

Stavebně-technický průzkum a návrh stavebních úprav rodinného domu v Údlicích

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra konstrukcí pozemních staveb



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Stavebně technický průzkum a návrh stavebních úprav rodinného domu
v Údlicích

Technical survey and Design of Building Repairs of Family House in
Údlice

Vedoucí práce: Ing. Aneta Libecajtová, Ph.D.

Student: Sandra Nevimová

Praha 2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Nevimová Jméno: Sandra Osobní číslo: 484427
Zadávající katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Pozemní stavby

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Stavebně technický průzkum a návrh stavebních úprav rodinného domu v Údlicích
Název bakalářské práce anglicky: Technical Survey and Design of Building Repairs of Family House in Údlice

Pokyny pro vypracování:

zaměření objektu,
provedení stavebně technického průzkumu objektu,
pořízení fotodokumentace stávajícího stavu,
zpracování schematické výkresové dokumentace stávajícího stavu se zakreslením zjištěných vad a poruch,
analýza možných příčin zjištěných poruch,
zhodnocení možných sanačních metod a návrh řešení vybraných poruch,
zpracování schematické dokumentace navrhového stavu.

Seznam doporučené literatury:

Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí, Pume, Čermák a kol.
Poruchy, degradace, rekonstrukce - skriptum - Jiří Witzany a kol.
Poruchy a rekonstrukce zděných staveb - Jaroslav Solař
Historické krovy - konstrukce a statika, Jan Vinař, Václav Kufner

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Aneta Libecajtová, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 15.02.2022

Termín odevzdání BP v IS KOS: 15.05.2022

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 bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské 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“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Stavebně technický průzkum a návrh stavebních úprav rodinného domu v Údlicích“ vypracovala samostatně, za odborného vedení vedoucí práce Ing. Anety Libecajtové, Ph.D. Všechnu použitou literaturu a materiály jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Praze dne.....

.....

Sandra Nevimová

Poděkování

Za prvé velice děkuji své vedoucí práce Ing. Anetě Libecajtové, Ph.D. za pomoc, rady a připomínky při vypracování této práce. Dále děkuji svému bratrovi Jaroslavu Blechovi za možnost zpracovávat bakalářskou práci právě na tento objekt. Děkuji také své nejbližší rodině, přátelům a kamarádům za velkou podporu během studia.

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce je zaměření a provedení stavebně technického průzkumu historického objektu určeného pro bydlení. Nejprve byl objekt zaměřen a byla zpracována zjednodušená výkresová dokumentace. Na základě provedeného průzkumu byl vyhotoven popis konstrukčního řešení a stávajícího stavu objektu. Stávající stav včetně zjištěných vad a poruch byl poté schematicky zakreslen do výkresové dokumentace. V závěrečné části práce jsou navrženy sanační opatření včetně stavebních úprav a dodatečného zateplení.

Klíčová slova

- Stavebně technický průzkum
- Rodinný dům
- Poruchy
- Vady
- Sanace
- Trhliny
- Dodatečné zateplení

Abstract

This bachelor thesis deals with a technical survey of historical building. Firstly, the building was measured and a schematic drawing documentation was made. A description of structures and current state of the object was realized based on the survey. The current state including detected defects and failures were sketched in building documentation. In the final part of the work, remediation methods are proposed together with building's modification and repairs including the additional thermal insulation.

Key Words

- Structural and technical survey
- Family house
- Failures
- Defects
- Remediation
- Cracks
- Additional insulation

Obsah

Úvod.....	8
1. Stavebně technický průzkum.....	9
1.1. Stručný popis objektu.....	9
1.2. Historie objektu.....	10
1.3. Zaměření objektu.....	10
1.4. Popis konstrukčního řešení.....	10
1.4.1. Základy.....	10
1.4.2. Svislé nosné konstrukce.....	10
1.4.3. Vodorovné nosné konstrukce.....	12
1.4.3.1. Trámové stropy.....	12
1.4.3.2. Valené klenby.....	13
1.4.3.3. Křížové klenby.....	15
1.4.4. Krov.....	15
1.4.5. Ostatní konstrukce.....	17
1.4.5.1. Podlahy.....	17
1.4.5.2. Výplně otvorů.....	17
1.4.5.3. Zateplení objektu.....	17
1.4.5.4. Svislé nenosné konstrukce.....	17
1.4.5.5. Komíny.....	18
1.4.5.6. Terasa.....	19
1.4.5.7. Přístěnek na kola.....	19
2. Popis stávajícího stavu, poruch a analýza možných příčin.....	20
2.1. Základy.....	20
2.2. Svislé nosné konstrukce.....	21
2.3. Vodorovné nosné konstrukce.....	24
2.4. Krov.....	25
2.5. Ostatní konstrukce.....	26
2.5.1. Podlahy.....	26
2.5.2. Terasa.....	27
3. Návrh sanačních opatření.....	28
3.1. Sanace trhlin.....	28
3.1.1. Trhliny ve zděných konstrukcích.....	28

3.1.2. Rozdělení trhlin	28
3.1.3. Příčiny vzniku trhlin ve stěnách	28
3.1.3.1. Nerovnoměrné sedání základových konstrukcí	28
3.1.3.2. Přetržením konstrukce	30
3.1.3.3. Nedostatečná tuhost objektu.....	30
3.1.4. Druhy sanací trhlin	30
3.1.5. Návrh sanační metody	33
3.1.6. Postup prací při sanaci.....	37
3.1.6.1. Stažení objektu	37
3.1.6.2. Stehování.....	37
3.1.7. Porovnání sanačních metod.....	37
3.1.7.1. Sepnutí objektu.....	37
3.1.7.2. Stehování.....	38
3.2. Sanace základů	38
3.2.1. Poruchy základových konstrukcí zděných budov	38
3.2.2. Příčiny vzniku.....	38
3.2.3. Druhy sanací.....	39
3.2.4. Návrh sanační metody	42
3.3. Návrh sanace krovové konstrukce.....	43
3.3.1. Poruchy a vady krovů.....	43
3.3.2. Příčiny vzniku.....	43
3.3.3. Druhy sanací.....	44
3.3.4. Návrh sanační metody	45
3.4. Návrh sanace vlhkosti	46
3.4.1. Zdroje a příčiny zvýšené vlhkosti.....	46
3.4.2. Druhy sanací.....	48
3.4.2.1. Přímé sanační metody proti zvýšené vlhkosti	48
3.4.2.2. Nepřímé sanační metody proti zvýšené vlhkosti.....	51
3.4.3. Návrh sanační metody	52
4. Návrh stavebních úprav	53
4.1. Zhodnocení výměny střešní krytiny	53
4.2. Návrh zateplení objektu.....	53

4.2.1. Doplnění chybějících částí omítky	54
4.2.2. Druhy zateplení	54
4.2.2.1. Vnější zateplení	54
4.2.2.2. Vnitřní zateplení	55
4.2.2.3. Kontaktní zateplení.....	55
4.2.2.4. Kontaktní zateplovací systém (ETICS)	56
4.2.2.5. Zateplení s odvětrávanou mezerou.....	57
4.2.2.6. Rozdělení tepelně izolačních materiálů.....	57
4.2.3. Porovnání druhů zateplení.....	59
4.2.4. Postup prací při zateplení	62
4.2.4.1. Montáž lišt a lepení desek	63
4.2.4.2. Kotvení, armovací vrstva a penetrační nátěr	63
4.2.4.3. Nanášení omítky.....	64
4.3. Návrh výměny podlahových konstrukcí.....	64
4.3.1. Možnosti výměny podlahy	64
4.3.2. Porovnání možností.....	65
4.3.3. Postup prací při výměně podlahy	66
Závěr.....	67
Citovaná literatura	68
Seznam obrázků	70
Seznam příloh.....	73

Úvod

Stavební úpravy stávajících objektů a návrh sanačních opatření jsou důležitá témata, která provází každodenní inženýrskou praxi. Adaptace stávajících rodinných domů současným požadavkům na bydlení je komplexní problematika, která vyžaduje vyřešení mnoha faktorů – např. statické zajištění v případě přetížení konstrukcí nebo změně dispozice, splnění tepelně technických požadavků, snížení celkové energetické náročnosti objektu a mnoho dalších.

Ve svojí bakalářské práci se zabývám návrhem stavebních úprav historického rodinného domu v Údlicích. Před samotným započítím práce bylo nutné objekt zaměřit a zpracovat výkresovou dokumentaci.

Dále práce obsahuje zpracování podrobného stavebně technického průzkumu spolu se zaměřením objektu (viz příloha č. 1). Analyzování zjištěných vad a poruch, návrh vhodných sanačních opatření a návrh vhodných stavebních úprav pro řešený objekt. Hlavním náplní této bakalářské práce je tedy zjištění celkového stavu objektu vizuální analýzou doplněnou o monitoring nejrozsáhlejší trhliny objektu. Dále pak provedení zateplení objektu s úpravou podlahových konstrukcí v 2.NP.

Součástí zpracování vizuálního průzkumu bylo navštěvování vybraného objektu a provádění jeho fotodokumentace a současně provádění výkresové dokumentace zaměření a vad a poruch (viz příloha č. 1 a 2) v softwaru AutoCAD 2019. Průzkum byl prováděn za běžného provozu objektu.

V poslední řadě zpracování návrhu stavebních úprav objektu a jejich následné zpracování v softwarech AutoCAD 2019 a AREA 2017 EDU (viz příloha č. 3, 4 a 5).

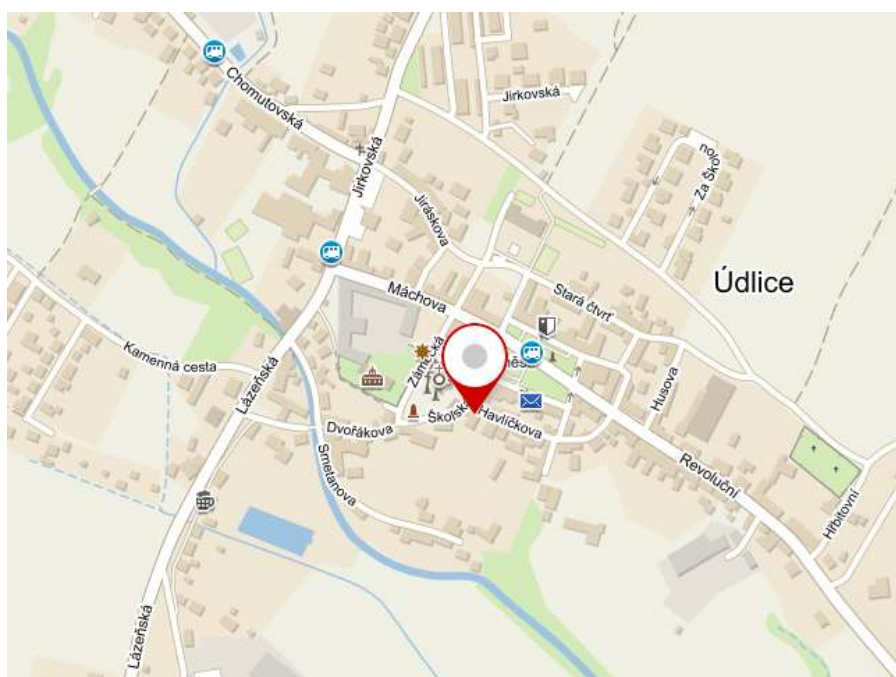
Toto téma bylo zvoleno na základě osobního vztahu k objektu a rodině zde žijící. Díky tomuto je přístup do objektu bez omezení až na 2.NP dílny, které jsou obtížně přístupné. Dalším faktorem při rozhodování bylo zajímavé konstrukční řešení domu a možnost poskytnout zjištěné informace a výkresovou dokumentaci majiteli.

Cílem mojí práce je návrh sanace trhlín, které se na objektu nacházejí, zvýšení komfortu bydlení, snížení energetické náročnosti. To vše pomůže prodloužit životnost historického objektu.

1. Stavebně technický průzkum

1.1. Stručný popis objektu

Objekt se nachází v Ústeckém kraji v obci Údlice, v okrese Chomutov (viz Obrázek 1, Obrázek 2). Objekt je zděný, dvoupodlažní, půdorysu do tvaru L. Objekt není podsklepen. Stropní konstrukce tvoří klenby (velká část stropu 1.NP) a dřevěné trémové stropy (malá část stropu 1.NP a celý strop 2.NP). Dům je zastřešen polovalbovou střechou, jejíž nosnou konstrukci tvoří dřevěný krov. Momentální účel objektu je jako rodinný dům.



Obrázek 1, Poloha objektu v obci Údlice, Mapy.cz (1)



Obrázek 2, Letecký snímek objektu, Mapy.cz (1)

1.2. Historie objektu

Objekt byl postaven začátkem 20. století. Sloužil jako statek (na pozemku domu jsou chlévy a stodola). Postupem času se stal rodinným domem, (chlévy a stodola byly předělány na sklady). Jako rodinný dům slouží do dnes. Původní projektová dokumentace není k dispozici. Dokumentace stávajícího stavu nebyla dle dostupných informací zpracována.

1.3. Zaměření objektu

Vzhledem k tomu, že nebyla k dispozici žádná výkresová dokumentace, bylo nutné na začátku celý objekt zaměřit. Zaměření objektu a zpracování výkresové dokumentace stávajícího stavu tvoří podstatnou část bakalářské práce. Objekt byl zaměřen laserovým měřidlem a pásmem. Následně byla zpracována dokumentace v softwaru AutoCAD (viz příloha č. 1).

1.4. Popis konstrukčního řešení

1.4.1. Základy

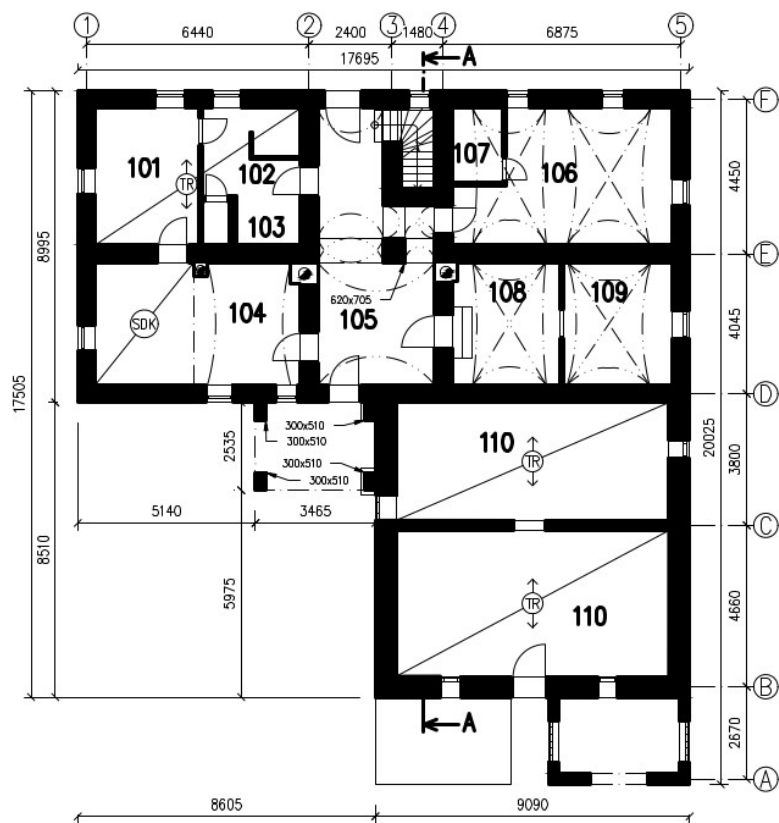
Základové pásy objektu jsou pravděpodobně kamenné. Založení nebylo prověřeno kopanou sondou.

1.4.2. Svislé nosné konstrukce

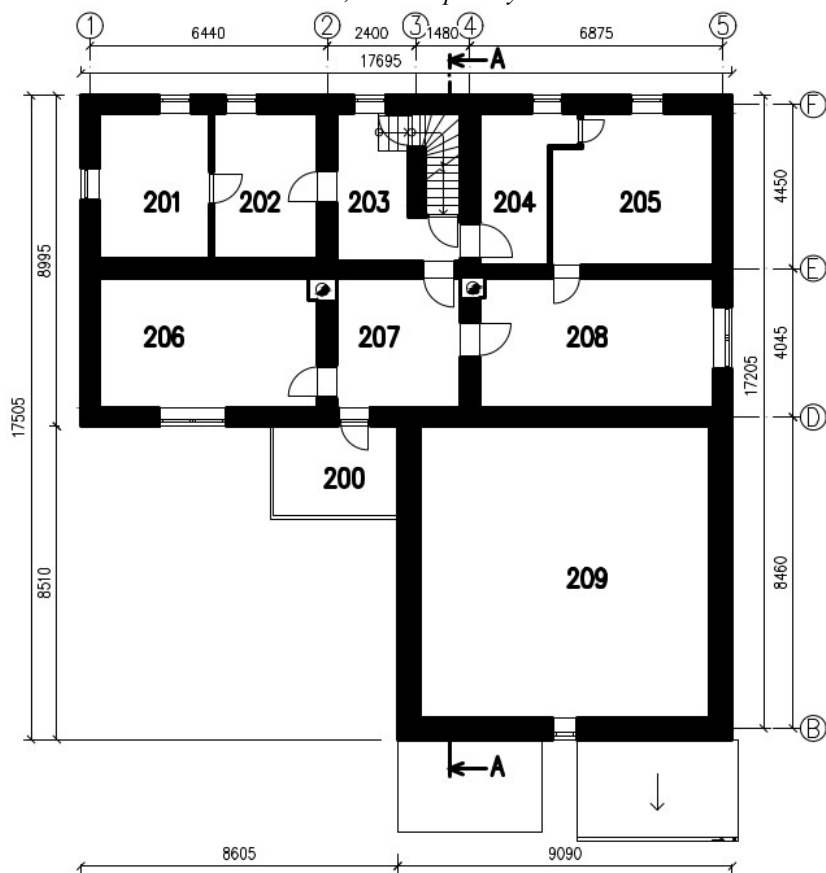
Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny převážně z cihel plných pálených a pískovcových kvádrů (viz Obrázek 3). Tloušťky stěn nemají pevně daný modul, jelikož byly použity dva typy cihel a nelze doložit v jakých místech jsou použity. Obvodové stěny mají tl. 500-600 mm, vnitřní nosné stěny mají tl. 340-660 mm (viz Obrázek 4 ,Obrázek 5, Obrázek 6). V objektu v 1.NP se nachází zděný pilíř o rozměrech 620x705 mm. Dřevo ve svislých nosných konstrukcích nebylo použito.



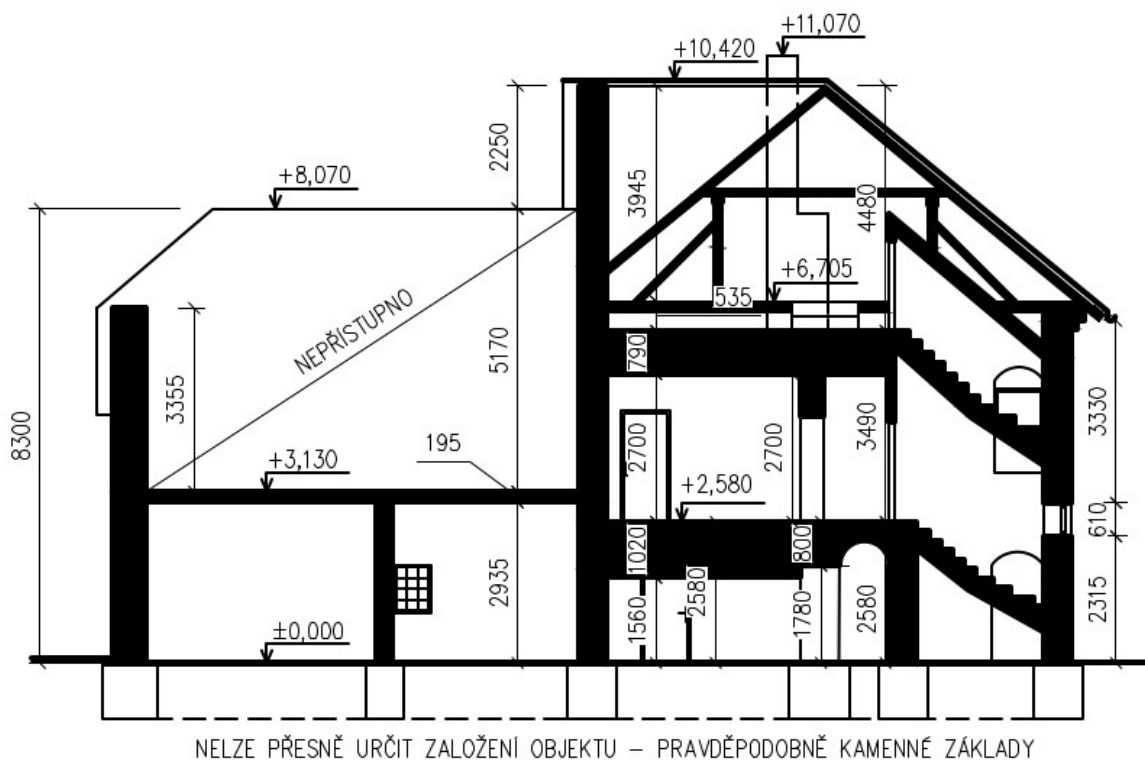
Obrázek 3, svislá nosná konstrukce z dvou typů cihel



Obrázek 4, schéma půdorysu 1.NP



Obrázek 5, schéma půdorysu 2.NP



Obrázek 6, schéma příčného řezu

1.4.3. Vodorovné nosné konstrukce

Vodorovné nosné konstrukce objektu tvoří tři typy stropní konstrukce a těmi jsou: trámové stropy (malá část 1.NP a stropní konstrukci dílny), valené klenby (chodba v 1.NP a kuchyně v 1.NP), křížové klenby (kotelna a obytná místnost). Stropní konstrukce v 2.NP nelze určit.

