdroj]



## 9. Seznam obrázků

OBRÁZEK Č. 1 PRŮMYSLOVÁ OBLAST-FRÝDLANTSKO <sup>[2]</sup> .....	- 9 -
OBRÁZEK Č. 2 PRŮMYSLOVÝ AREÁL DĚTŘICHOV PARC.Č. 70 <sup>[2]</sup> .....	- 10 -
OBRÁZEK Č. 3 DETAIL ŘEŠENÉHO AREÁLU, PARC Č. 70 <sup>[2]</sup> .....	- 11 -
OBRÁZEK Č. 4 CELKOVÝ POHLED NA PRŮMYSLOVÝ AREÁL V DĚTŘICHOVĚ <sup>[5]</sup> .....	- 11 -
OBRÁZEK Č. 5 SCHÉMA ŘEŠENÉHO OBJEKTU A JEHO PŘÍLEHLÝCH PROSTORŮ .....	- 12 -
OBRÁZEK Č. 6 PŮDORYS 1.NP .....	- 13 -
OBRÁZEK Č. 7 PŮDORYS 2.NP .....	- 14 -
OBRÁZEK Č. 8 DESTRUKCE ZDIVA NA OKRAJI ŠTÍTOVĚ STĚNY <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 14 -
OBRÁZEK Č. 9 VYPLNĚNÍ CHYBĚJÍCÍHO ZDIVA CIHLAMI RŮZNÝCH TYPŮ A FORMÁTŮ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 14 -
OBRÁZEK Č. 10 ŽAZDĚNÍ CHYBĚJÍCÍHO ZDIVA ŠKVÁROBETONOVÝMI TVÁRNICEMI <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 15 -
OBRÁZEK Č. 11 ŽAZDĚNÍ PŮVODNÍHO OTVORU ŠKVÁROBETONOVÝMI TVÁRNICEMI <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 15 -
OBRÁZEK Č. 12 INTERIÉR PŘÍSTAVKU NA VÝCHODNÍ STRANĚ HALY „C“ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 16 -
OBRÁZEK Č. 13 ZDĚNÝ SLOUP A POHLED NA STROP HALY „C“ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 16 -
OBRÁZEK Č. 14 DETAIL SKLADBY PODLAHY HALY „C“ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 16 -
OBRÁZEK Č. 15 DETAIL PODLAHY HALY „C“ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 16 -
OBRÁZEK Č. 16 PULTOVÁ STŘECHA KRČKU .....	- 17 -
OBRÁZEK Č. 17 PULTOVÁ STŘECHA KRČKU <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 17 -
OBRÁZEK Č. 18 PULTOVÁ STŘECHA BÝVALÉHO SKLADU <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 17 -
OBRÁZEK Č. 19 POHLED NA STŘECHU PŘÍSTAVKU Z INTERIÉRU <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 18 -
OBRÁZEK Č. 20 PULTOVÁ STŘECHA PŘÍSTAVKU <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 18 -
OBRÁZEK Č. 21 KROV JEDNOPODLAŽNÍ ČÁSTI HALY „C“ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 18 -
OBRÁZEK Č. 22 KROV DVOUPODLAŽNÍ ČÁSTI HALY „C“ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 18 -
OBRÁZEK Č. 23 DETAIL OKNA S JEDNODUCHÝM ZASKLENÍM <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 19 -
OBRÁZEK Č. 24 DETAIL RÁMU ŠPALETOVÉHO OKNA <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 19 -
OBRÁZEK Č. 25 VSTUP NA SCHODIŠTĚ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 19 -