1.4.3.1. Trámové stropy

Trámové stropy tvoří stropní konstrukci dílny, pokoje a koupelny v 1.NP. Jsou tl. cca 280 mm (viz Obrázek 7). V dílně je možno vidět trámovou stropní konstrukci, nelze se však dostat nad úroveň stropní konstrukce, ta je nepřístupná (viz Obrázek 8).

SKLADBA STROPNÍ KONSTRUKCE – TRÁMOVÝ STROP



Obrázek 7, skladba trámové stropní konstrukce



Obrázek 8, trámový strop v dílně

1.4.3.2. Valené klenby

Valené klenby se nachází pouze ve dvou místnostech. V chodbě jsou čtyři různá rozpětí. Valená klenba na největší rozpětí je pnutá přes celou šířku chodby až ke zděnému pilíři (viz Obrázek 9), kde se rozdělí na dvě, podle polohy pilíře (viz Obrázek 9). Poslední valená klenba nacházející se v chodbě je nosným prvkem stěny v 2.NP a spojuje pilíř a stěnu schodiště (viz Obrázek 10). Klenba nacházející se v kuchyni v 1. NP je částečně zakrytá podhledem (viz Obrázek 11). Klenby jsou vyzděné z cihel plných tl. 150 mm (viz Obrázek 12)



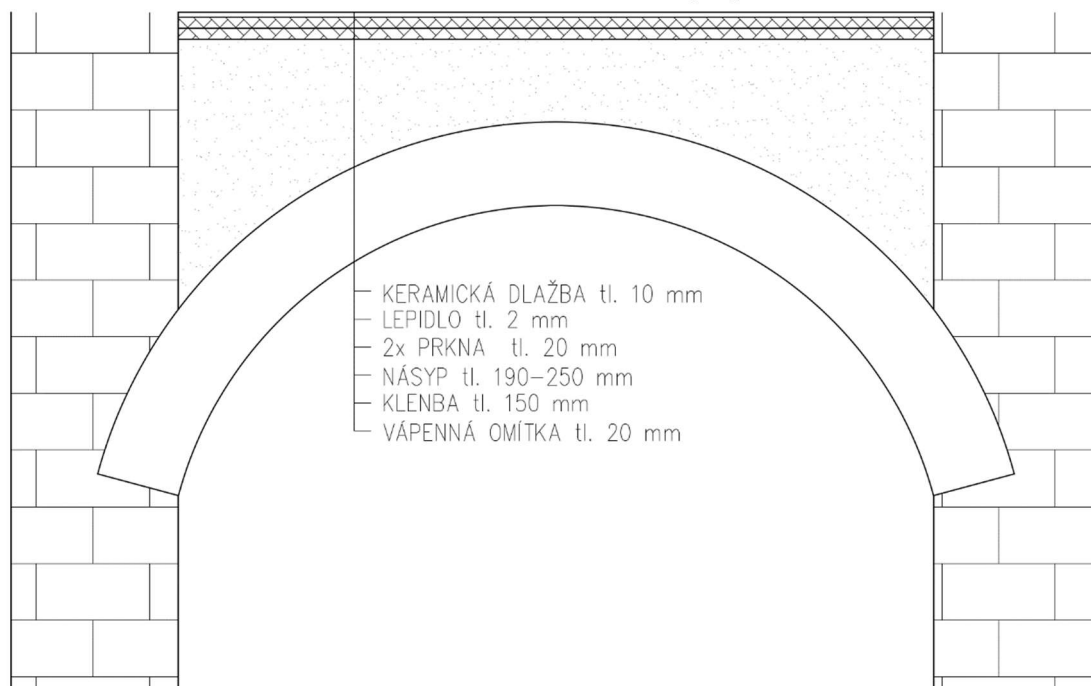
Obrázek 9, valená klenba s největším rozpětím a její rozdělení



Obrázek 10, valená klenba u schodiště



Obrázek 11, valená klenba částečně zakrytá podhledem



Obrázek 12, skladba valené klenby

1.4.3.3. Křížové klenby

Křížové klenby se nachází v kotelně a v jedné obytné místnosti. Dříve byly tyto prostory pravděpodobně používány jako sklady. V obou místnostech se nacházejí dvě křížové klenby (viz Obrázek 13). Klenby jsou vyzděné z cihel plných pálených tl. 150 mm. Skladba je obdobná jako u valené klenby (viz Obrázek 12).



Obrázek 13, křížové klenby v obytné místnosti

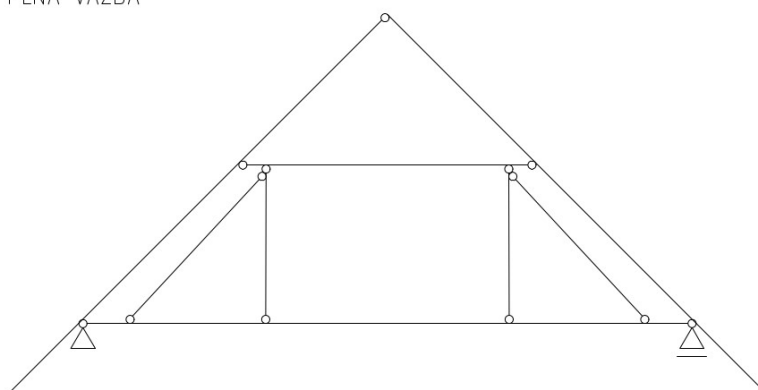
1.4.4. Krov

Nosnou konstrukci polovalbové střešní konstrukce tvoří hambálkový krov podepřený stojatou stolicí (viz Obrázek 14). Krov má plné a jalové vazby, jalové vazby tvoří krokve s hambálkem a kráčata, plné vazby jsou doplněny o sloupky s pásky a vzpěrami (viz Obrázek 15). V plných vazbách se také nachází vazné trámy, do kterých jsou přes výměny vynášeny kráčata. Vzdálenost plných vazeb je proměnná (viz Obrázek 16). Podélné ztužení krovu zajišťují pásky, příčné vzpěry. Pozednice jsou uloženy na nadezdívce (bez věnce). Konstrukce není zateplena. Na krokvích jsou umístěny latě, které nesou hliníkovou střešní krytinu Tornero (viz Obrázek 17). Pod pozednicemi není zhotoven železobetonový věnec. Střešní konstrukce není zateplena.

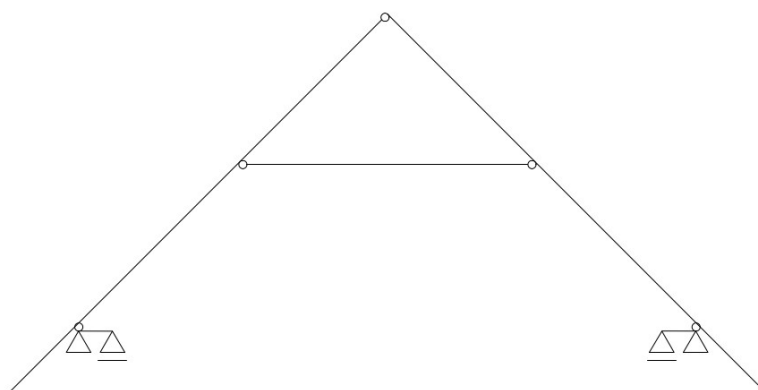


Obrázek 14, hambálkový krov podepřený stojatou stolicí

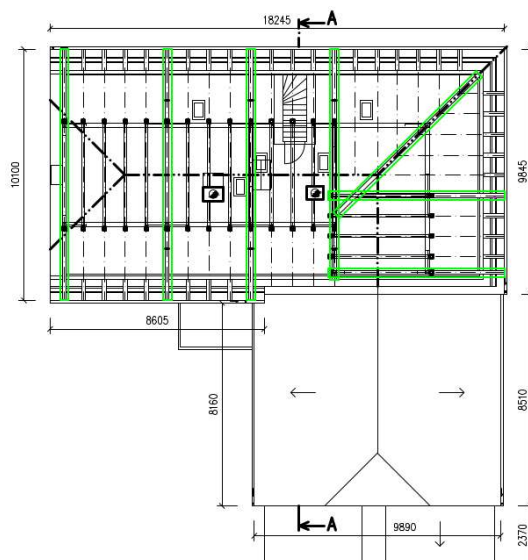
PLNÁ VAZBA



JALOVÁ VAZBA



Obrázek 15, statické schéma krovu - plná a jalová vazba



Obrázek 16, půdorys krovu s vyznačením plných vazeb



Obrázek 17, střešní hliníková krytina Tornero

1.4.5. Ostatní konstrukce

1.4.5.1. Podlahy

V objektu se nacházejí nášlapné vrstvy z keramické dlažby (celé 1.NP kromě kotelny a skladu uhlí, 2.NP – kuchyň, koupelna, chodba, terasa), PVC (obývací pokoj, jídelna), laminát (ložnice a dětské pokoje) a betonové mazaniny (kotelna, sklad uhlí).

1.4.5.2. Výplně otvorů

Všechna okna v objektu byla vyměněna za izolační dřevěná dvojskla až na jedno okno na půdě, které se nachází ve štítu objektu, to je původní dřevěné s jedním sklem. Dále byly vyměněny vchodové dveře. V 2.NP se nachází balkonové dřevěné dveře na terasu. Na půdě se nacházejí čtyři střešní okna.

1.4.5.3. Zateplení objektu

Objekt není zateplen. Střešní konstrukce není zateplena.

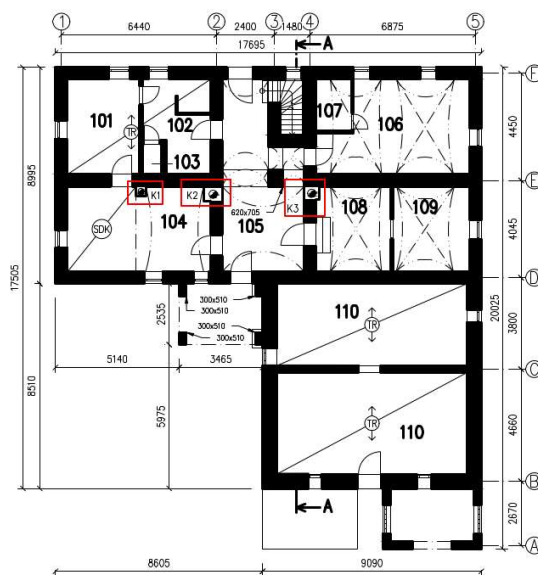
1.4.5.4. Svislé nenosné konstrukce

V 1.NP se nachází příčky o tl. 200 a 80 mm z pórobetonových tvárnic YTONG. Dále se v 1.NP nachází příčka tl. 80 z luxferů, která slouží jako stěna sprchového koutu. V 2. NP se nachází příčky o tl. 90 a 100 mm pravděpodobně z otočených cihel plných pálených nebo dvouděrovaných cihel.

1.4.5.5. Komíny

V objektu se nacházejí tři komínová tělesa. Komínové těleso K1 je ukončeno v 1.NP. Komínová tělesa K2 a K3 jsou provedeny přes celý objekt (viz Obrázek 18). První komínové těleso (vlevo viz

Obrázek 19) je nyní využito na odtah páry z digestoře v kuchyni v 2.NP. Druhé komínové těleso (vpravo viz Obrázek 19) v objektu se používá na odtah spalin z kotle na uhlí. Na komínovém tělese K3 je uložen hambálek a krokev bez výměny. Jedná se o vadu objektu, která je v povědomí a je v současnosti podložena revizí komínového tělesa (viz Obrázek 20).



Obrázek 18, půdorys 1.NP s vyznačením komínových těles



Obrázek 19, komínová tělesa



Obrázek 20, vada komínového tělesa

1.4.5.6. Terasa

K objektu je přistavěna terasa, na kterou je vstup z kuchyně v 2.NP (viz Obrázek 21). Konstrukce terasy je o průřezu sloupů 300x510 mm. Stropní konstrukce terasy je z monolitického betonu o tl. 200 mm, podlahu terasy tvoří keramická dlažba. Zábradlí terasy je ocelové o výšce 1150 mm. Odtok vody je zajištěn spádem podlahy terasy.



Obrázek 21, terasa

1.4.5.7. Přístěnek na kola

U dílny je přistavěn přístěnek na kola. Konstrukce přístěnku je zděná z pórobetonových tvárníc YTONG tl. 300 mm. Zastřešení přístěnku je tvořeno pultovým zastřešením. Konstrukci pultové střechy tvoří dřevěné krokve, na kterých jsou latě, které nesou hliníkovou střešní krytinu Tornero (viz Obrázek 22).

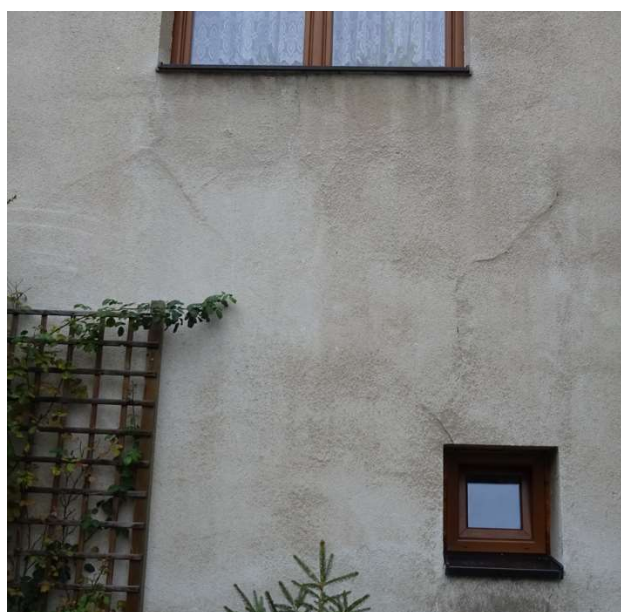


Obrázek 22, přístěnek na kola

2. Popis stávajícího stavu, poruch a analýza možných příčin

2.1. Základy

Na objektu se nacházejí šikmé trhliny, které mohly být vyvolány sedáním objektu, nerovnoměrným sednutím, chybějícím ztužením (chybějící věnce), stářím a degradací materiálu (viz Obrázek 23). Smyková trhlinka (viz Obrázek 24) je pravděpodobně způsobena z důvodu přetečení a zamokření základové spáry. Trhliny způsobené koncentrací napětí od trámů krovu a chybějící tuhostí absencí pozedního věnce (viz Obrázek 25, Obrázek 26).



Obrázek 23, svislé trhliny na fasádě



Obrázek 24, svislá trhlina po celé délce dílny



Obrázek 25, detail trhliny pod střešní konstrukcí na římsě



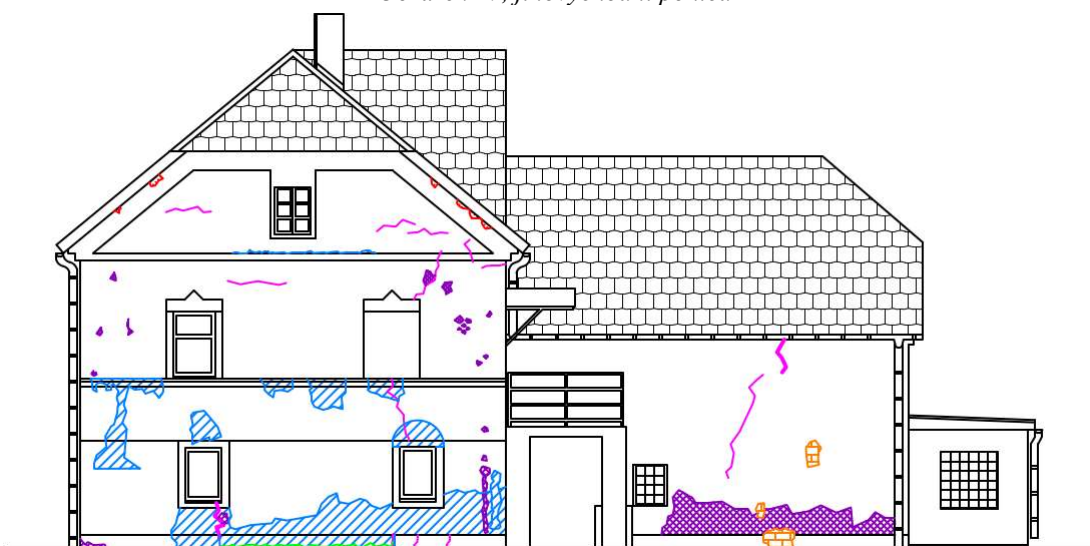
Obrázek 26, detail trhlín u okenního otvoru od vazných trámů a kráčat

2.2. Svislé nosné konstrukce

Na svislých nosných konstrukcích se nacházejí trhliny po celé délce objektu, zdivo je mechanicky narušené vlivem nerovnoměrného sedání objektu a velkého zatížení od prvků krovu (trámy a kráčata) a také chybějící tuhostí objektu z důvodu chybějících věnců. Dále se dají pozorovat vlhkostní mapy na fasádě, které jsou v některých místech doprovázeny řasou a opadanou omítkou (viz Obrázek 27, Obrázek 28, Obrázek 29, Obrázek 30), které jsou následkem chybějící hydroizolace v objektu a také je vlhkost do objektu vnášena pomocí zahradního kohoutu na fasádě dílny (viz Obrázek 3). Vlhkostní mapy sahají až do výšky cca 1 m. Ve štítech jsou chybějící zdící prvky, které vypadaly následkem úplné degradace vlivem klimatických podmínek (viz Obrázek 27, Obrázek 28, Obrázek 29, Obrázek 30). Před výměnou střešní krytiny do objektu při deštích zatékalo, to se projevilo v 2.NP, zejména v kuchyni, kde je v rohu stěny viditelná skvrna, která narušila strukturu omítky (viz Obrázek 31). Aktivita masivní trhliny na stěně dílny byla sledována po dobu 7 měsíců (listopad 2021 až květen 2022) (viz Obrázek 32, Obrázek 33). Trhlina v pozorovaném čase neprojevila aktivitu, tudíž je pravděpodobně pasivní a její příčina byla odstraněna – výměna střešní krytiny, před výměnou do objektu zatékalo a v důsledku tohoto vnikla tato trhlina.



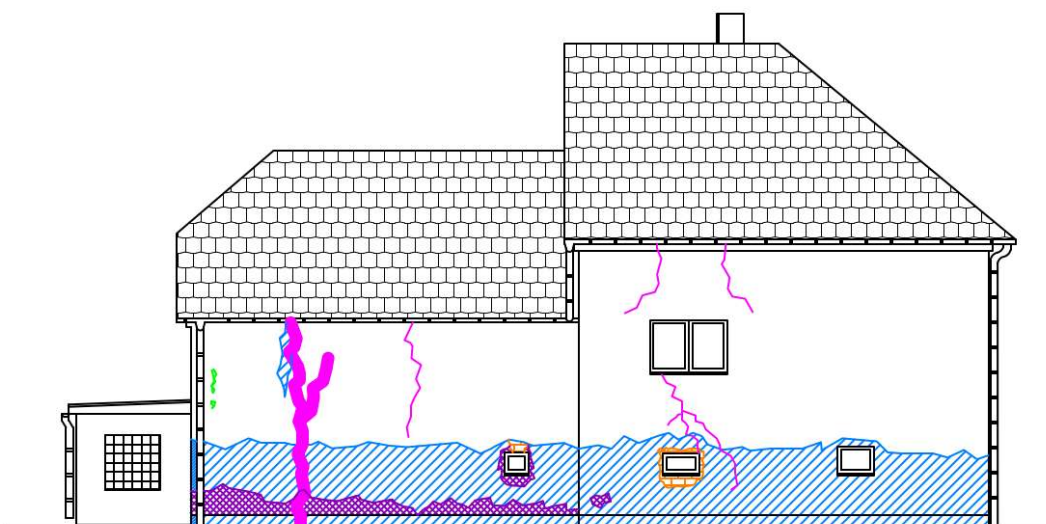
Obrázek 27, jihovýchodní pohled



Obrázek 28, jihozápadní pohled



Obrázek 29, severozápadní pohled



LEGENDA

-  TRHLINY (ROZLIŠENY DLE TLOUŠŤKY)
-  ŘASY
-  DEGRADOVANÁ OMÍTKA
-  OBNAŽENÉ SMÍŠENÉ ZDIVO – CIHLY PLNÉ PÁLENÉ A PÍSKOVCOVÉ KVÁDRY
-  CHYBĚJÍCÍ ZDICÍ PRVKY
-  VLHKOST

Obrázek 30, severovýchodní pohled



Obrázek 31, skvrna v rohu stěny kuchyně



Obrázek 32, začátek měření aktivity trhliny: listopad 2021



Obrázek 33, konec měření aktivity trhliny: květen 2022

2.3. Vodorovné nosné konstrukce

Stropní konstrukci 1.NP tvoří převážně klenby, nelze říct, zda se na nich nacházejí trhliny, jsou povrchově upraveny novou omítkou a na té se žádné závady zatím neprojevily. Zbylá část stropu 1.NP – trámový dřevěný strop se zapuštěným záklopem – není viditelně narušen. V koupelně 1.NP je strop upraven novou omítkou a na trámech nejsou viditelné vady, v pokoji 1.NP je opatřen podhledem a nelze říct, zda je poškozen. Stropní konstrukce 2.NP nelze určit, jelikož je povrchově upraven a podlaha půdy je zarovnaná, opět se tedy nedá s jistotou říct, zda je narušen trhlinami. Stropní konstrukci dílny tvoří trámový strop se záklopem, zde jsou trámy a záklop opatřené původní vápennou omítkou (viz Obrázek 8). Před výměnou střešní krytiny do objektu při deštích zatékalo, to se projevilo v 2.NP, zejména v kuchyni, kde je na části stropu viditelná vlhká skvrna, která narušila strukturu omítky (viz Obrázek 34).

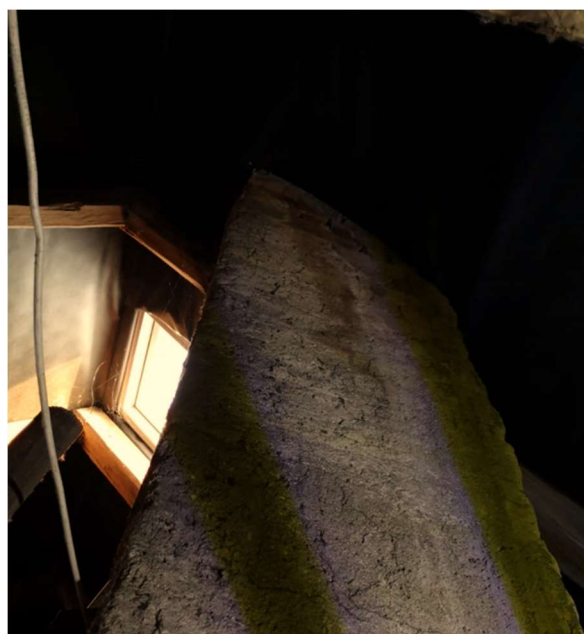
Dlouhodobější nebo opakovaná vlhkost mohla způsobit hnilobu dřevěného podbití, pokud se v objektu nachází, nelze říci kvůli povrchové úpravě.



Obrázek 34, svrny na stropní konstrukci v kuchyni

2.4. Krov

Před výměnou střešní krytiny do objektu zatékalo. Svrny jsou pozorovatelné na komínovém tělese (viz Obrázek 35), stropní konstrukci 2.NP (viz Obrázek 34) a horním rohu stěny 2.NP (viz Obrázek 31). Dešťová voda je odváděna z polovalbové střechy do akumulární nádrže. Některé části krovu (krokve, vazné trámy – viz Obrázek 36, Obrázek 36, Obrázek 37) jsou částečně uhnílé a degradované vlivem zatékání do objektu před výměnou střešní krytiny.



Obrázek 35, svrny na komínovém tělese



Obrázek 36, částečně uhnílá krokev a vazný trám

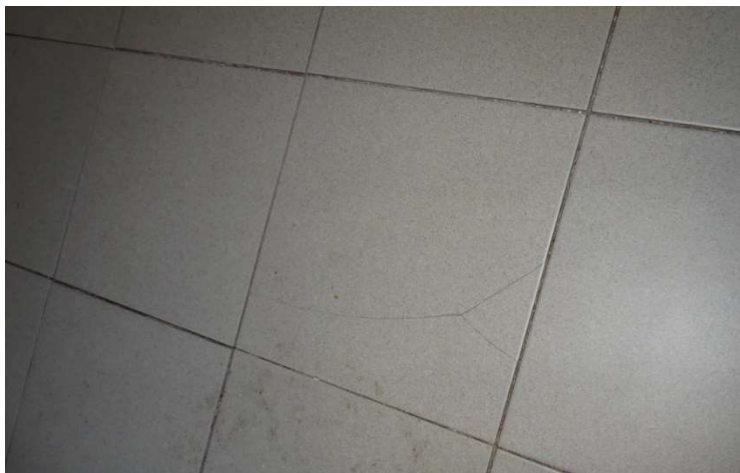


Obrázek 37, částečně shnilý vazný trám

2.5. Ostatní konstrukce

2.5.1. Podlahy

Podlahy v 2.NP jsou převážně tvořeny dřevěnými prkny. To vede k nerovnosti podlahy a nesouměrné práce podlahy. Důsledkem toho některé části podlahy praskají a spáry dlažby se uvolňují (viz Obrázek 38).



Obrázek 38, uvolněná a popraskaná dlažba v kuchyni

2.5.2. Terasa

Na sloupech a stropní konstrukci terasy jsou vidět skvrny od vody a na levém sloupu se vyskytuje řasa (viz Obrázek 39, Obrázek 40), tyto poruchy jsou způsobeny klimatickými podmínkami a nesprávným provedením oplechování.



Obrázek 39, skvrny na stropní konstrukci terasy



Obrázek 40, řasy na levém sloupu terasy

3. Návrh sanačních opatření

3.1. Sanace trhlin

3.1.1. Trhliny ve zděných konstrukcích

Trhliny v nosných konstrukcích jsou hlavním a viditelným ukazatelem možných poruch v zděných konstrukcích, což jsou stěny, sloupy, pilíře, obvodový plášť. Dále je to projev napětí, které již překročilo mez pevnosti daného materiálu při určitém způsobu namáhání. Je možné posoudit vážnost a příčinu poruch podle množství, tvaru, šířky a místa trhlin. (2)

3.1.2. Rozdělení trhlin

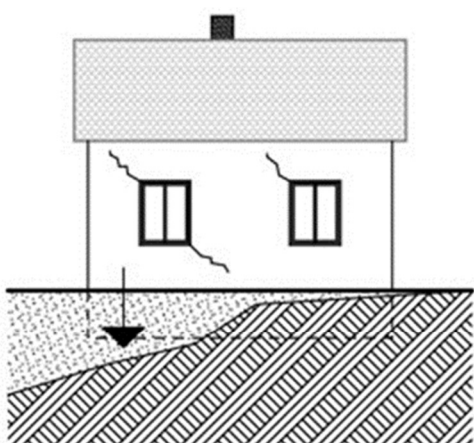
- Podle pohybu (2)
 - Aktivní
 - Pasivní
- Podle závažnosti (2)
 - Jednotlivé trhliny
 - Vážné trhliny
 - Havarijní trhliny
- Podle původu (2)
 - Tahové
 - Tlakové
 - Smykové
- Podle průběhu (2)
 - Přímé
 - Svislé
 - Zalomené
 - Šikmé
- Podle příčiny vzniku (2)
 - Silové účinky zatížení
 - Přetvárné účinky zatížení
 - Klimatické podmínky – změny teploty, vlhkost

3.1.3. Příčiny vzniku trhlin ve stěnách

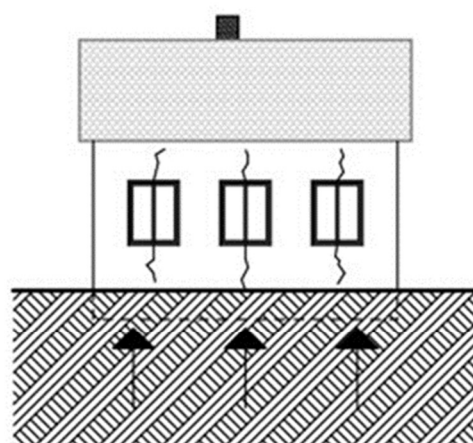
3.1.3.1. Nerovnoměrné sedání základových konstrukcí

Stavby, které jsou založeny v malé hloubce, tedy se základovou spárou v zámrazné hloubce. Při nízkých teplotách dochází k zamrznání vody obsažené v základové půdě, tím se zvětšuje objem základové půdy o 9-11 % (viz Obrázek 41). Dochází pak k nadzvednutí základů a ke vzniku trhlin v základech a

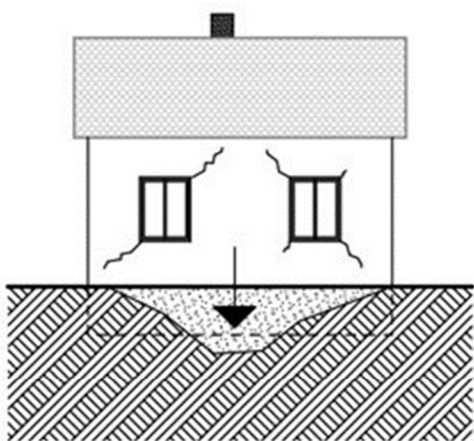
svislých konstrukcích (viz Obrázek 41). Pokud se změnil vodní režim v základové spáře. Zvýšila nebo se snížila hladina podzemní vody. Vliv může mít zatékání dešťové vody. Pokud nebyly provedeny dělicí spáry, u objektů založených na nestejně odložím, u částí objektů s rozdílným zatížením, u částí objektů s velkou rozdílnou výškou, u částí objektů založených v rozdílných hloubkách nebo založených různými způsoby (pasy, patky), mezi stávajícím objektem a novou přístavbou (viz Obrázek 41). Pokud došlo k posunu základové půdy, a to chybným založením objektu na neúnosném nebo stlačitelném podloží, chybným založením sousedního objektu, u objektů situovaných na svahu, neodborným prováděním výkopu v blízkosti základové spáry (viz Obrázek 41). (2) (3)



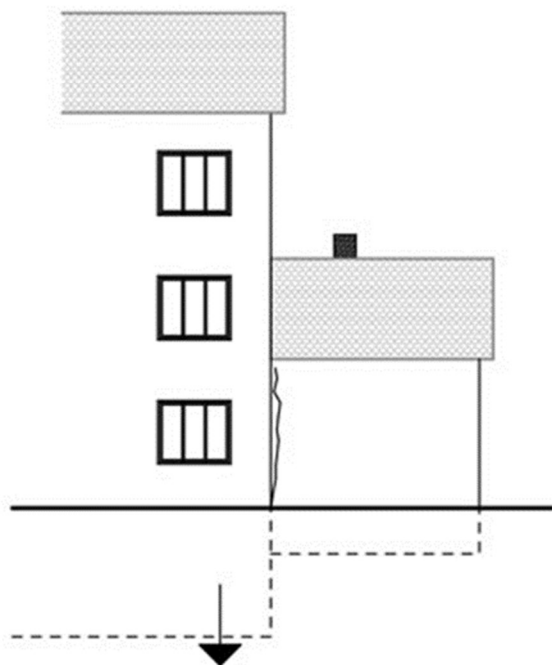
Sednutí základu vlivem nerovnoměrně únosné zeminy



Trhliny způsobené vytlačení budovy zmrzlou zemínou pod nedostatečně hlubokými základy



Sednutí základu vlivem nerovnoměrně únosné zeminy



V místě napojení různě velikých budov je nutné počítat s dilatační spárou

Obrázek 41, trhliny způsobené sedáním základových konstrukcí (3)

3.1.3.2. Přetržením konstrukce

Dělíme na přímé a nepřímé. Mezi přímé přetržení konstrukcí řadíme nesprávné užívání objektu, nesprávné provedení nástavby apod. Mezi nepřímé přetržení konstrukcí řadíme sednutí zdiva, pokles podpor, tepelnými účinky, účinky dotvarování a smršťování. (2) (3)

3.1.3.3. Nedostatečná tuhost objektu

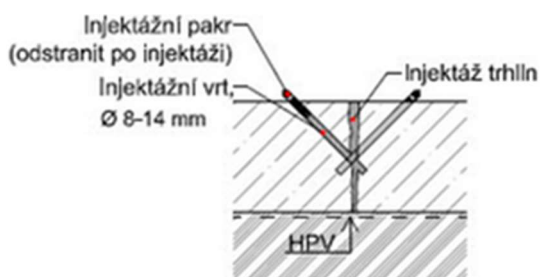
Nedostatečná tuhost objektu je nejčastěji způsobena chybějícím pozedním věncem nebo je špatně zajištěna tuhost stěnovým systémem či jádrem. (2) (3)

3.1.4. Druhy sanací trhlin

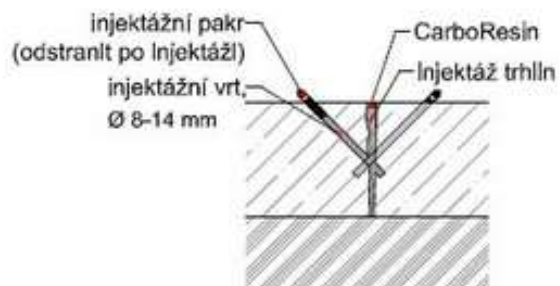
Dělíme na dočasnou (provizorní) a trvalou (definitivní) sanaci. K dočasným sanacím patří provizorní podchycení zdiva nebo zajištění sousedních budov při bourání řadových domů. K trvalým sanacím patří zatmelení, injektování, stehování, stlačení ocelovými táhly, stažení pomocí prutů z vysokopevnostní oceli a zvýšení únosnosti ložných spár. (2)

Zatmelení se použije, pokud byla příčina způsobení trhlin shledána za trvale neaktivní. Trhliny se pouze zatmelí cementovou maltou. (2)

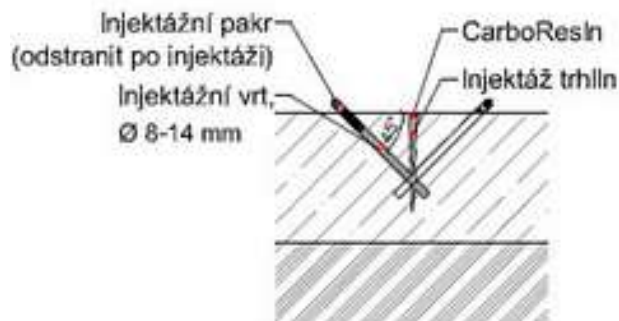
Injektování provádíme několika vývrty do zdiva (plošné nebo řadové vývrty), aby přípravek (např. fungicidy) mohl prosáknout do celého objemu zdiva. (2) Na obrázcích Obrázek 42, Obrázek 43, Obrázek 44 jsou zobrazeny příklady aplikací.



Obrázek 42, injektáž trhlín s aktivním průsakem (4)



Obrázek 43, konstrukční úpravy (4)



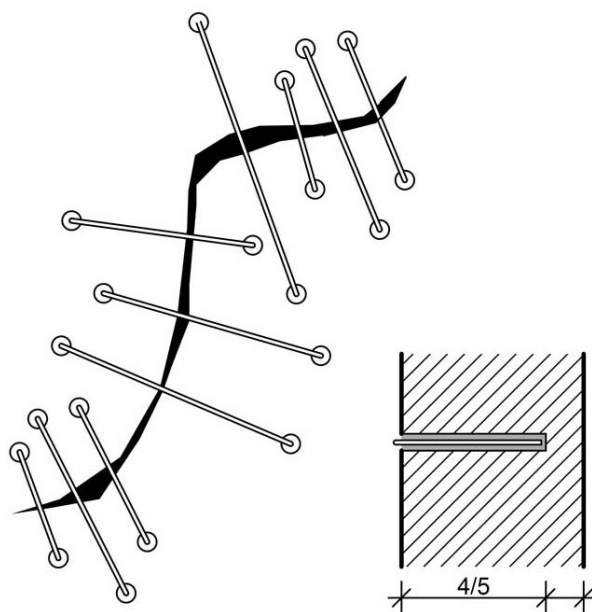
Obrázek 44, pružná injektáž trhlín (4)



Obrázek 45, vlasečnicové trhlíny (4)

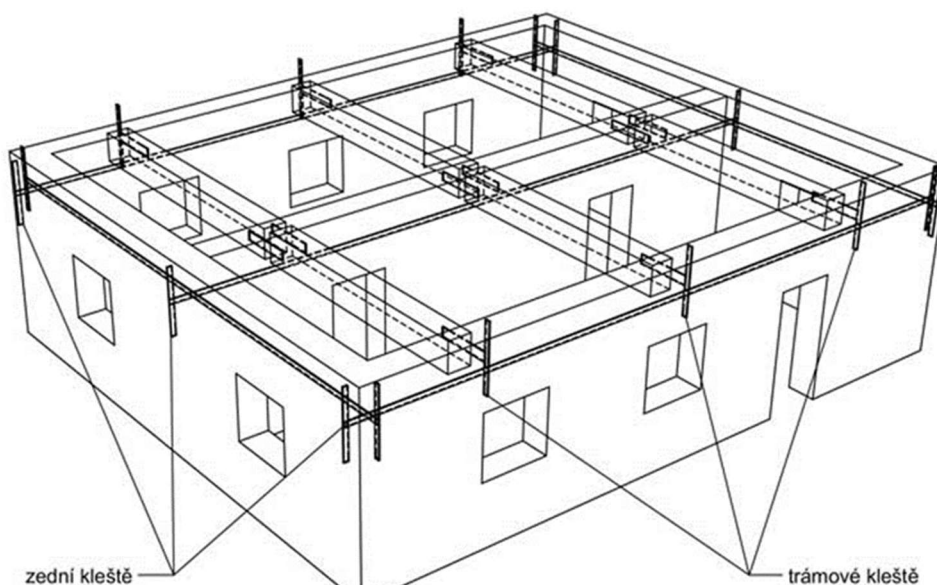
Stehování nejčastěji používáme pro lokální trhlíny tahové a smykové, které vyžadují zajištění před jejich dalším šířením. Pokud není zdivo v okolí trhliny narušeno nebo není nekvalitní, můžeme

použít tuto metoda. Je nutné zvážit možnost vzniku nových trhlin, zvláště v okolí kotevních spon (2) (viz Obrázek 46).



Obrázek 46, stehování (3)

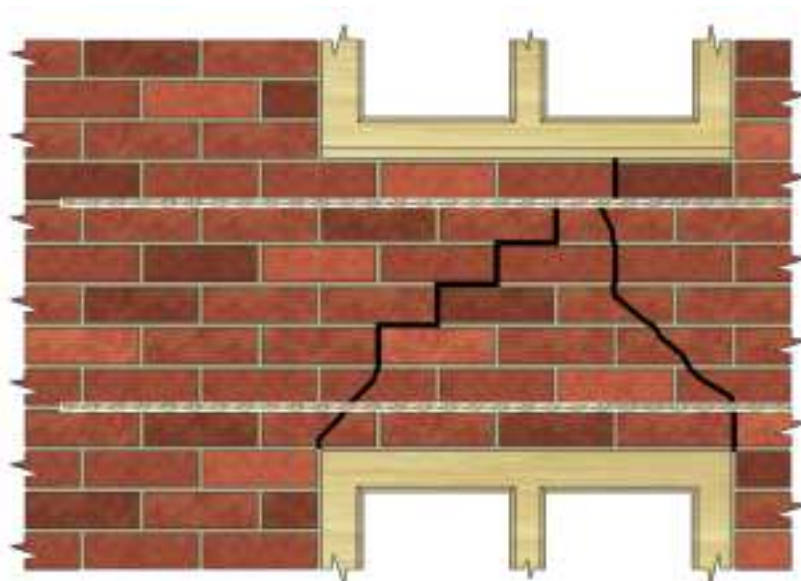
Stažení objektu je prováděno drážkami do zdiva, do kterých se vkládají ocelová táhla nebo vysokopevnostní ocel. Tyto táhla/lana se poté napnou a dojde k jejich aktivaci. Předepnutá lana/táhla se poté za injektují cementovou maltou (2) (5) (viz Obrázek 47).