OBRÁZEK Č. 26 DŘEVĚNÉ SCHODIŠTĚ PROPOJUJÍCÍ JEDNOTLIVÁ PODLAŽÍ HALY „C“ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 19 -
OBRÁZEK Č. 27 ZNAČNĚ VLHKÁ STŘEDOVÁ STĚNA HALY „C“ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 20 -
OBRÁZEK Č. 28 DESTRUKCE OMÍTEK V BÝVALÉM SKLADU <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 20 -
OBRÁZEK Č. 29 SCHÉMA MÍST ODEBRANÝCH VZORKŮ V 1.NP.....	- 21 -
OBRÁZEK Č. 30 VZOREK Č. 10 <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 22 -
OBRÁZEK Č. 31 VZOREK Č. 7 <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 22 -
OBRÁZEK Č. 32 SCHÉMA MÍST ODEBRANÝCH VZORKŮ V 2.NP.....	- 22 -
OBRÁZEK Č. 33 VZOREK Č. 6 <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 22 -
OBRÁZEK Č. 34 VZOREK Č. 9 <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 22 -
OBRÁZEK Č. 35 ULTRAZVUKOVÝ PŘÍSTROJ S VLOŽENÝMI VZORKY <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 24 -
OBRÁZEK Č. 36-ZAHŘÍVÁNÍ VÝLUHU VZORKŮ NA TEPLOTĚ 100 °C <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 24 -
OBRÁZEK Č. 37 FOTOMETRICKÝ PŘÍSTROJ SPECTROQUANT PHARO 300 <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 25 -
OBRÁZEK Č. 38 PŘÍSTROJ PRO MECHANICKÉ MÍCHÁNÍ VZORKŮ VE ZKUMAVKÁCH <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 25 -
OBRÁZEK Č. 39 STANOVENÍ PH VZORKŮ KOLORIMETRICKOU METODOU <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 25 -
OBRÁZEK Č. 40 THIOKYANÁT ŽELEZITÝ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 26 -
OBRÁZEK Č. 41 BAREVNÁ ŠKÁLA PRO URČENÍ KONCENTRACE DUSIČNANŮ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 28 -
OBRÁZEK Č. 42 KOLORIMETRICKÁ ZKOUŠKA KONCENTRACE DUSIČNANŮ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 28 -
OBRÁZEK Č. 43 BAREVNÁ ŠKÁLA PRO URČENÍ KONCENTRACE SÍRANŮ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 29 -
OBRÁZEK Č. 44 KOLORIMETRICKÝ TEST KONCENTRACE SÍRANŮ <sup>[VLASTNÍ ZDROJ]</sup> .....	- 29 -
OBRÁZEK Č. 45 UMÍSTĚNÍ DRENÁŽE OBJEKTU .....	- 34 -
OBRÁZEK Č. 46 PŮDORYSNÉ SCHÉMA VODOROVNÉHO ODVĚTRÁNÍ.....	- 35 -
OBRÁZEK Č. 47 PŘÍČNÝ ŘEZ-PROVĚTRÁVANÁ PODLAHA.....	- 36 -
OBRÁZEK Č. 48 ODVOD VZDUCHU Z PROVĚTRÁVANÉ PODLAHY .....	- 36 -
OBRÁZEK Č. 49 SCHÉMA DODATEČNÉ HYDROIZOLACE SVISLÉ A VODOROVNÉ KONSTRUKCE .....	- 38 -
OBRÁZEK Č. 50 VODOROVNÝ ŘEZ ZÁKLADEM ZNÁZORNŮJÍCÍ ULOŽENÍ PLECHŮ .....	- 38 -