Obrázek 47, stažení objektu (5)

Zvýšení únosnosti ložných spár se provádí odstraněním malty ze spár do hloubky 30 – 50 mm (ručně nebo mechanicky např. tlakovou vodou 0,4 až 0,8 MPa). Na takto připravený povrch se po hloubkovém vytmelení všech ložných a styčných spár aktivovanou jemnozrnnou cementovou maltou (c : p : v = 1 : 1,5 : 4 + plastifikátor) pomocí pistole tlakem 0,2 až 0,4 MPa nebo pýchováním provede nová

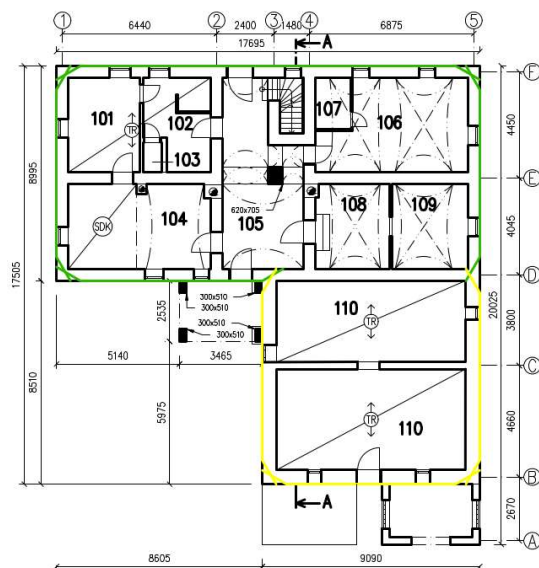
vápenocementová nebo cementová omítka. Spáry ponecháme volné cca 15 až 20 mm od líce zdiva a vrchní část zatřeme ručně nanášenou maltou. Pokud tento postup nestačí a zdivo není dostatečně únosné přidáme do ložných spár ocelovou výztuž Helifix (2) (viz Obrázek 48).



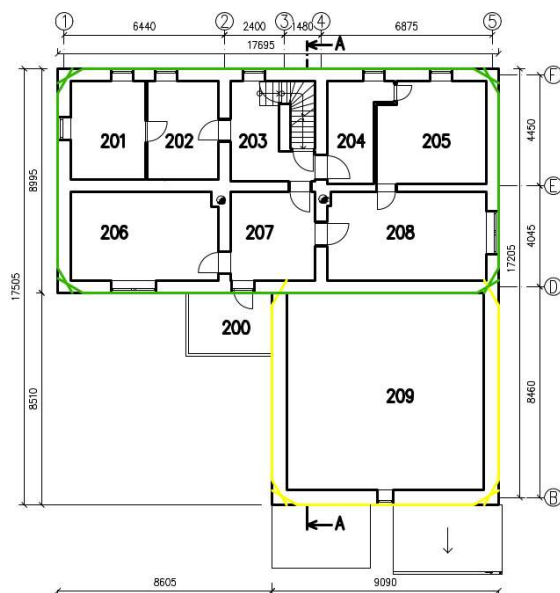
Obrázek 48, zesilování ložných spár - helifix (6)

3.1.5. Návrh sanační metody

Trhliny naznačené v pohledech jsou šikmé a svislé, probíhající od konstrukce střechy směrem dolů (viz Obrázek 27, Obrázek 28, Obrázek 29, Obrázek 30). Vzniklé trhliny jsou tahové a smykové, způsobené kombinací sedání objektu a chybějících věnců. Nejzrůslehlejší trhlina je na viditelná na stěně dílny z severovýchodního pohledu (viz Obrázek 30), táhne se po celé výšce objektu. Tato trhlina byla po dobu 7 měsíců sledována a její aktivita se neprojevila, je tedy možné jí považovat za pasivní. V ideálním případě probíhá sledování trhliny celý roční cyklus. Zde probíhalo sledování přes jednu zimu, tedy od listopadu 2021 do května 2022. Trhliny na objektu zatím neohrožují jeho statiku, ale prostorová tuhost je narušena. V případě, že by se žádná sanace neprovedla budou se trhliny dále rozvíjet a hrozí narůstající ohrožení statiky objektu a v konečném případě poté zřícení jeho částí nebo celku. Pro případ řešeného objektu se nabízejí dvě řešení. Prvním řešením sanace trhlin je sepnutí objektu ocelovými táhly v úrovních stropní konstrukce 1.NP a 2.NP. Jak již bylo zmíněno výše, nejzrůslehlejší trhlina se táhne po celé délce stěny dílny z severovýchodního pohledu (viz Obrázek 30), proto navrhuji zavedení táhel v úrovni střechy a stropních konstrukcí 1.NP a 2.NP (viz Obrázek 49, Obrázek 50, Obrázek 51, Obrázek 52, Obrázek 53, Obrázek 54). Řešení sanací trhlin sepnutím objektu slouží také jako příprava pro budoucí výměnu/protézování střešní konstrukce. Sepnutí zaručí, že po odstranění stávající střechy či jejích částí zůstane konstrukce tuhá a trhliny se nebudou dále vyvíjet (2).



Obrázek 49, půdorys 1.NP s předpínacími táhly



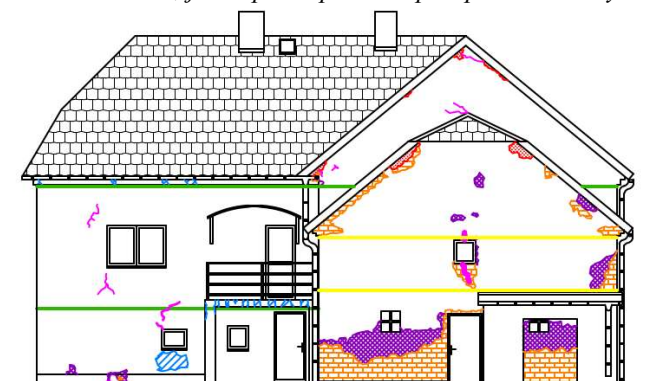
Obrázek 50, půdorys 2.NP s předpínacími táhly



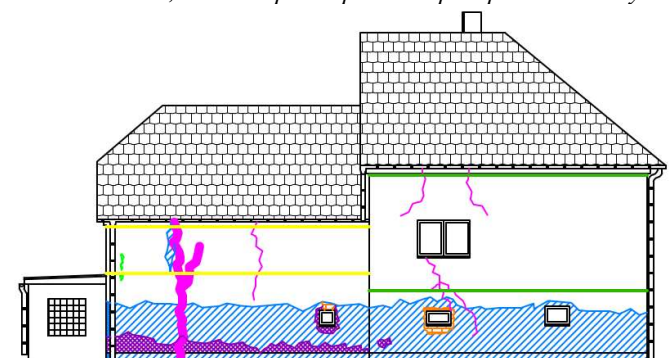
Obrázek 51, jihovýchodní pohled s předpínacími táhly



Obrázek 52, jihozápadní pohled s předpínacími táhly



Obrázek 53, severozápadní pohled s předpínacími táhly



LEGENDA

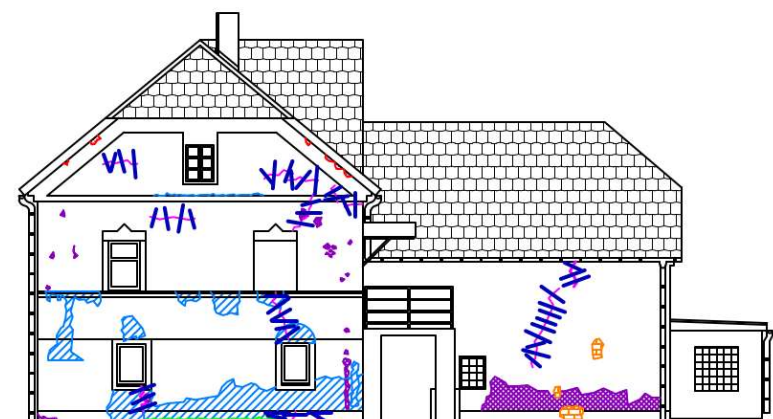
-  TRHLINY (ROZLIŠENY DLE TLOUŠŤKY)
-  ŘASY
-  DEGRADOVANÁ OMÍTKA
-  OBNAŽENÉ SMÍŠENÉ ZDIVO – CIHLY PLNĚ PÁLENÉ A PÍSKOVCOVÉ KVÁDRY
-  CHYBĚJÍCÍ ZDÍČÍ PRVKY
-  VLHKOST
-  VÝŠKY PŘEDPÍNACÍCH KABELŮ
OBYTNÉ ČÁSTI OBJEKTU
-  VÝŠKY PŘEDPÍNACÍCH KABELŮ DILNY

Obrázek 54, severovýchodní pohled s předpínacími táhly

Druhým řešením sanace trhlin je stehování. Je nutno zvážit možnost vzniku nových trhlin, zvláště v okolí kotevních spon (2) (viz Obrázek 55, Obrázek 56, Obrázek 57, Obrázek 58). Stehování aplikujeme na všechny trhliny na objektu.



Obrázek 55, jihovýchodní pohled – stehování



Obrázek 56, jihozápadní pohled – stehování



Obrázek 57, severozápadní pohled – stehování



Obrázek 58, severovýchodní pohled - stehování

3.1.6. Postup prací při sanaci

3.1.6.1. Stažení objektu

Před opravou se trhliny vyplní cementovou maltou. Vyfrézují se drážky ve zdivu pro vedení táhel.

Vyvrtnají se otvory v konstrukcích kolmých na směr sepnutí. Osadí se táhla. Táhla se ukotví do ocelových kotevních desek při vnějším líci obvodových zdí. Proveďte se jejich aktivace hydraulickým lisem a zajistí se pomocí ocelových klínů. Všechny mezery mezi táhly a zděnými konstrukcemi se vyplní cementovou maltou (u vyvrtnaných otvorů za pomoci injektáže). Po ztvrdnutí malty se aplikuje síť a omítka. (2) (5)

3.1.6.2. Stehování

Přes trhlínu se z obou stran osadí ocelové spony a průměru 12-25 mm, které se zapustí do předem vyvrtnaných otvorů (hloubka otvorů se volí v rozmezí 0,5-0,8 tloušťky zdiva). Poté se otvory zaplní cementovou maltou, epoxidovou pryskyřicí, polyuretanovou pryskyřicí, záleží na rozsahu trhliny. Důležité je, aby spony byly umístěny kolmo na trhlínu a kotveny ve vzdálenosti minimálně 500 mm od trhliny. Vhodnější je, aby měly různou délku, z důvodu roznášení zatížení do zdiva. Trhlína se poté utěsní tmelením maltou nebo se za injektuje vhodnou injektážní látkou. Spony se dále opatří ochranným nátěrem proti korozi a omítnou se. (2) (6)

3.1.7. Porovnání sanačních metod

Obě metody sanace mají výhodu v konečné povrchové úpravě, nebudou vidět.

3.1.7.1. Sepnutí objektu

Toto řešení je nákladnější, zato účinnější (vyhne se tak možnému problému tvorby nových trhlin u kotevních spon) a také nebude tolik pracné jako stehování, nýbrž je na objektu velký počet dílčích trhlin a většina z nich je skoro po celé délce zdiva (viz Obrázek 27, Obrázek 28, Obrázek 29, Obrázek 30).

3.1.7.2. Stehování

Toto řešení je levnější, ale za to bude pracnější. Také je třeba zabránit tvorbě nových trhlin. U některých trhlin bude problém dodržení zásad stehování, a to konkrétně kotvení spon ve vzdálenosti min 500 mm od trhliny. V některých místech by mohlo dojít k překrývání spon. Celkově toto řešení nebude vhodné pro některé trhliny (viz Obrázek 55, Obrázek 56, Obrázek 57, Obrázek 58).

Jako vhodnější sanace se jeví metoda stažení celého objektu. Tato metoda bude dále rozvíjena v bakalářské práci.

3.2. Sanace základů

Základové konstrukce jsou důležitou součástí nosné konstrukce objektu. Přenáší zatížení z vrchní stavby do základového podloží a reakce základového podloží zpět do vrchní stavby. Tvoří tak jeden statický celek, v němž jednotlivé části vzájemně spolupůsobí. (2)

3.2.1. Poruchy základových konstrukcí zděných budov

Tyto poruchy se projevují narušováním, vznikem trhlin a nadměrnou deformací vrchní stavby. Nosné konstrukce se naruší, mohou se naklánět, objevují se trhliny ve stropní konstrukci a v jejím styku s nosnou zdí. Nenosné konstrukce se mohou narušit trhlinami u příček, deformací osazovacích rámců u oken a dveří, u podlah borcením. (2)

Rozdělení poruch základových konstrukcí (2):

- Nadměrné deformace základových konstrukcí
- Narušení základových konstrukcí – rozpad základových konstrukcí vlivem klimatických vlivů (mráz, vegetace, agresivní prostředí, vlhkost)

3.2.2. Příčiny vzniku

Nejčastější příčinou poruch základových konstrukcí a vrchní stavby je nerovnoměrné sedání (viz Obrázek 41). To je způsobené nerovnoměrným stlačováním základového podloží. Faktory ovlivňující velikost stlačení základové zeminy a průběh sedání v čase (2):

- Hloubka založení
- Rozměry a uspořádání základových konstrukcí
- Složení a fyzikální vlastnosti zeminy základového podloží
- Velikost a způsob zatížení základové spáry
- Hydrologické podmínky základového podloží a jeho změnách v čase
- Vlastní tíha objektu

Poruchy základových konstrukcí a následně zdiva jsou dále způsobeny změnou tvaru základové spáry (zakřivením základové spáry – konkávní a konvexní, natočení základové spáry, nestejným stlačením základové spáry, pohybem základového podloží, kombinace předešlých možností, nekvalitní provedení samotné konstrukce, změny vnějších podmínek) (2).

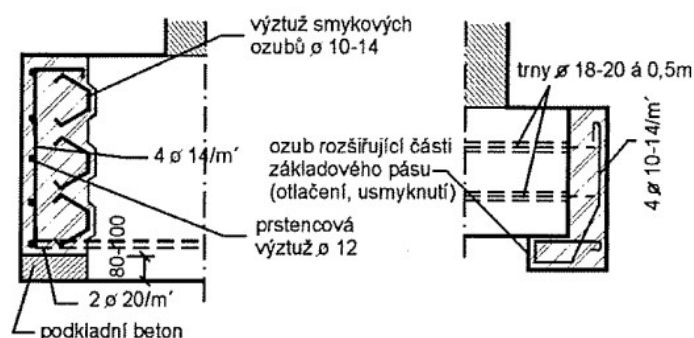
Mezi hlavní a možné příčiny způsobující poruchy v základových konstrukcích a v důsledku toho i ve vrchní stavbě (2):

- Nedostatečná únosnost v základové spáře
- Nestejnorodost základového podloží (velké rozdíly geotechnických vlastností – únosnost, stlačitelnost, propustnost, soudržnost)
- Změny geotechnických, hydrologických a klimatických podmínek (změna výšky hladiny spodní vody, podmáčení základové spáry)
- Zanedbání okolních základových poměrů, případně jejich změna v čase (nová okolní zástavba, účinky okolní dopravy a činnosti)
- Nesoulad mezi skutečným a navrhovaným zatížením základové konstrukce (modernizace, dostavba, změna provozu a funkce budovy)
- Změna vnějších podmínek (obnažení základů, výkopy, podmáčení)
- Nesprávný návrh základových konstrukcí
- Nekvalitní provedení základové konstrukce
- Zanedbání interakce vrchní stavby a základové konstrukce
- Okolní vegetace (kořenové tlaky)

3.2.3. Druhy sanací

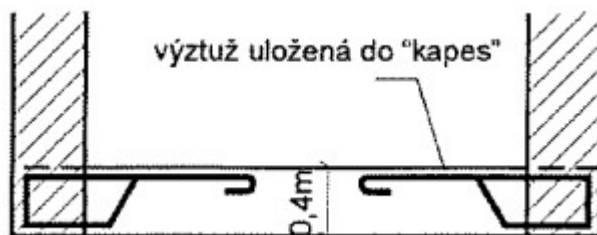
Mezi nejčastější sanační metody patří podchycování nosných zdí a základů mikropilotami (kořenové piloty), trysková injektáž a úprava vlastností základové půdy injektáží (2).

- Rozšíření základové konstrukce (zvětšení plochy základové spáry) – základy se rozšiřují na úrovni základové spáry, na jednu či obě strany od původního základu (viz Obrázek 59) (2).

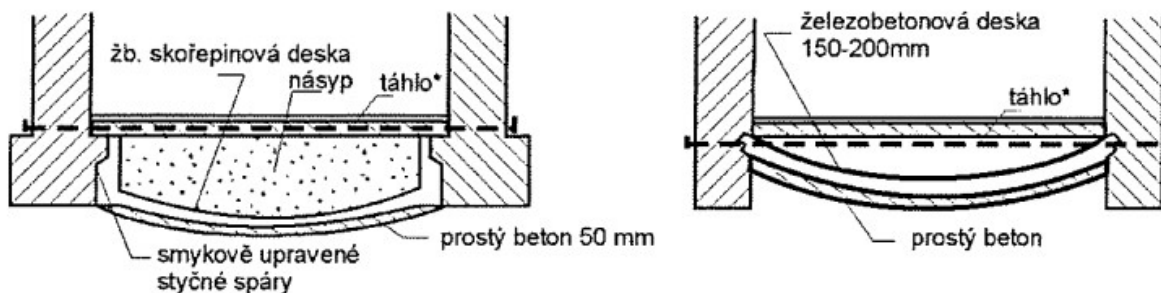


Obrázek 59, rozšíření základové konstrukce (2)

- Spřažení stávajících základů – stávající základy se spojí tenkou deskou s žebry, roštovou deskou, deskou větší tloušťky nebo deskou ve tvaru klenby (viz Obrázek 60, Obrázek 61) (2).



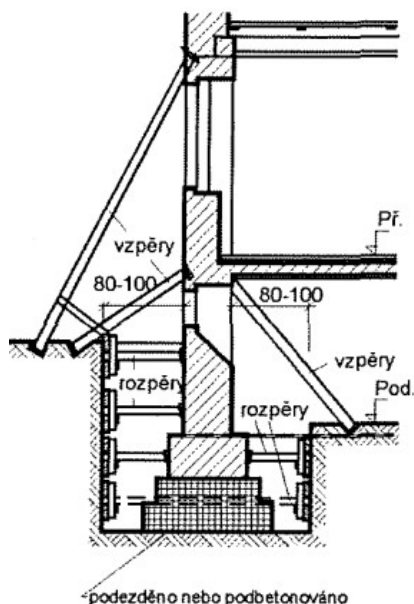
Obrázek 60, spojení stávajících základů betonovou deskou (2)



*(funkci táhla může plnit řádně kotvená a vyztužená deska podkladního betonu)

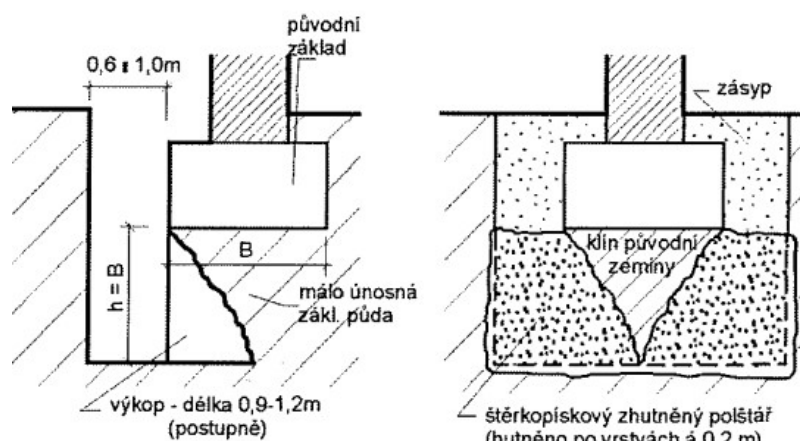
Obrázek 61, spojení základových konstrukcí železobetonovými klenbami (2)

- Prohloubení a podchycení základové konstrukce – pro nahrazení neúnosné zeminy nebo málo únosné zeminy v podzákladí zeminou únosnější a méně stlačitelnou (viz Obrázek 62) (2).



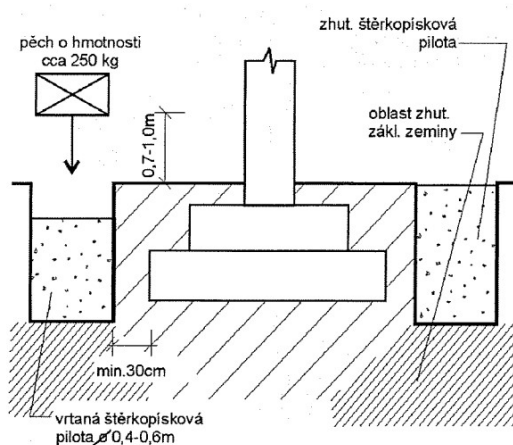
Obrázek 62, prohlubování základových pásů (2)

- Výměna málo únosné zeminy pod základovým pásem – výměna neúnosné zeminy pod základovým pásem zhuštěným šterkopískovou vrstvou (viz Obrázek 63) (2).



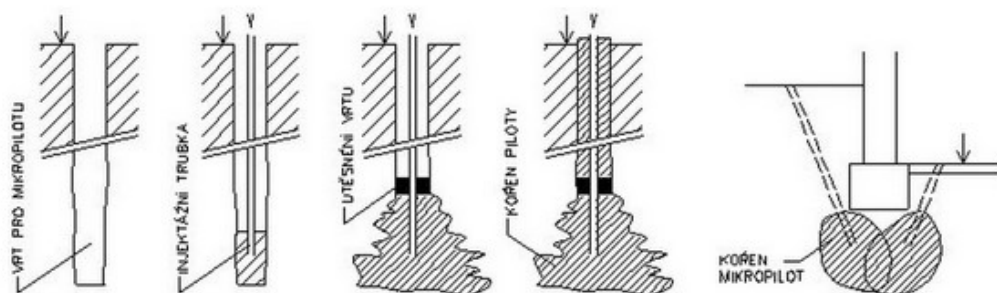
Obrázek 63, výměna základové zeminy pod stávajícím základovým pásem (2)

- Podchycení stavby na nové základy - zatížení ze starého základu je přeneseno na novou základovou konstrukci přímo nebo prostřednictvím další pomocné konstrukce (2).
- Vrtané štěrkopískové piloty - hutněním štěrkopísku ve vrtaných pilotách dochází i k hutnění základové zeminy mezi štěrkopískovými pilotami pod starým základem (2).



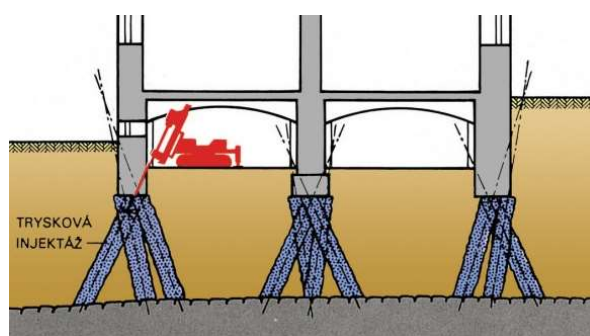
Obrázek 64, Zvýšení únosnosti základové zeminy hutněním štěrkopískovými pilotami (2)

- Piloty – vrtané malopřůměrové piloty, vlačované piloty, šachtové pilíře a podzemní stěny (2).
- Mikropiloty – vrtané piloty malého průměru, upnuté v kořenové části do okolní zeminy vysokotlakovou injektáží (2).



Obrázek 65, provádění mikropilot (7)

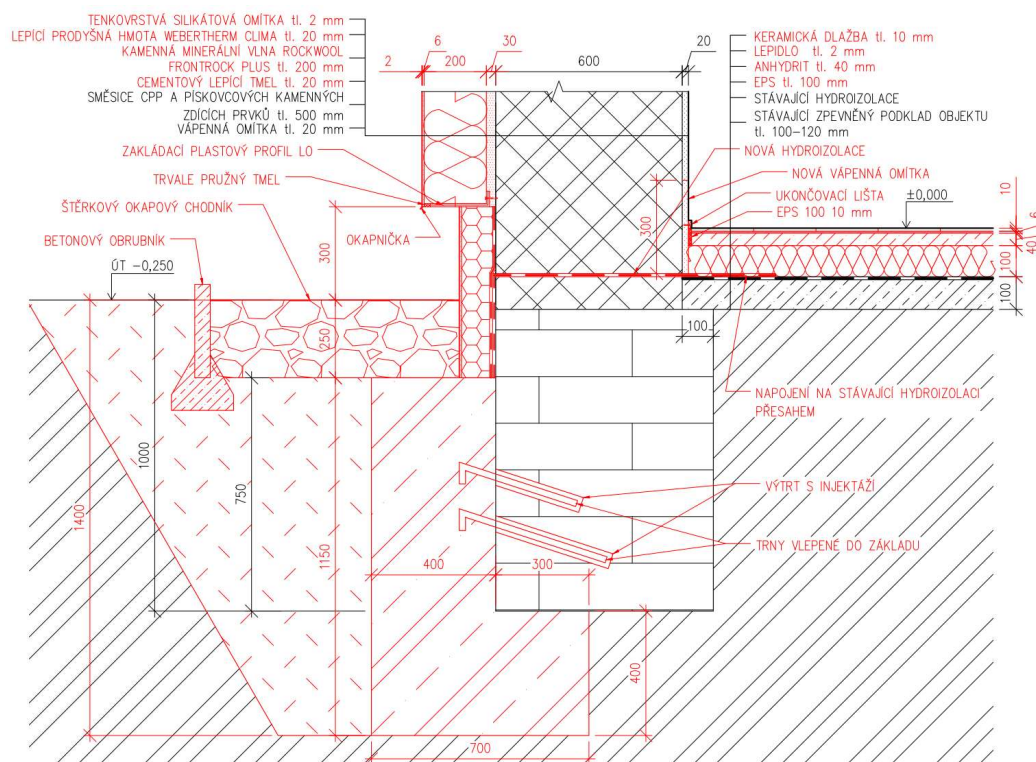
- Trysková injektáž – ve vrtu je tvořeno těleso z rozpojené zeminy a cementové směsi (2).



Obrázek 66, trysková injektáž (8)

3.2.4. Návrh sanační metody

Sanace základové konstrukce bude provedena v části dílny, kde se nachází největší trhлина objektu (viz Obrázek 30). Z důvodu částečné nepřístupnosti stěny kvůli přístěnku na kola, bude o něco pracnější provedení zesílení pasu (viz Obrázek 67). Jako nejvhodnější sanace základové konstrukce se jeví trysková injektáž, použití mikropilot nebo zesílení základového pasu. Tryskovou injektáž je možno použít ve všech typech zeminy. Při zavádění mikropilot je nutné dbát na zpevnění zeminy po vyvrtání mikropiloty, dále pak chránit mikropilotu před agresivními spodními vodami a vlhkostí (2). Zesílení základu je nejméně pracné a jeví se jako nejlepší varianta. Pro posuzovaný objekt by tedy byla zvolena metoda zesílení základového pasu. Provedení této metody bude nejméně nákladné, bude třeba zajistit stabilitu objektu při odkopávání zeminy – to se provede šikmými vzpěrami.



Obrázek 67, zesílení základového pasu

3.3. Návrh sanace krovové konstrukce

Pro vyhodnocení stavebně technického stavu krovové soustavy je potřeba podrobný stavebně technický, vlhkostní a mykologický průzkum. Kde je zjištěn stav jednotlivých prvků krovové soustavy (geometrie tvaru, uspořádání krovové konstrukce, způsob provedení spojů a jejich funkčnost, biotické poškození dřeva dřevokaznými houbami a hmyzem, kvalita dřeva apod.) Na základě těchto průzkumů se vyhodnotí celková jakost krovové konstrukce (2).

3.3.1. Poruchy a vady krovů

Nejčastější vady krovových soustav (2):

- Nedostatečná kvalita dřeva (dimenze prvků, uvolněné spoje, narušení nosných prvků)
- Chybné řešení a uspořádání
- Nesoulad mezi použitým druhem krovové soustavy, tvarem střechy a řešením nosného zděného systému objektu
- Nedostatečná prostorová tuhost v příčném a podélném směru
- Nedostatečná tuhost a únosnost spojů
- Chybné provedení krovové konstrukce u komínů
- Zazděné dřevěné prvky krovové konstrukce (pozednice, čela vazných trámů)
- Nedostatečné kotvení pozednice

Nejčastější poruchy krovových soustav (2):

- Nadměrná deformace prvků i celé konstrukce
- Hniloba, biotické napadení dřeva dřevokazným hmyzem a houbami
- Uvolnění nebo narušení spojů
- Hřebíková koroze dřeva
- Vysoká vlhkost dřeva
- Vysoká vlhkost dřeva od zatékání
- Změna významných mechanických vlastností dřeva
- Uvolnění kotevních železných táhel pozednic
- Rozšiřování a prohlubování původních sesychacích trhlin

3.3.2. Příčiny vzniku

K příčinám vzniku poruch patří (2):

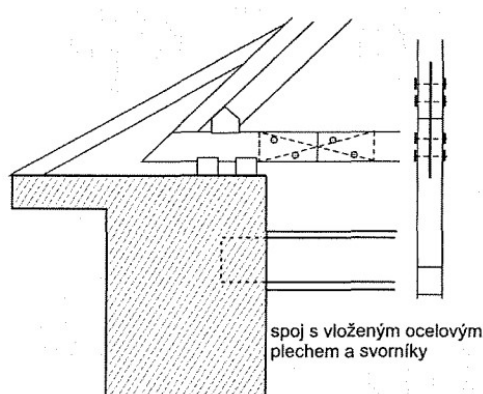
- Nadměrná deformace – pokles zdiva, chybné provedení krovové soustavy, nekvalifikované zásahy do konstrukce (provádění vestaveb), počáteční deformace zabudovaných prvků, vysunutí prvků ze spojů.

- Statické poruchy – výměna střešní krytiny
- Poruchy pozednice uložené ve zdivu – uvolnění kotevních železných pásků a kroucení nebo posunutí pozednice.
- Poruchy způsobené neodbornými zásahy – nahrazení vazných trámů kráčaty, odstranění šikmých vzpěr, pásků, narušení vazných trámů, oslabení nosných prvků apod.

3.3.3. Druhy sanací

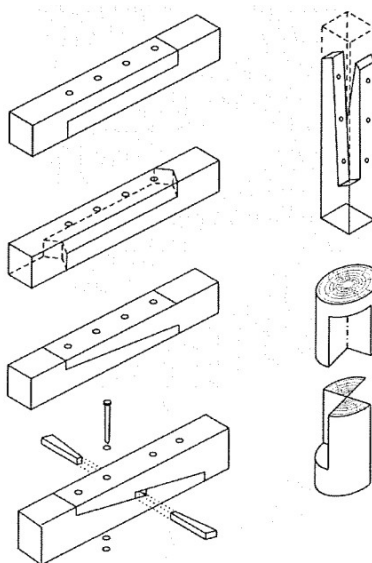
Jednotlivé prvky krovové soustavy s nedostatečnou dimenzí, narušené hnilobou, korozí neodbornými zásahy lze zesílit (2):

- Zvětšení průřezu jednostrannou nebo oboustrannou příložkou zajištěnou svorníky, hřebíky nebo lepenkou (viz Obrázek 68).



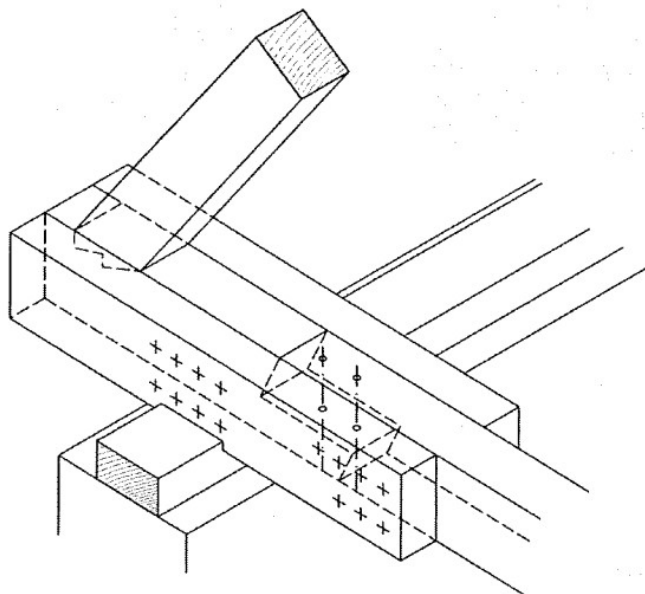
Obrázek 68, sanace zhlaví nosného trámu pomocí ocelového plechu a svorníků (2)

- Doplnění poškozené části nosného prvku náhradou (protézou), shodných rozměrů a tvaru jako původní poškozená část (viz Obrázek 69).



Obrázek 69, protézování dřevěných prvků pomocí typických tesařských spojů (2)

- Doplnění (plombování) části narušeného prvku (max. 30% průřezu) – přesně upravená vložka vložená do upraveného a očištěného otvoru a připevněná hřebíky nebo svorníky (viz Obrázek 70).



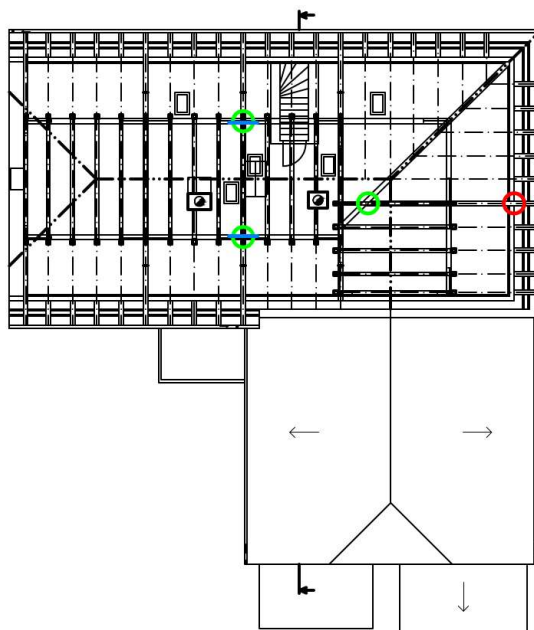
Obrázek 70, plombování v kombinaci s příložkováním (2)

- Vhodná konstrukční úprava – odlehčení, vyvěšení, podepření, podepření prvků.




Prvky krovové soustavy narušené ve větším rozsahu, z nekvalitního dřeva, narušené sesychacími trhlinami nebo značnou deformací je potřeba kompletně vyměnit. Provede se kopie původního prvku. Při výměně je důležité provizorní podepření nebo rozepření, které zajišťuje stabilitu krovové konstrukce (2).

3.3.4. Návrh sanační metody

V řešeném objektu bude provedena výměna vazného trámu a krokve (viz Obrázek 71). Dále budou uvolněné spoje zesíleny příložkami (viz Obrázek 71). Po dobu výměny vazného trámu a krokve bude střešní krytina bude rozebrána, dotčené konstrukce budou montážně podepřeny nebo vyvěšeny na okolní prvky krovu pro zajištění dočasné stability krovové konstrukce. Po provedení výměny se nově zabudované prvky postupně zatíží prvky stávajícími a doplní se rozebraná střešní krytina.



LEGENDA

-  UVOLNĚNÉ SPOJE
-  ČÁSTEČNĚ CHYBĚJÍCÍ PRVKY
-  PŘÍLOŽKY

Obrázek 71, poruchy krovové konstrukce

3.4. Návrh sanace vlhkosti

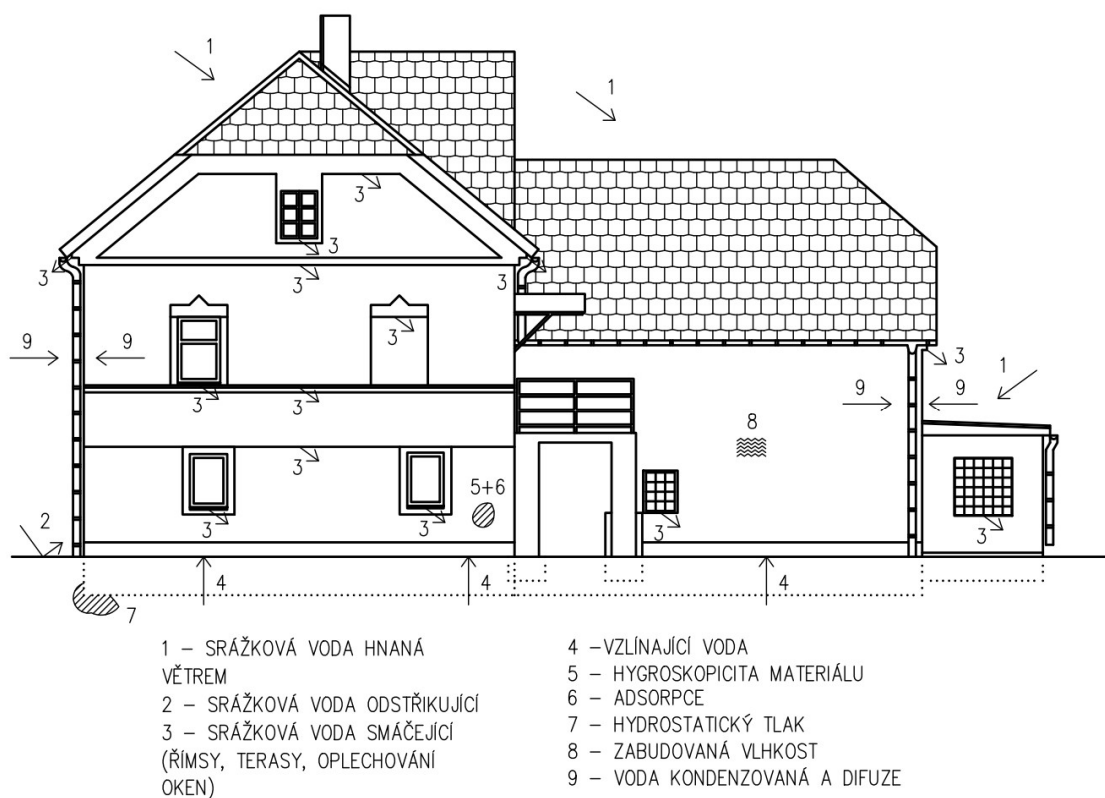
Většina objektů určených k modernizaci či rekonstrukci vyžaduje provedení dodatečné hydroizolace, ochrany proti účinku vztlínající kapilární vlhkosti a vlhkosti migrující ve formě vodní páry z podzákladí a ze zeminy obklopující stavební konstrukci v úrovni pod povrchem terénu a vlhkosti z okolního prostředí, obklopujícího stavební konstrukce a materiály v úrovni terénu. Jedná se o nejdůležitější opatření z hlediska zajištění životnosti a funkční způsobilosti stavby (2).

3.4.1. Zdroje a příčiny zvýšené vlhkosti

Zdrojem zvýšené vlhkosti může být (2) (viz Obrázek 72):

- Voda srážková
- Voda povrchová
- Voda podpovrchová
- Voda podzemní
- Zemní vlhkost
- Voda kondenzovaná
- Voda provozní

- Voda zabudovaná



Obrázek 72, schéma hydrofyzikálního namáhání pozemního objektu

Příčinou zvýšené vlhkosti stavebních konstrukcí může být (2):

- Smáčení
- Prosakování
- Kapilární vztlínání
- Kondenzace povrchová
- Kondenzace vnitřní
- Sorpce
- Technologie výroby
- Chemická reakce
- Vysoký obsah hydrofyzikálních solí
- Mikroorganismy
- Poruchy kanalizačních a vodovodních sítí
- Poruchy vnitřních rozvodů a odpadního potrubí
- Zatékání z komínových a větracích průduchů

3.4.2. Druhy sanací

3.4.2.1. Přímé sanační metody proti zvýšené vlhkosti

Dodatečná hydroizolace zdiva a vnějších povrchů (mechanické metody) – do strojově nebo ručně připravených ložných spár ve stávajícím zdivu jsou vkládány hydroizolační pásy, desky, fólie nebo speciální směsi. Dodatečná izolace je provedena z asfaltových pásů se skelnou tkaninou, kovových fólií, pryžových fólií, fólií z měkčeného PVC, desek ze speciální oceli. Způsoby provádění dodatečné hydroizolace (2):

- Ruční nebo elektrická pila – postupné prořezávání a vkládání hydroizolačních pásů do spáry, po uložení hydroizolačních pásů se provede uklínování a zaplnění spáry cementovou maltou. Použití u cihelného zdiva (viz Obrázek 73) (2).



Obrázek 73, elektrická pila (9)

- Elektrické a diamantové pily – pro smíšené zdivo s průběžnou ložnou spárou, postup je obdobný předchozímu (2).
- Vodní paprsek o velkém tlaku, plastový plamen nebo laser – pro zdivo větší tloušťek a ve zvláštních případech, postup obdobný předchozím (2).
- Vybourání otvorů – postupné vkládání hydroizolačních pásů do vybouraných otvorů ve zdivu. Pro stěny smíšeného nebo kamenného zdiva nebo značně narušené zdivo vlhkostí. Vyzdívkou je nutno provést z kvalitního materiálu (kvalitní pálené, vápenopískové nebo cementové cihly a kvalitní cementové malty) (2).