## Seznam použitých informačních zdrojů

OBRÁZEK Č. 51 PŘEKRYTÍ PLECHŮ [15] .....	- 39 -
OBRÁZEK Č. 52 METODA PNEUMATICKÉHO ZARÁŽENÍ PLECHŮ [14] .....	- 39 -
OBRÁZEK Č. 53 KONEČNÝ PRODUKT VÝROBY [18] .....	- 40 -
OBRÁZEK Č. 54 MECHANICKÝ STROJ PRO SMĚŠOVÁNÍ VSTUPNÍCH MATERIÁLŮ [17] .....	- 40 -
OBRÁZEK Č. 55 SCHÉMA UMÍSTĚNÍ VÝROBNÍ LINKY .....	- 40 -
OBRÁZEK Č. 56 PŮDORYSNÉ SCHÉMA BOURACÍCH PRACÍ - 2. NP .....	- 43 -
OBRÁZEK Č. 57 PŮDORYSNÉ SCHÉMA BOURACÍCH PRACÍ - 1. NP .....	- 43 -
OBRÁZEK Č. 58 SCHÉMA PŮDORYSU 1. NP SE ZNÁZORNĚNÍM NOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	- 44 -
OBRÁZEK Č. 59 SCHÉMA PŮDORYSU 2. NP SE ZNÁZORNĚNÍM NOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	- 44 -
OBRÁZEK Č. 60 SKLADBA PODLAHY P1B .....	- 58 -
OBRÁZEK Č. 61 SKLADBA ZASTŘEŠENÍ KROVU R2B .....	- 58 -
OBRÁZEK Č. 62 SKLADBA PLOCHÉ STŘECHY R1B .....	- 59 -
OBRÁZEK Č. 64 VJEZD DO AREÁLU [VLASTNÍ ZDROJ] .....	- 77 -
OBRÁZEK Č. 63 POHLED NA SOUSEDNÍ OBJEKT V AREÁLU [VLASTNÍ ZDROJ] .....	- 77 -
OBRÁZEK Č. 65 JIŽNÍ ČÁST AREÁLU [5] .....	- 77 -
OBRÁZEK Č. 66 ZBÝVAJÍCÍ OBJEKTY AREÁLU [5] .....	- 77 -
OBRÁZEK Č. 67 STÁVAJÍCÍ SVOD DEŠŤOVÝCH VOD ZE STŘECHY [VLASTNÍ ZDROJ] .....	- 78 -
OBRÁZEK Č. 68 POHLED NA HALU S PILOVOU STŘECHOU A ZBYTEK AREÁLU [VLASTNÍ ZDROJ] .....	- 78 -
OBRÁZEK Č. 69 DETAIL ČLENĚNÉHO OKNA [VLASTNÍ ZDROJ] .....	- 79 -
OBRÁZEK Č. 70 POHLED DO INTERIÉRU BÝVALÉHO SKLADU [VLASTNÍ ZDROJ] .....	- 79 -
OBRÁZEK Č. 71 POHLED NA DŘEVĚNÉ DVEŘE [VLASTNÍ ZDROJ] .....	- 79 -
OBRÁZEK Č. 72 POHLED DO INTERIÉRU KRČKU [VLASTNÍ ZDROJ] .....	- 79 -
OBRÁZEK Č. 73 JIŽNÍ POHLED NA HALU „C“ [VLASTNÍ ZDROJ] .....	- 80 -
OBRÁZEK Č. 74 VÝCHODNÍ POHLED NA PŘÍSTAVEK A HALU „C“ [VLASTNÍ ZDROJ] .....	- 80 -
OBRÁZEK Č. 75 DETAIL SVĚTLÍKU PULTOVÉ STŘECHY KRČKU [VLASTNÍ ZDROJ] .....	- 80 -

## 10. Seznam tabulek

TABULKA Č. 1 POSOUZENÍ VLHKOSTI ZDIVA DLE NORMY ČSN P 73 06 10 [22] .....	- 23 -
TABULKA Č. 2 NAMĚŘENÉ A VYPOČTENÉ VLHKOSTI VZORKŮ ZDIVA W [%] .....	- 23 -
TABULKA Č. 3 MĚŘENÍ PH .....	- 25 -
TABULKA Č. 4 STANOVENÍ PH VZORKŮ .....	- 25 -
TABULKA Č. 5 NAMĚŘENÉ HODNOTY ZASOLENÍ CHLORIDY .....	- 26 -
TABULKA Č. 6 VSTUPNÍ HODNOTY PRO PŘEPOČET MG/L NA MG/G VZORKU NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	- 27 -
TABULKA Č. 7 NAMĚŘENÉ HODNOTY ZASOLENÍ DUSIČNANY .....	- 28 -
TABULKA Č. 8 NAMĚŘENÉ HODNOTY ZASOLENÍ SÍRANY .....	- 29 -
TABULKA Č. 9 KLASIFIKACE SALINITY ZDIVA DLE ČSN P 73 0610 [23] .....	- 30 -
TABULKA Č. 10 VÝHODNOCENÍ SALINITY ZDIVA ODEBRANÝCH VZORKŮ DLE ČSN P 73 0610 [23] .....	- 30 -
TABULKA Č. 11 BODOVÉ HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT ZATEPLENÍ NA ZÁKLADĚ URČENÝCH KRITÉRIÍ .....	- 48 -
TABULKA Č. 12 HODNOTY MNOŽSTVÍ KONDENZÁTU U JEDNOTLIVÝCH TYPŮ ZATEPLENÍ [28] .....	- 52 -
TABULKA Č. 13 POROVNÁNÍ TYPŮ POVRCHOVÉ ÚPRAVY ZDIVA VZHEDEM KE VZNIKU KONDENZÁTU A HODNOTĚ U <sub>n</sub> [W/m <sup>2</sup> K] .....	- 53 -
TABULKA Č. 14 MNOŽSTVÍ VZNIKLÉHO KONDENZÁTU V POROVNÁNÍ S NORMOVÝMI POŽADAVKY [28] .....	- 55 -
TABULKA Č. 15 SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA NAVRHOVANÝCH SVISLÝCH KONSTRUKCÍ [27] .....	- 56 -
TABULKA Č. 16 REFERENČNÍ PARAMETRY A HODNOTY PRO MĚNĚNÉ TECHNICKÉ SYSTÉMY BUDOVY [27] .....	- 57 -
TABULKA Č. 17 SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA NAVRHOVANÝCH STŘECH A PODLAH [27] .....	- 59 -
TABULKA Č. 18 SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA NAVRHOVANÝCH OTVOROVÝCH VÝPLNÍ [27] .....	- 60 -