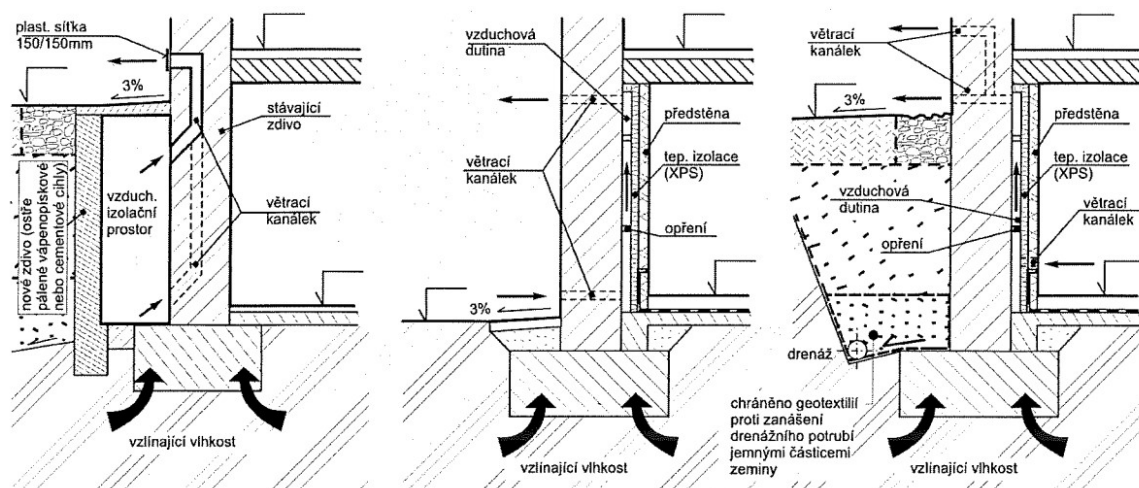
Při provádění dodatečné hydroizolace vkládáním hydroizolačních pásů do proříznuté ložné spáry nebo vybouraného otvoru pro vložení dodatečných hydroizolačních pásů je důležité etapovitě provádění prořezávání nebo probourávání po určitých délkách (2).

Provádění dodatečných hydroizolací pneumatickým zatlačováním – zavibrování nebo zarážení profilovaných kovových desek. Desky jsou zatlačovány do ložných spár zdiva a jejich vodotěsné napojení je provedeno přesahem nebo speciálním zámkem. Pro cihelné či kamenné řádkové zdivo (2).

Před dodatečným prováděním hydroizolace stěn je nutno odstranit omítku z vnějších a vnitřních stran stěn, provést hloubkové čištění spár, trhlin, odstranit zbytky usazených solí a narušené povrchové vrstvy zdiva a zkontrolovat, zda nejsou ve zdivu zabudovány vodiče a jiné rozvody (2).

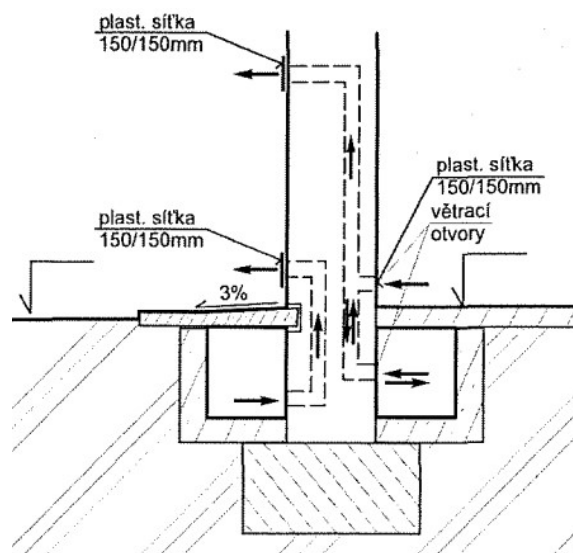
Izolace vzduchovými dutinami – vlhkost z objektu je odváděna proudícím vzduchem ve vzduchových dutinách, mezerách, kanálcích apod. Druhy izolace vzduchovými dutinami (2):

- Svislé vzduchové dutiny – vytvořeny pomocí předstěn umístěných před vnějším lícem obvodových stěn (2).
- Vzduchové mezery – vzduchovou mezerou je bráněno kapilárním vztlínání vody z podzákladí (viz Obrázek 74) (2).



Obrázek 74, příklady provedení provětrávané vzduchové mezery (2)

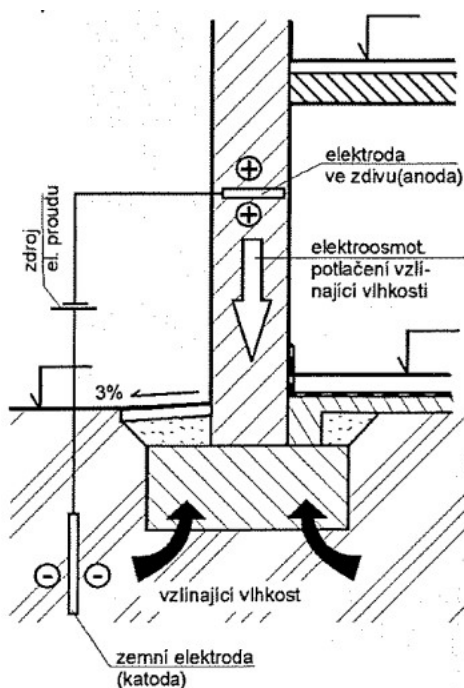
- Průduchy, kanálky a větrací otvory napojené na vnější prostředí – proudění vzduchu je zajištěno provětrávanými kanálky a dutinami napojenými na vnější prostředí a umístěny v různých výškách na protilehlých stranách objektu (viz Obrázek 75) (2).



Obrázek 75, vysušování nadzákladového zdiva provětrávanými podzemními kanálky (2)

- Otevřené příkopy podél obvodového zdiva – volná lícni plocha zdiva umožňuje intenzivní odvětrávání a odpařování vlhkosti z obvodových stěn (2).

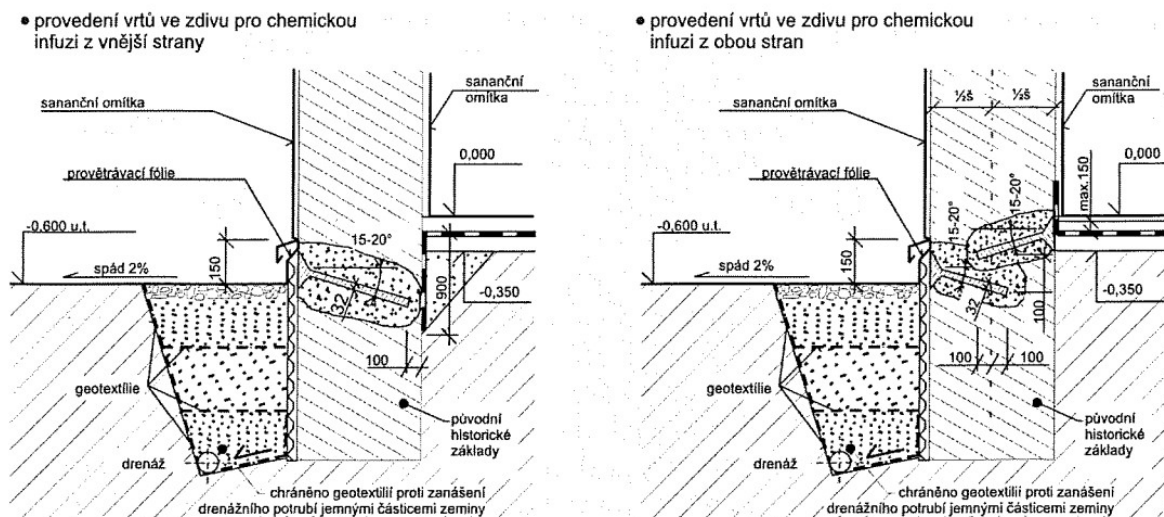
Elektrofyzikální metody – aktivní elektroosmóza (viz Obrázek 76), pasivní galvanoosmóza jsou metody využívající elektrický potenciál, který vzniká pohybem kapaliny při kapilární elevaci v porézním materiálu. Pro mikrokapilární struktury (2).



Obrázek 76, princip aktivní elektroosmózy - kladná elektroda ve zdivu, záporná elektroda v zemi (2)

- Mikrovlnné záření – vyvolání pohybu molekul nevázané vody ve směru vln, při současném vzniku tepla, při němž dochází k přeměně vody kapalně do plynné fáze (2).

Infuzní metody - přerušení kapilárního vztlínání, snížení nasákavosti a smáčení stěn pórů, také i omezení difúze vodních par pórovým systémem. Pórový systém zdiva je napuštěn infuzní látkou a dochází k vytvoření modifikované pórové struktury, která neumožňuje transport vlhkosti v kapalně ani plynné fázi. Podle způsobu aplikace injektáže zdiva se rozlišují injektáže (2):



Obrázek 77, provedení vrtů ve zdivu pro chemickou infuzi (2)

- Beztlaková s hydrostatickým přetlakem – hydrostatický přetlak je realizován rozdílem výšek injektážního vrtu a nádoby s injektážní látkou. Pro zdivo s menší porézností (2).
- Tlaková – pomocí tlakového injektážního čerpadla je do zdiva zaveden infuzní prostředek (polyuretanové nebo epoxidové pryskyřice) (2).

V obou případech použití technologie infuzních clon je nutno zajistit, aby ústí vrtů navazovalo na svislou hydroizolaci a na hydroizolaci podlah. Po vsáknutí a proběhnutí příslušných reakcí jsou vrty zaplněny cementovou nebo vápennou směsí, hydrofobizovanou ve struktuře (2).

3.4.2.2. Nepřímé sanační metody proti zvýšené vlhkosti

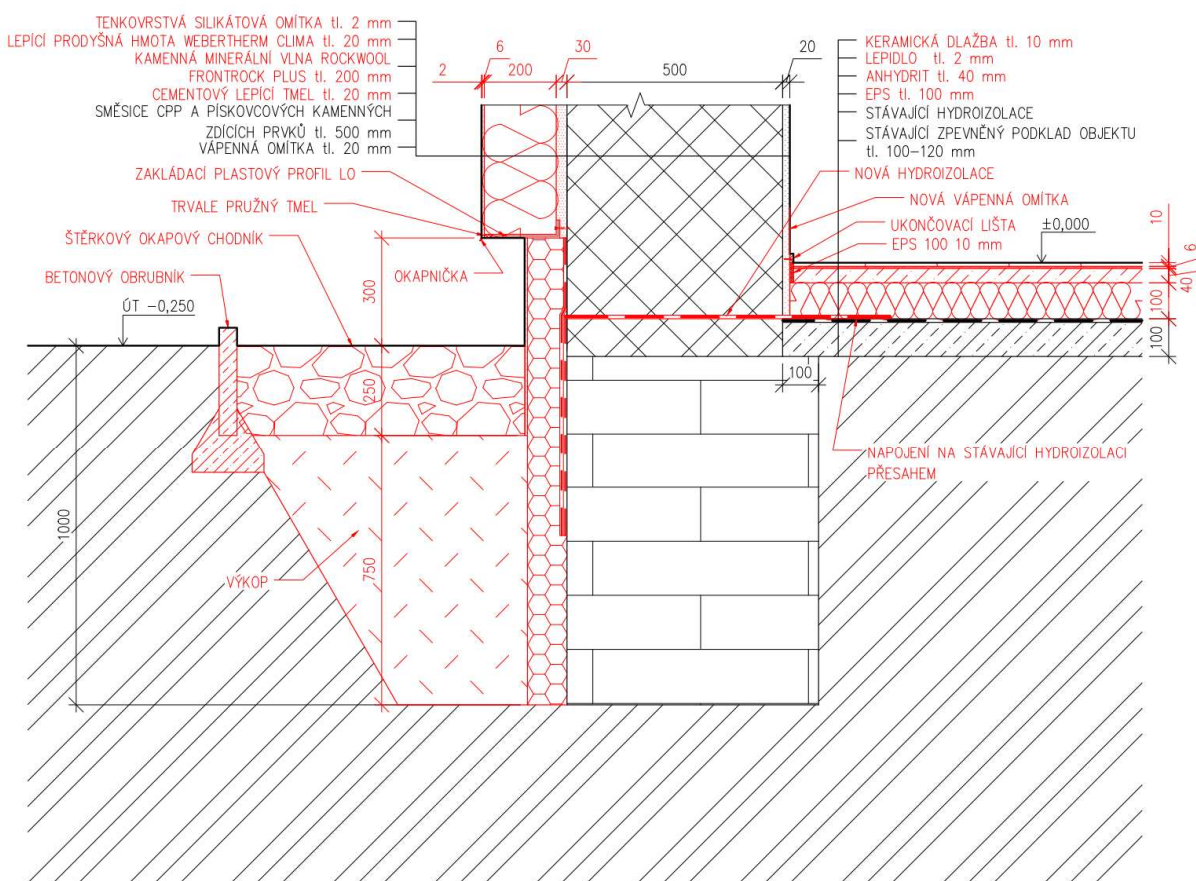
Podmínkou je vyloučení či výrazné omezení zdrojů a příčin zvýšené vlhkosti. Účinná metoda a způsob sanace objektu se zvýšenou vlhkostí je navržena na základě komplexního průzkumu vlhkosti. Účinnost navrženého opatření je nutno zajistit shodnou kombinací různých metod a opatření. Nejspolehlivější metody – metody založeny na fyzikálních principech (2):

- Zajištění přirozeného vysychání
- Zajištění proudění suchého vzduchu
- Zamezení hromadění a kumulace vlhkosti
- Zamezení kondenzace vlhkosti na povrchu a uvnitř konstrukcí
- Omezení přímého kontaktu konstrukcí se zdroji vlhkosti

Mezi tyto metody patří přirozené větrání a vytápění objektu (2).

3.4.3. Návrh sanační metody

Pro řešení objekt se jeví jako vhodná sanace vložení dodatečné hydroizolace mechanickou metodou (viz Obrázek 78). V objektu jsou průběžné ložné spáry a smíšené zdivo z cihel plných pálených a pískovce. Objekt bude postupně prořezáván elektrickou pilou a do vzniklé ložné spáry budou vkládány hydroizolační pásy.



Obrázek 78, dodatečně vložená hydroizolace

4. Návrh stavebních úprav

4.1. Zhodnocení výměny střešní krytiny

Výměna střešní krytiny proběhla před 2 lety. Do objektu nezateká a střešní krytina není viditelně poškozena. Střešní plášť nebyl zateplen.

4.2. Návrh zateplení objektu

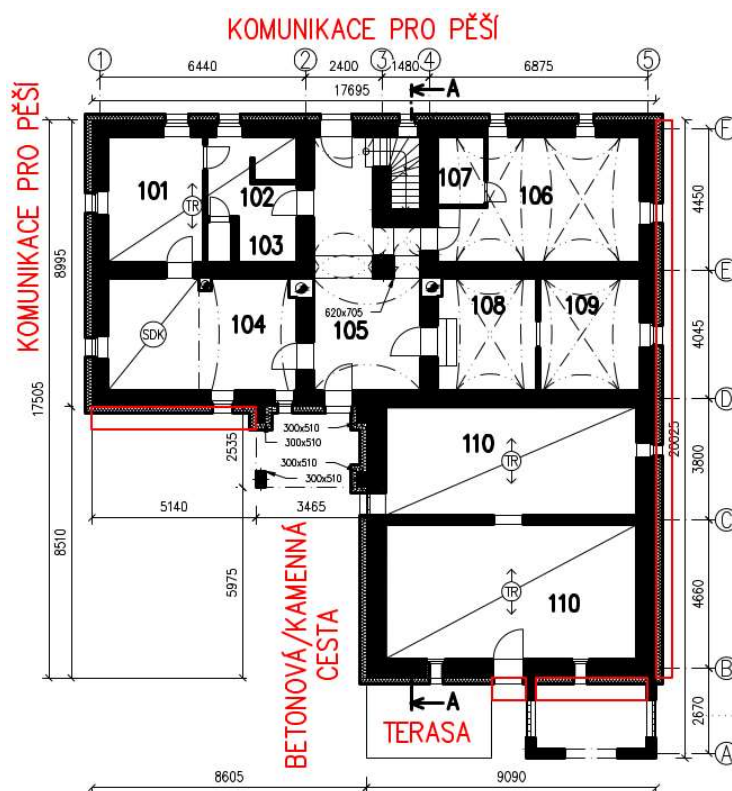
Zateplení objektu je navrženo na všechny svislé stěny z vnější strany, dále na stěnu dílny přiléhající k temperovanému prostoru, stropní konstrukce nad posledním vytápěným podlažím, tj. 2.NP a podlahovou konstrukci v kontaktu s terénem. Stropní konstrukce 2.NP bude zateplena v rámci podlahy půdy. Podlaha bude nepochozí, bude pouze na dřevěném roštu osazena lávka pro údržbu. Na podlahu půdy se položí tepelná izolace. Pokud by se v budoucnu uvažovalo s obytným podkrovím, jevílo by se vhodné zateplení střešního pláště. Podlaha 1.NP bude vyměněna za zateplenou podlahovou konstrukci (viz Obrázek 79). Na přání investora je možné částečně zachovat původní nášlapnou vrstvu podlahy. Před zateplením je třeba provést sanaci trhlin a sanaci vlhkosti. Odstranit řasy z fasády, vysušit zdivo a doplnit chybějící části zdiva a omítky. Dále budou odstraněny okapní potrubí, parapety oken, markýzy terasy a vstupních dveří. Po provedení zateplení budou tyto prvky namontovány zpět a parapety budou nahrazeny novými.

SKLADBA PODLAHY V 1.NP



Obrázek 79, nová skladba podlahy v 1.NP

Dále bude proveden štěrkový obsyp okolo vnitřní strany objektu, kde je to možné (viz Obrázek 80). Z vnější strany objektu je pochozí komunikace pro pěší a v některé části objektu je zpevněná betonová cesta s rigolem (viz Obrázek 80). U přístěnku a dílny se štěrkový obsyp provádět nebude. Před samotným procesem je třeba vyrovnat podklad, aby na něj bylo možné bez problémů provést kontaktní zateplovací systém. Kladení zateplovacího systému bude prováděno z lešení. Po provedení dodatečného zateplení objektu bude u dílny osazen nový nezámrzný kohout (původní kohout viz Obrázek 3), který bude mít regulovaný tok vody, aby nebyla poškozována nově zateplená fasáda.



Obrázek 80, možné dodatečné vykopání kačírku

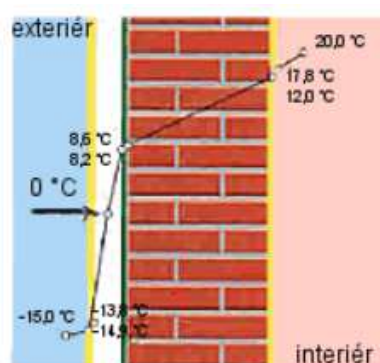
4.2.1. Doplnění chybějících částí omítky

Po sanaci trhlin a jejich vyplnění cementovou maltou se zdivo vysuší a podklad se vyrovná tak, aby na něj bylo možné bez problémů provést kontaktní zateplovací systém.

4.2.2. Druhy zateplení

4.2.2.1. Vnější zateplení

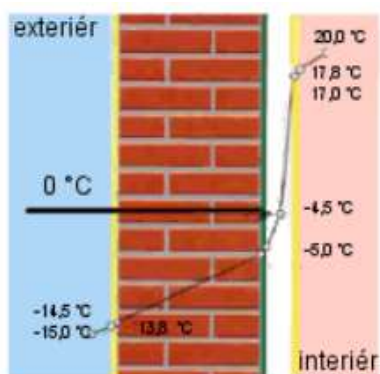
Jedná se o základní zateplovací metodu. Objekt je chráněn a je prodloužena jeho životnost. Dále se zvyšuje akumulační schopnost objektu. Toto zateplení přispívá k eliminaci tepelných mostů v konstrukci objektu (např. okenní překlady) (viz Obrázek 81). Menší nevýhodou je, že tento typ zateplení rozšíří vnější půdorys objektu. Dalšími nevýhodami jsou vyšší náklady a nutnost správného provedení s dodržением technologických postupů stanovených výrobcem. Dále mohou být tyto systémy rizikové z hlediska difúze vodní páry. Riziko snížíme správným návrhem jednotlivých vrstev a umístěním vrstev s vyšším difúzním odporem na vnitřní stranu konstrukce. Každý návrh je nutno doložit tepelně technickým výpočtem a dosáhnout příznivého průběhu teplotního a vlhkostního režimu. (10) (11)



Obrázek 81, průběh teplot u vnějšího zateplení (11)

4.2.2.2. Vnitřní zateplení

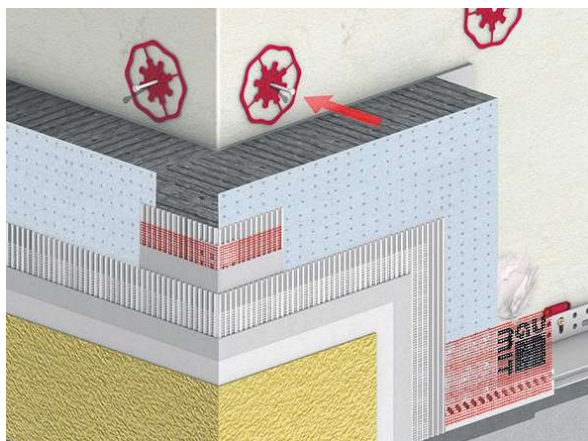
Tato metoda se provádí jako poslední možnost (např. historické objekty). Před započítím prací je nutné provést odborné posouzení celkového technického stavu objektu. Velkou nevýhodou je nebezpečí kondenzace vlhkosti ve stěnách objektu a vzniku plísní zejména v oblasti tepelných mostů (např. okenní překlady) (viz Obrázek 82). Jelikož jsou stěny objektu odizolovány od teplého vnitřního prostoru a jsou výrazně studenější než izolační materiál, životnost nosných stěn se tak snižuje. Pro tuto metodu je vhodné použít minerální vatu v kombinaci s parozábranou nebo speciální izolací, která propouští vlhkost. Další nevýhodou je zmenšení vnitřních prostor. Dále je nutno zajistit nepřerušované vytápění, jelikož minerální vata má nízkou tepelnou akumulaci, která umožňuje rychlé vytopení místnosti, ale po přerušení vytápění teplota rychle klesne. Stejně jako u předešlé metody je důležité správné provedení s dodržением technologických postupů stanovených výrobcem. (10) (11)



Obrázek 82, průběh teplot u vnitřního zateplení (11)

4.2.2.3. Kontaktní zateplení

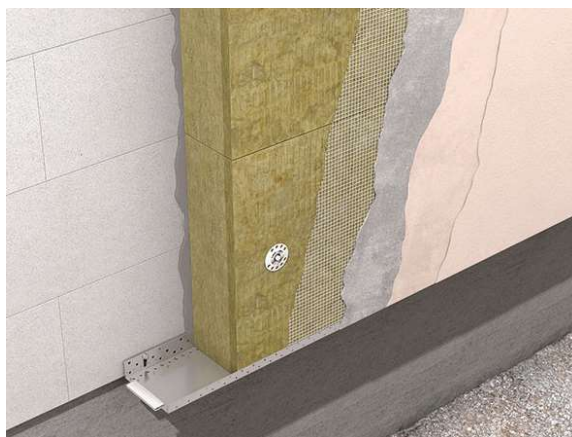
Nejrozšířenější způsob zateplení, který je pevně spojen lepidlem s podkladem a z důvodu statických i klimatických je navíc ještě ukotven hmoždinkami (viz Obrázek 83). Podmínkou pro jeho využití je suché zdivo a pevný podklad. Předností vnějšího zateplení je výhodný poměr ceny a kvality, eliminace tepelných mostů, izolace může být doplněna o drobné prostorové tvarové zdobené fasádní prvky a tím lze zachovat původní vzhled objektu. Povrch lze upravit omítkou nebo obkladem. (10)



Obrázek 83, kontaktní zateplovací systém Baunit open (10)

4.2.2.4. Kontaktní zateplovací systém (ETICS)

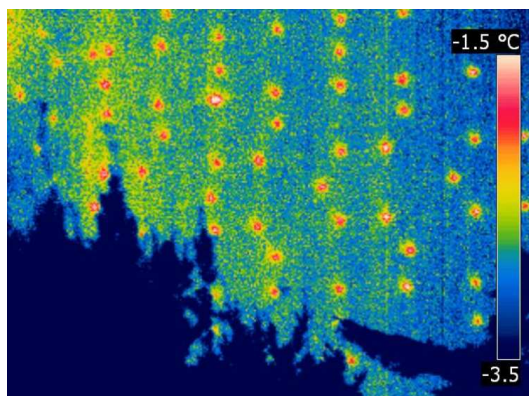
Velmi rozšířená metoda vnějšího kontaktního zateplení, mezinárodně označována zkratkou ETICS (external thermal insulation composite systém). Metoda slouží ke kompletnímu zlepšování tepelně-technických parametrů obvodových plášťů objektu. Na stavbě se uplatňuje soustava průmyslově zhotovených a výrobcem určených a vybraných výrobků. Jednotlivé součásti jsou testovány a vybrány tak, aby se vhodně doplňovaly s dalšími prvky (vždy se jedná o produkty jednoho výrobce). Předností této metody je komplexní zateplení obálky budovy s absencí tepelných mostů. Tepelná izolace je spojena tmelem a hmoždinkami s původním zdivem (viz Obrázek 84). Stejně jako u předešlých metod je důležité správné provedení s dodržением technologických postupů stanovených výrobcem. (10)



Obrázek 84, systém pro izolaci vnějších obvodových stěn ECOROCK FF (10)

Při špatném provedení u těchto systémů může být problémem tepelného mostu u kotvení hmoždinek, kde hmoždinky prochází skrz tepelný izolant. Pokud je hmoždinek méně dá se tento tepelný most zanedbat, ale pokud je jich více např. z důvodu vyššího zatížení větrem, mohou tvořit významný tepelný most (viz Obrázek 85). Dále pokud jsou hmoždinky kovové např. při větších tloušťkách tepelného izolantu, jsou tepelné mosty znatelnější než u hmoždinek plastových pro tenčí tepelnou izolaci. Intenzita tepelného toku v místě tepelného mostu je potom dána nejen typem hmoždinky a

tloušťkou tepelného izolantu, ale také hloubkou ukotvení do podkladu a samozřejmě i konstrukcí, do které je hmoždinka kotvena. (12)



Obrázek 85, termogram štítové stěny zatepleného panelového domu (12)

4.2.2.5. Zateplení s odvětrávanou mezerou

Jedná se o ucelený a zdokonalený systém. Jejímž principem je větraná mezera umístěná mezi izolantem a vnější fasádou, kterou lze vytvořit z jakéhokoliv obkladového materiálu. Stěna je obložena deskovým tepelněizolačním materiálem. Základním prvkem je nosný dřevěný nebo kovový rošt, připevněný na zeď objektu. Tato konstrukce nese vnější fasádní obklad objektu (viz Obrázek 86). Vzduchová mezera mezi tepelnou izolací a obkladem je současně prostředkem k ochlazování budovy v horkých letních dnech a k odvádění vodních par z konstrukce objektu. Díky takto správně vyřešenému zateplení konstrukci neohrožuje vlhkost a zdivo může volně dýchat. (10) (13)



Obrázek 86, zateplovací systém s odvětrávanou mezerou ROCKWOOL (13)

4.2.2.6. Rozdělení tepelně izolačních materiálů

Do skupiny izolací chemického původu patří polystyreny, polyuretany, PVC a PE a nejběžnější z nich expandovaný pěnový polystyren (EPS) (viz Obrázek 87). Typy EPS se liší pevností v tlaku. Dále do této skupiny patří tvrdá PU pěna, polyisokyanurát (PIR), který má výborné tepelněizolační vlastnosti

a izolace na bázi fenolické pěny, které díky uzavřené struktuře nepřijímají žádnou vlhkost a jsou odolné proti ohni. (10)



Obrázek 87, izolační desky z expandovaného polystyrenu Isover EPS Perimetr (10)

Do skupiny izolací přírodního původu patří rostlinné zdroje (sláma, seno, dřevo a celulóza) i produkty z nerostných surovin, jako jsou minerální vlny (kamenná nebo skelná vlna) (viz Obrázek 88). Předností této skupiny je odolnost proti ohni, tlumení hluku, prodyšnost a vysoká paropropustnost. Výrobní procesy této skupiny izolantů nejsou náročné na spotřebu energií. Jsou ošetřeny proti škůdcům, plísním, houbám, roztočům a také impregnovány proti hoření. Speciální kategorií této skupiny je konopné vlákno (viz Obrázek 89), které je velmi odolné, pevné s dlouhou životností, odolné vůči škůdcům a plísním. (10)



Obrázek 88, Izolační rolované pásy ze skelné plsti Isover (10)



Obrázek 89, Termo-Konopí Combi-Jute přírodní izolační materiál (10)

Poslední skupinou jsou vakuové izolační panely (VIP) (viz Obrázek 90) a pěnové sklo. Jedná se spíše o zvláštní a okrajové materiály, které se v poslední době mohou použít také pro vnitřní zateplení. Jejich výplň je tuhá síťová struktura tvořená shluky částic oxidu křemičitého. Vzduchotěsný a mechanicky tuhý obal je k udržení vakua uvnitř panelu a k usnadnění jeho manipulace. Pěnové sklo je tvořeno uzavřenými bublinami a díky tomu je parotěsné a nehořlavé. Nejčastěji je využíváno k izolaci základů či spodní stavby, případně pochozích střech s velkým tlakovým namáháním. (10)



Obrázek 90, Kingspan Optim-R panel s vakuovou izolací (10)

4.2.3. Porovnání druhů zateplení

Pro objekt bude použito vnější zateplení. Vnitřní zateplení je nákladné a u řešeného objektu není potřeba.

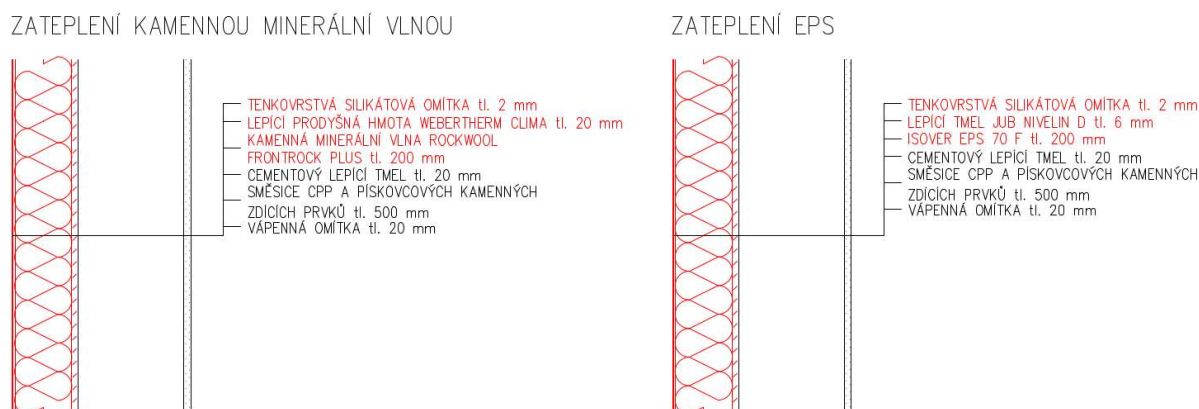
Prvním řešením zateplení bude kontaktní zateplovací systém, který sebou, ale přináší nutné řešení vlhkých stěn. Vzhledem k tomu, že se jedná o objekt pro bydlení, jeví se jako vhodné mechanické doplnění hydroizolace, které je v současnosti považováno za nejspolehlivější metodu sanace vlhkosti s garantovanou životností až 90 let. Jedná se o smíšené zdivo, předpokládá se tedy proříznutí spáry diamantovým lanem. Návrhu sanace vlhkosti musí předcházet vlhkostní průzkum, který nebyl v rámci

této práce proveden. Vlhké stěny je třeba také vysušit. Dále je nutno důkladně připravit podklad pro zateplení, jak je již uvedeno výše. V poslední řadě je velmi důležité dodržet technologický postup stanovený výrobcem.

Druhým řešením je zateplení s odvětrávanou mezerou. Stěny by bylo nutno taktéž vysušit a řádně připravit pro bezproblémové zateplení. Jedná se ale o náročnější a dražší proces, kde je taktéž nutno dodržet technologický postup stanovený výrobcem.

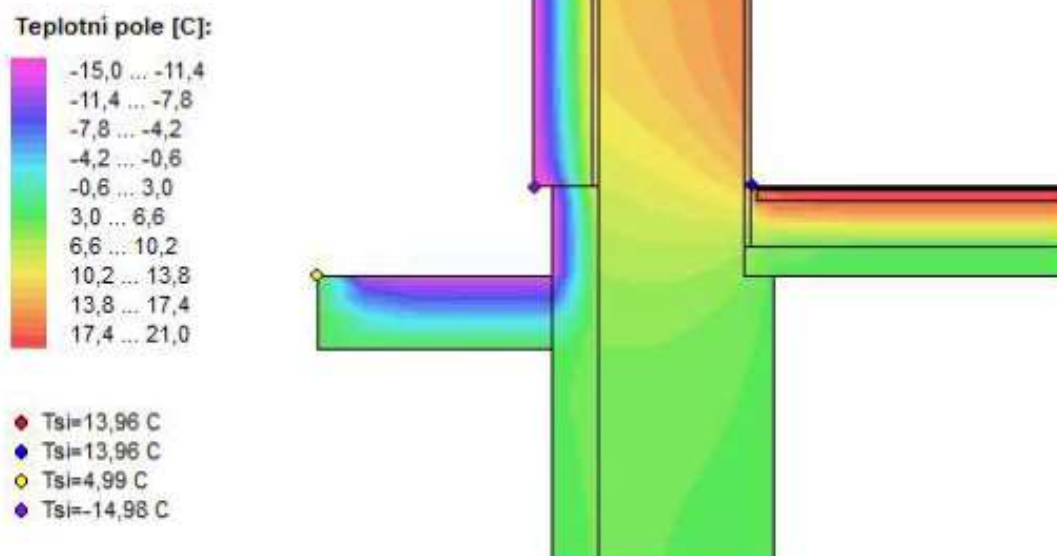
Pokud nebude řešena vlhkost v objektu je nevhodné použití materiálů chemického původu jako je EPS apod. Možným řešením je použít materiály přírodního původu, které jsou nehořlavé, prodyšné a paropropustné. Nedojde tak ke kondenzaci vodní páry ve fasádě a vyhníjí jednotlivých částí zateplovacího systému.

Pro řešení objektu byla navržena dvě řešení kontaktního zateplovacího systému, které se liší v použití materiálu. Prvním materiálem je EPS (za podmínky sanace vlhkosti) a druhým materiálem je minerální vlna. Obě možnosti byly porovnány v softwaru AREA 2017 EDU (viz Příloha č. 2). Byl vybrán typický detail soklu s kačirkem, (viz Obrázek 78). Tento detail byl posouzen pro obě navrhované skladby (viz Obrázek 91).

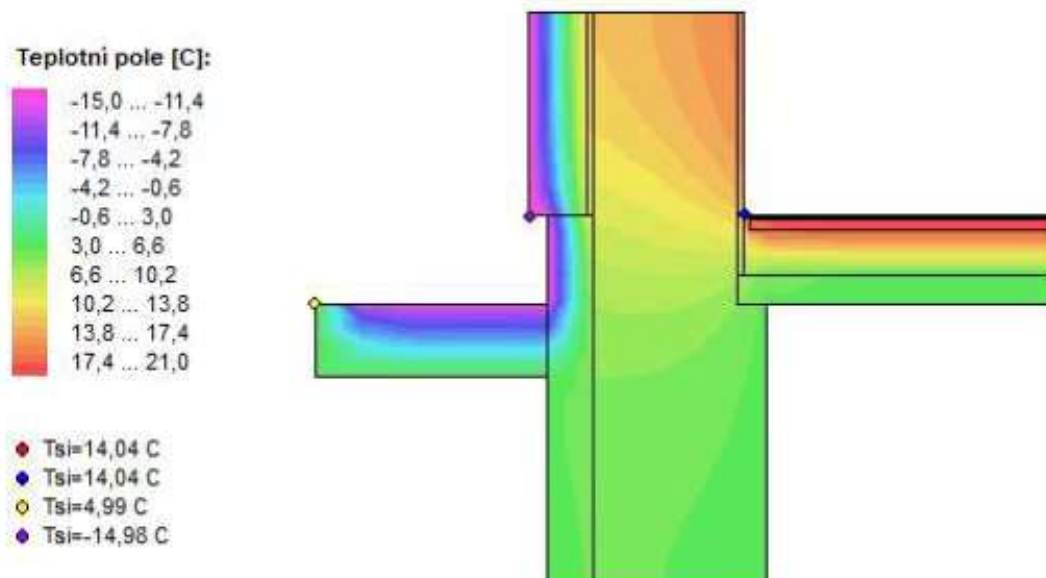


Obrázek 91, navrhované skladby zateplení

Po zadání obou skladeb v detailu soklu s kačirkem (viz Obrázek 78) do softwaru AREA 2017 EDU bylo zjištěno, že skladby nekondenzují (viz Příloha č. 4, Obrázek 92, Obrázek 93), tudíž nebude nutno řešit kondenzaci vodní páry v konstrukci.



Obrázek 92, nejnižší povrchové teploty varianty s kamennou minerální vatou

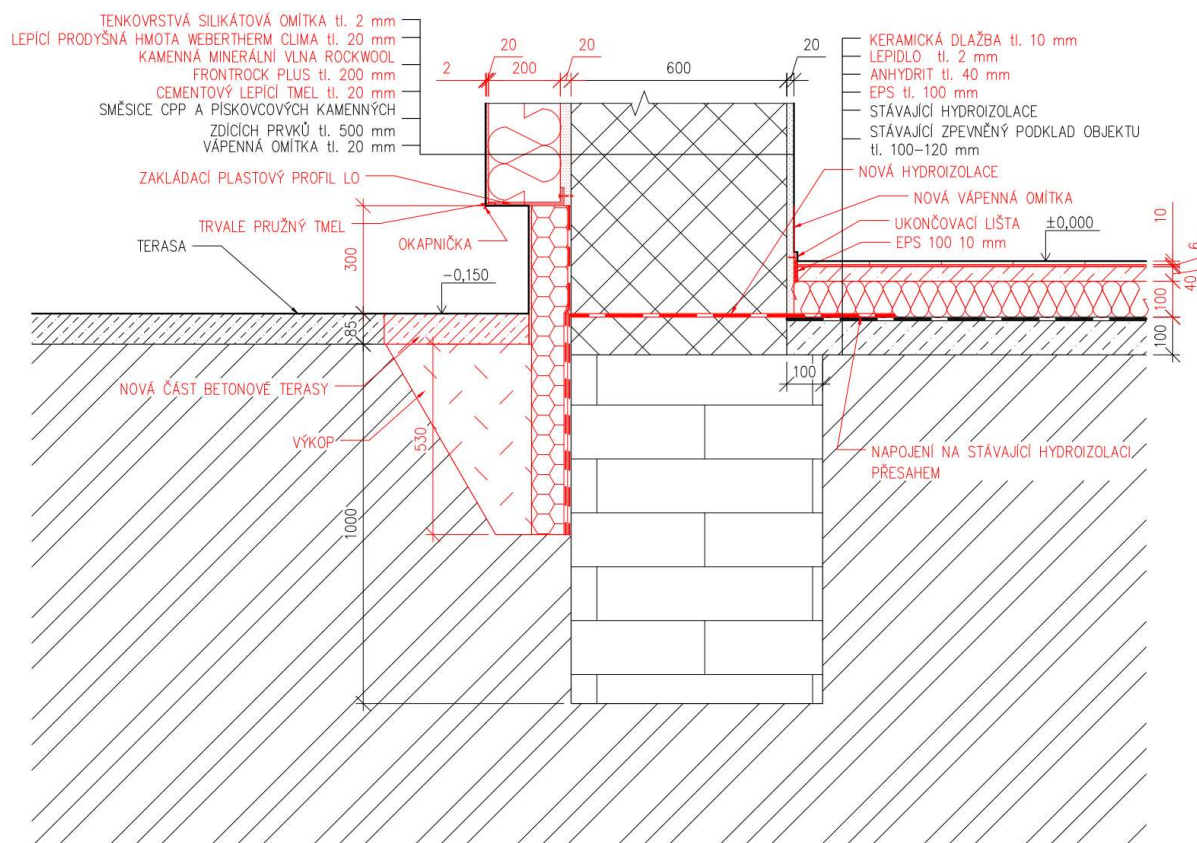


Obrázek 93, nejnižší povrchové teploty varianty s EPS

Z výpočtu se obě varianty jeví jako dostatečné, na zvážení je případné přidání tepelné izolace. Z výpočtu tepelného toku se jeví jako lepší varianta kamenná minerální vata.

U detailu, kdy je u stěny dílny umístěna betonová terasa výšky 85 mm na terénu, nebude nutno zateplovat terasu z důvodu vyhnutí se kondenzaci vodní páry. Dílna je nevytápěným prostorem. Terasa bude částečně odstraněna v místě přilehlém k objektu, aby se mohlo provést zateplení soklu. Poté bude betonová terasa nově zhotovena (viz Obrázek 94).