## 11. Seznam grafů

GRAF Č. 1 BODOVÉ HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ ZATEPLENÍ .....	- 48 -
GRAF Č. 2 DOBA VYSYCHÁNÍ VLHKÉHO ZDIVA DLE TYPU ZATEPLENÍ .....	- 49 -
GRAF Č. 3 VZNIKLÝ KONDENZÁT M <sub>C,A</sub> DLE ČSN 730540-2 U JIŽ VYSUŠENÉHO ZDIVA DLE TYPU ZATEPLENÍ .....	- 50 -
GRAF Č. 4 DOBA VYSYCHÁNÍ ZDIVA O TL. 350 MM (VLEVO) A 590 MM (VPRAVO) S VNITŘNÍM KONTAKTNÍM ZATEPLENÍM .....	- 50 -
GRAF Č. 5 PRAVIDELNÁ MÍRA KONDENZACE A ODPARU V KONSTRUKCI S VNĚJŠÍM KONTAKTNÍM ZATEPLENÍM MV .....	- 52 -

## 12. Seznam použitých informačních zdrojů

### 12.1.1 Publikace a internetové zdroje

- [1] ING. VOKURKOVÁ, Tereza. *Industriál na Frýdlantsku, Industrial Heritage in Surroundings of Frydlant in Bohemia* [online]. In: . [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/18016862-Industrial-na-frydlantsku-industrial-heritage-in-surroundings-of-frydlant-in-bohemia.html>
- [2] Mapy.cz [online]. 2016 [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: <https://en.mapy.cz/letecka?x=15.0394607&y=50.8933514&z=17&q=d%C4%9Bt%C5%99ichov%2058>
- [3] Preibischova tkalcovna. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 7.2.2018 [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Preibischova\\_tkalcovna](https://cs.wikipedia.org/wiki/Preibischova_tkalcovna)
- [4] Elektrárna mechanické tkalcovny. *Prazdnedomy.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: <http://prazdnedomy.cz/domy/objekty/detail/1249-elektrarna-mechanicke-tkalcovny?galleryType=7&do=galleryType>
- [5] BERAN, Lukáš; foto Viktor Mácha (2007); Tereza Vokurková (2011). C. A. Preibisch, mechanická tkalcovna a úpravna. *Www.industrialnitopografie.cz* [online]. [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: <http://www.industrialnitopografie.cz/karta.php?zaznam=V008362>
- [6] *Stanovení vlhkosti materiálu* [online]. 2016 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: <http://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyzkum&sub=53>
- [7] WITZANY, Jiří. PDR – poruchy, degradace a rekonstrukce. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04488-9
- [8] SOLAŘ, J. Poruchy a rekonstrukce zděných staveb. Praha 2008. ISBN 978-80-247-2672-4.
- [9] *www.asb-portal.cz* [online]. 30.7.2018 [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/zaklady-a-hruba-stavba/obvodove-konstrukce/pruzkum-pricin-vlhnuti-zdiva-a-metodika-navrhu-sanace>
- [10] ING. BALÍK, CSC., Michael. *Odvhlčování staveb: 2. přepracované vydání* [online]. Grada Publishing, 2008 [cit. 2018-12-28]. ISBN 978-80-247-6985-1.
- [11] *Technologie.fsv.cvut.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: <http://technologie.fsv.cvut.cz/122ytrh/get.php?id=213>
- [12] *www.merck.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: [www.merck.cz](http://www.merck.cz)
- [13] ING. PÁNIK, Jaroslav. Sanace stavebních konstrukcí ve styku se zeminou. *Www.tzb-info.cz* [online]. 16.2.2015 [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/izolace-proti-vode-a-radonu/12328-sanace-stavebnich-konstrukci-ve-styku-se-zeminou>
- [14] DOC. ING. JIRÁNEK, Martin, CSC. a Milena ING. HONZÍKOVÁ. Radon – stavební souvislosti I. Sešit P – Odvětrání podloží: Sešit P – Odvětrání podloží, Návrh a realizace větracích systémů podloží v nových i stávajících stavbách. České vysoké učení technické v Praze: Česká technika – nakladatelství ČVUT, výroba, Zikova 4, 166 36 Praha 6, 2017.
- [15] Vlhké zdivo lze řešit podříznutím a vkládáním dodatečné hydroizolace. *Www.estav.cz* [online]. [cit. 2019-01-02]. Dostupné z:

## Seznam použitých informačních zdrojů

<https://www.estav.cz/cz/3510.vlhke-zdivo-lze-resit-podriznutim-a-vkladanim-dodatecne-hydroizolace>

[16] HW-SYSTÉM, SANACE VLHKÉHO ZDIVA. *Www.hwpany.cz* [online]. [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: <http://www.hwpany.cz/stranka/cz/2/hw-system-sanace-vlhkeho-zdiva/>

[17] *Www.exapro.com* [online]. [cit. 2019-01-02]. Dostupné z: <https://www.exapro.com/trutzschler-ru3-2900-complete-production-unit-bale-opener-p71214040/>

[18] Metoda struto [online]. [cit. 2019-01-02]. Dostupné z: [https://www.google.cz/search?q=mykac%C3%AD+stroj+na+struto&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjlxaeQ6c7fAhUpsKQKHXBEC1gQ\\_AUIDigB&biw=1024&bih=449&dpr=1.88#imgrc=r-USzaHfe7hmTM:](https://www.google.cz/search?q=mykac%C3%AD+stroj+na+struto&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjlxaeQ6c7fAhUpsKQKHXBEC1gQ_AUIDigB&biw=1024&bih=449&dpr=1.88#imgrc=r-USzaHfe7hmTM:)

[19] SOKOL, Zdeněk a František WALD. Ocelové konstrukce: tabulky. 3. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2016. ISBN 978-80-01-06032-2

[20] Sanační omítka dle WTA. *Www.cemix.cz* [online]. [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: <https://www.cemix.cz/produkty/sanacni-omitka-wta#systemy>

[21] IQ-Therm – inteligentní vnitřní tepelná izolace. *Www.remmers.cz* [online]. [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: <http://www.remmers.cz/energeticka-sanace/iq-therm--inteligentni-vnitri-tepelna-izolace.htm>

### 12.1.2 Normy a vyhlášky

[22] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: ČNI, březen 2004

[23] ČSN P 73 0610 - Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení

[24] ČSN EN 772-10 – Zkušební metody pro zdící prvky – Část 10: Stanovení vlhkosti vápenopískových zdících prvků a pórobetonových tvárnic

[25] ČSN EN ISO 12570 – Tepelně-vlhkostní chování materiálů a výrobků - Stanovení vlhkosti sušením při zvýšené teplotě

[26] ČSN ISO 8466-1 – Jakost vod. Kalibrace a hodnocení analytických metod a určení jejich charakteristik. Část 1: Statistické hodnocení lineární kalibrační funkce

[27] Vyhláška 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

[28] ČSN 730540-2 Tepelná ochrana budov. Část 2: Požadavky

[29] ČSN EN ISO 13788 Tepelně-vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků - Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce - Výpočtové metody

### 12.1.3 Ostatní

Původní projektová dokumentace areálu Děřichov: TOTEX Děřichov. 27.5.1965

Vlastní stavebně-technický průzkum: Zaměření a fotodokumentace objektu. 13.7.2018.

Vlastní stavebně-technický průzkum areálu Děřichov: Odebrání vzorků zdiva pro laboratorní měření salinity a vlhkosti. 9.10.2018.

## Seznam použitých informačních zdrojů

### 12.1.4 Použitý software

Autodesk AutoCAD 2016

EduBeam 3.5.0

Teplo 2017 EDU

Microsoft Office Word, Excel