Stavebně-technický průřez a návrh stavebních úprav rodinného domu v Údlicích



Obrázek 94, zateplení soklu u terasy dílny

Jako izolace v kontaktu s terénem byl zvolen XPS. Navrhovaná tloušťka: EPS 200 mm, XPS 160 mm a minerální kamenná vlna 200 mm.

Pro větší efektivnost zateplení byla navržena výměna čtyř stávajících oken. Jedná se o tři okna dílny (stávající plastové okno v 2.NP a dvě okna v 1.NP) a stávající dřevěné okno v podkroví. Okna budou vyměněna za dřevěná s izolačním dvojsklem. Dále byla navržena výměna střešních plastových oken v podkroví za dřevěná okna s izolačním dvojsklem.

Pro objekt bude použito zateplení kamennou minerální vlnou, toto řešení se v celkovém měřítku jeví jako levnější řešení a také jako účinnější. Tímto řešením se zabrání hnilobě tepelné izolace v případě špatné či neprovedené sanace vlhkosti nebo vzniku nové příčiny vlhkosti v objektu.

4.2.4. Postup prací při zateplení

Před samotným procesem bude provedena výměna čtyř oken (tři okna dílny a okno podkroví). Podklad pro zateplení bude zpevněn. Nerovnosti přesahující jeden centimetr budou vyrovnány nivelační hmotou. Dále bude povrch fasády objektu mechanicky očištěn kartáčem nebo omyt vodou pod velkým tlakem. Silně absorbující podklady je třeba napenetrovat, aby se snížila jejich absorpční schopnost. Proces zateplení by neměl probíhat při teplotách pod +5°C či nad 25°C, při silném větru, dešti a ani intenzivním slunci. (14)

4.2.4.1. Montáž lišt a lepení desek

V návrhu byla stanovena výška soklu 300 mm nad stávajícím terén a pozemní komunikaci pro pěší. V této výšce bude vodorovně namontována soklová lišta kolem celého objektu. Jednotlivé lišty se mezi sebou spojují pomocí dilatačních spojek, použít je nutno nejméně 5 kotev na běžný metr lišty. Rovinnost od fasády bude zabezpečena dilatačními podložkami. Dále bude na desku z kamenné vlny nanášeno lepidlo, které musí pokrýt alespoň 40 % spodního povrchu desky (viz Obrázek 95). (14)



Obrázek 95, nanášení lepidla na desky z kamenné vlny (14)

4.2.4.2. Kotvení, armovací vrstva a penetrační nátěr

Desky z kamenné vlny budou kotveny nejdříve za 24 hodin po nalepení pomocí hmoždinek se zatluokacím nebo šroubovacím trnem (viz Obrázek 96). Typ trnu se určuje podle zvoleného systému ETICS. (14)



Obrázek 96, kotvení desek z kamenné vlny (14)

Dále se provede zatmelení ostění všech okenních a dveřních otvorů. Nároží ostění bude vyztuženo nárožními lištami se síťovinou. V první etapě práce s armovací hmotou bude uhlazen povrch desek z kamenné vlny tenkou vrstvou krycí hmoty a hladkou stranou hladítka (viz Obrázek 97). (14)



Obrázek 97, uhlazení povrchu desek z kamenné vlny (14)

Poté bude nanášena vrstva hmoty zubatým hladítkem a do ní směrem shora dolů bude vložena po celé výšce stěny síťka ze skelného vlákna. Síťka se musí vždy nacházet v horní třetině armovací

vrstvy od povrchu, a nesmí být vidět její struktura. Penetrační nátěr bude nanesen válečkem nebo štětcem zhruba za 3 dny na suchou vrstvu krycí hmoty. Jeho typ se volí podle druhu omítky. (14)

4.2.4.3. Nanášení omítky

Minerální omítka bude nanesena nejdříve po 24 hodinách od zaschnutí penetračního nátěru, s využitím postupu „mokrě na mokré“. Postup nanášení závisí na typu zvolené omítky.

Probarvená pastovitá omítka bude nanášena na upravený podklad nejprve v tenké vrstvě, na tloušťku zrna, nerezovým hladítkem. Bezprostředně po nanesení plastovým hladítkem bude vytvořena struktura. Může být zvolena struktura zatočená nebo lze použít strukturu drásanou. Točená omítka bude nanášena krouživými pohyby, drásaná bude zahlazena ve svislém či vodorovném směru. Vždy přitom platí pravidlo nanášení „mokrě na mokré“ (viz Obrázek 98). (14)



Obrázek 98, nanášení omítky (14)

Nadbytečná omítka bude stažena hladítkem pod úhlem na zrnitost omítky. Poté bude omítka zatřena, v mokrému stavu se její povrch strukturuje do požadované podoby. Před finálním barvením omítky bude ošetřen základ penetračním nátěrem, který bude sloužit pro vyrovnání a sjednocení nasákavosti, zpevnění struktury a zvýšení přilnavosti barvy. Finálním krokem bude nanesení barvy. Možnosti výběru jsou silikátové a silikonové barvy. Doba zrání v případě silikátových barev činí minimálně 3 dny, u barev silikonových nejméně 14 dní. (14)

Pro objekt byla zvolena drásaná silikátová omítka. Doba zrání tedy bude minimálně 3 dny a nanášení omítky bude provedeno zahlazením ve svislém směru.

4.3. Návrh výměny podlahových konstrukcí

Pro řešený objekt byla navržena výměna podlahových konstrukcí v 2.NP. Cílem výměny podlahových konstrukcí je eliminace zdravotně závadných materiálů a jejich nahrazení zdravotně nezávadnými materiály. Ve stropní konstrukci 1.NP se nachází násyp z popílku a škváry, který bude vyměněn. Podlahová konstrukce 2.NP nebude měněna.

4.3.1. Možnosti výměny podlahy

Výměny škváry a popílku mohou být provedeny pomocí:

- Vylehčených betonů: Pěnobetonu, polystyrenbetonu
 - Pěnobeton – ve vyzrálém stavu lze charakterizovat jako směs cementu a vzduchových pórů. Lze použít na nerovnoměrném povrchu. Výsledná plocha z pěnobetonu je kompaktní, bez spár, dutin a výškových zlomů. Vyznačuje se dlouho trvanlivostí a možností aplikace litých podlah. Pěnobeton je vyráběn ze speciálního cementového mléka a technické pěny. Do cementového mléka je dávkována technická pěna. Výhodami pěnobetonu jsou nízká objemová hmotnost (250-900 kg/m³), pevnost v tlaku (0,3-5 MPa), položení v krátkém čase, vhodný pro nivelace a tvorbu spádů, tepelně izolační materiál. (15), (16), (17)
 - Polystyrenbeton – lehký izolační beton, jehož součástí jsou polystyrenové kuličky. Polystyrenbeton je vyráběn jako prostý beton, plnivo tohoto betonu jsou polystyrenové kuličky. Stejně jako u předešlého pěnobetonu je výsledná plocha kompaktní, bez spár, dutin a výškových zlomů. Výhodami polystyrenového betonu jsou tepelněizolační vlastnosti, malá objemová hmotnost (200–1500 kg/m³), pevnost v tlaku (0,2–7 MPa). Stejně jako předešlého pěnobetonu položení v krátkém čase, vhodný pro spádové vrstvy. (18)
- Zdravotně nezávadného násypu – liapor, cihelná drť, pěno sklo
 - Liapor – lehké keramické kamenivo. Výroba spočívá ve výpalu a expandaci třetihorních jílu v rotačních pecích, kde vznikají keramické perly Liaporu. Jedná se o kamenivo s nízkou objemovou hmotností (500-1500 kg/m³). Dalšími výhodami jsou vysoká pevnost v tlaku (0,7-10 MPa), objemová stálost, trvanlivost, mrazuvzdornost, žáruvzdornost, vysoké hodnoty akustického útlumu a výborné tepelně-izolační vlastnosti. (19)
 - Cihelná drť – vyrobena z recyklovaných cihel plných pálených. Výroba spočívá v drcení protříděné cihelné sutě v drtičce. Nevýhodou je nasákavost cihel a malá odolnost proti otlukovosti. (20)
 - Pěno sklo – vyrobeno z recyklovaného skla. Výroba spočívá ve zpracování odpadních střepů z obalového skla, mezistupněm výroby je skleněná moučka a konečným výrobkem je pěnové sklo. Jedná se o tepelně izolační materiál s vysokou pevností v tlaku (0,64 – 1 MPa), mrazuvzdorností a nenasákavostí, také je nehořlavé a odolné vůči hlodavcům i plísním. V poslední řadě má malou objemovou hmotnost (145-165 kg/m³) a nebude příliš zatěžovat stropní konstrukci. (21)

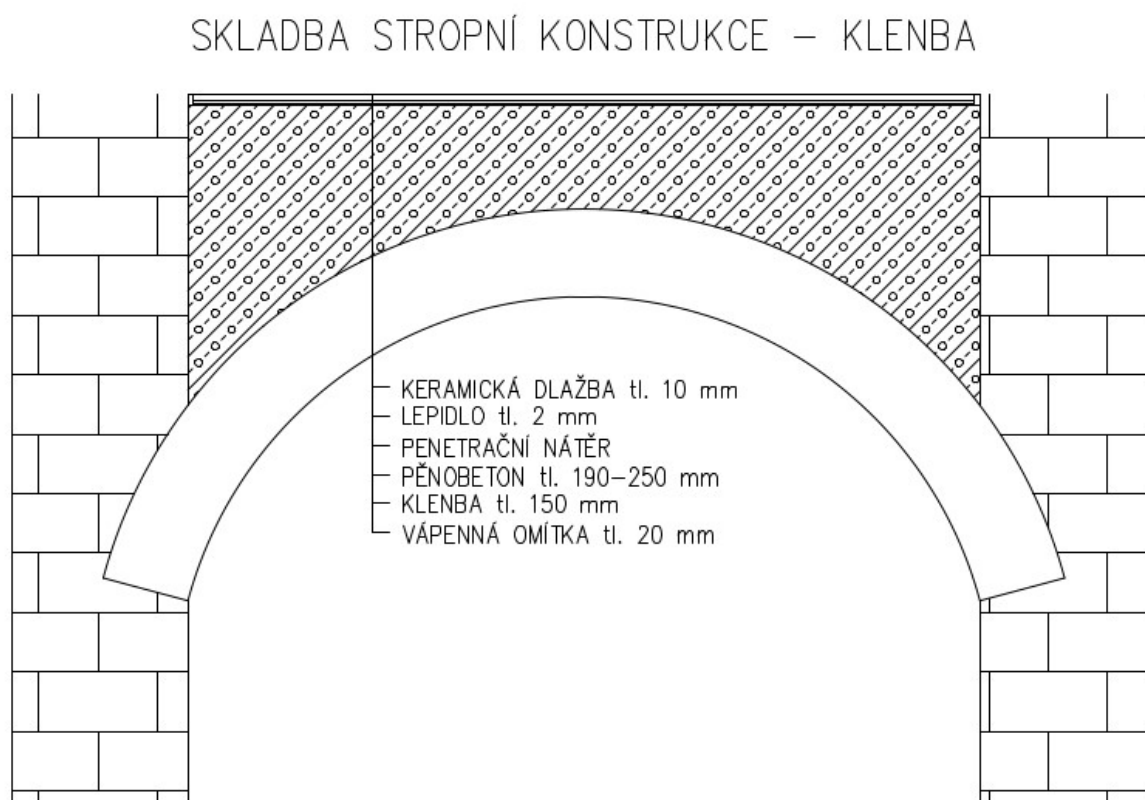
4.3.2. Porovnání možností

Jako vhodné možnosti výměny násypu se jeví liapor a pěnobeton. Pěnobeton má výhodu v jeho snadné aplikaci a ve své celistvosti. Po jeho aplikaci povrch zatvrdne a vytvoří se rovná plocha pro

položení nově navrhované nášlapné vrstvy. Liapor má větší objemovou hmotnost než pěnobeton a není celistvý.

4.3.3. Postup prací při výměně podlahy

Nášlapná vrstva podlahy bude odstraněna. Poté se odstraní dřevěný podklad z prken. Posledním krokem bude odstranění zdravotně závadného násypu – popílku a škváry. Po odstranění všech těchto vrstev bude klenba mechanicky očištěna. Poté bude na očištěnou klenbu vylit pěnobeton. Po technologické přestávce 24 hodin se na již vytvrzenou vrstvu pěnobetonu nanese penetrační nátěr. Na podkladní vrstvu z penetračního nátěru bude přilepena nově navrhovaná nášlapná vrstva. Jako nová nášlapná vrstva byla navržena keramická dlažba, laminát a linoleum (viz Obrázek 99). Na přání investora je možno částečně zachovat původní nášlapnou vrstvu podlahy.



Obrázek 99, nově navrhovaná skladba stropní konstrukce

Závěr

V bakalářské práci bylo zpracováno zaměření objektu pomocí laseru a pásma a bylo vyneseno v softwaru AutoCAD 2019 (viz příloha č. 1). Dále byl proveden stavebně technický průzkum, který odhalil poruchy a vady objektu. Jako poruchy objektu byly zjištěny rozsáhlé trhliny na fasádě objektu, některé trhliny sahaly na celou výšku objektu. Nejširší trhlina byla po dobu šesti měsíců pozorována a byla vyhodnocena jako aktivní/neaktivní. Dále byla zjištěna na základě vizuálního průzkumu vlhkost zdiva objektu, a to až do výšky 1 metru nad stávajícím terénem, následkem vlhkosti se na objektu vytvořily řasy a odpadala omítka buď částečně nebo úplně. Další poruchou byly uvolněné zdící prvky ve štítech objektu a jedna degradovaná krokev a vazný trám. Všechny vady a poruchy byly zpracovány ve výkresové dokumentaci stávajícího stavu v softwaru AutoCAD 2019 (viz příloha č. 2) a byla pořízena jejich fotodokumentace.

U zjištěných poruch byla provedena analýza možných příčin a následně bylo navrženo sanační opatření. U rozsáhlých trhlín na objektu byla navržena dvě sanační opatření – stažení objektu ve výšce stropních konstrukcí a stehování jednotlivých trhlín – jako vhodnější metoda se jevílo sanační opatření stažení objektu. Dále byly okrajově navrženy sanační opatření krovu – degradovaná krokev a vazný trám byly vyměněny, objekt byl podříznut, aby se zabránilo dalšímu vnášení vlhkosti a v poslední řadě bylo navrženo rozšíření základů v části dílny, kde se nacházela nejširší trhlina, která byla po dobu šesti měsíců sledována. Trhlina byla pravděpodobně pasivní a na tomto základě se také vybralo vhodnější sanační opatření.

Následně byl proveden návrh stavebních úprav a jeho zpracování v softwaru AutoCAD 2019, který zahrnoval zateplení objektu a výměnu podlahové konstrukce v 2.NP (viz příloha č. 3). Aby bylo dodatečné zateplení co nejefektivnější, bude nutné také doplnit tepelnou izolaci do skladby podlahy na terénu. Jako zateplení konstrukce byla navržena dvě možná řešení – kontaktní zateplovací systém s kamennou minerální vlnou nebo EPS – řešení byla mezi sebou porovnána v softwaru AREA 2017 EDU (viz příloha č. 4) a následně bylo vybráno zateplení minerální kamennou vlnou, jelikož se jevílo jako více vhodné. Fasáda objektu byla navržena jako difuzně otevřená. Výměna podlahové konstrukce v 2.NP byla provedena pomocí pěnobetonu, který se v porovnání s ostatními možnostmi jevílo jako nejvhodnější, skladba nové podlahové konstrukce byla zvolena s ohledem na vyrovnání 2.NP do jedné roviny.

Zpracováním této bakalářské práce byla možnost vyzkoušet si monitoring trhlíny. Díky této možnosti bylo dosaženo přesnějších výsledků analýzy poruch objektu a byla navržena nejvhodnější sanace trhlín, při které bylo využito záznamu z monitoringu trhlíny. Díky zpracování práce jsem si vyzkoušela ucelený návrh sanačních opatření a návrh kontaktního zateplovacího systému stávajícího objektu.

Citovaná literatura

1. Havlíčkova 78, Údlice. *Mapy.cz*. [Online] [Citace: 8. 3 2022.] <https://mapy.cz/zakladni?x=13.4595545&y=50.4390516&z=19&base=photo&q=%C3%BAudlice&source=addr&id=10956777&ds=1>.
2. Witzany, Jiří et al. *PDR - poruchy, degradace a rekonstrukce*. Praha : Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2010. 978-80-01-04488-9.
3. Jak opravit trhliny ve zdivu. *venkovskydum.cz*. [Online] [Citace: 6. 4 2022.] <https://venkovskydum.cz/trhliny/>.
4. Injektáž trhlín betonových konstrukcí. *stado.cz*. [Online] [Citace: 6. 4 2022.] <http://www.stado.cz/injektaz-trhlin-v-betonu>.
5. Zajištění a stabilita zděných konstrukcí. *venkovskydum.cz*. [Online] [Citace: 6. 4 2022.] <https://venkovskydum.cz/zajisteni-stabilita-zdenych-sten/>.
6. Sešívání trhlín. *helifix-cz.cz*. [Online] [Citace: 6. 4 2022.] <https://www.helifix-cz.cz/aplikace/sesivani-trhlin-aplikace>.
7. Mikropiloty, kotvy a injekt. *geobetds.cz*. [Online] [Citace: 7. 5 2022.] <http://www.geobetds.cz/>.
8. Trysková injektáž. *soletanche.cz*. [Online] [Citace: 7. 5 2022.] https://www.soletanche.cz/technologie_tryskova_injektaz/.
9. Perlík, Ing. Martin. Vlhké zdivo lze řešit podříznutím a vkládáním dodatečné hydroizolace. *estav.cz*. [Online] [Citace: 7. 5 2022.] <https://www.estav.cz/cz/3510.vlhke-zdivo-lze-resit-podriznutim-a-vkladanim-dodatecne-hydroizolace>.
10. Různé typy zateplení staveb. *homebydleni.cz*. [Online] [Citace: 17. 4 2022.] <https://homebydleni.cz/dum/stavebni-materialy/ruzne-typy-zatepleni-staveb/>.
11. Ing. Jiří Sedláček, CSc. Přednosti vnitřního a venkovního zateplení. *stavba.tzb-info.cz*. [Online] 27. 2 2004. [Citace: 24. 4 2022.] <https://stavba.tzb-info.cz/zateplovaci-systemy/1840-prednosti-vnitriho-a-venkovniho-zatepleni>.
12. ng. Roman Šubrt, sdružení Energy Consulting České Budějovice, Ing. Pavlína Charvátová, VŠTE České Budějovice. Kontaktní zateplení z pohledu Tepelných mostů hmoždinkami a jejich prokreslování. *stavba.tzb-info.cz*. [Online] 27. 2 2012. [Citace: 24. 4 2022.] <https://stavba.tzb-info.cz/zateplovaci-systemy/8325-kontaktni-zatepleni-z-pohledu-tepelnych-mostu-hmozdinkami-a-jejich-prokreslovani>.
13. ROCKWOOL, a.s. Provětrávaná fasáda jako řešení zateplení zdiva po sanaci. *stavba.tzb-info.cz*. [Online] 20. 7 2015. [Citace: 24. 4 2022.] <https://stavba.tzb-info.cz/fasadni-systemy/12998-provetravana-fasada-jako-reseni-zatepleni-zdiva-po-sanaci>.
14. —. Systém Ecorock FF řeší každý krok při zateplování. *stavba.tzb-info.cz*. [Online] 11. 6 2014. [Citace: 27. 4 2022.] <https://stavba.tzb-info.cz/zateplovaci-systemy/11336-system-ecorock-ff-resi-kazdy-krok-pri-zateplovani>.
15. Pěnobeton Poroflow - lehčený beton. *cemex.cz*. [Online] [Citace: 27. 4 2022.] <https://www.cemex.cz/penobeton-poroflow>.
16. Jak vyrábíme pěnobeton POROFLOW? *cemex.cz*. [Online] [Citace: 27. 4 2022.] <https://www.cemex.cz/jak-vyrabime-penobeton-poroflow>.
17. Pěnobeton. *podlaha.cz*. [Online] [Citace: 27. 4 2022.] <https://www.podlaha.cz/lite-podlahy/penobeton.html>.
18. Polystyrenbeton. *drcenypolystyren.com*. [Online] [Citace: 27. 4 2022.] <https://www.drcenypolystyren.com/index.php?site=polystyrenbeton>.

19. Co je Liapor. *liapor.cz*. [Online] [Citace: 27. 4 2022.] <https://www.liapor.cz/co-je-liapor>.
20. Co je cihelný recyklát? *radilek.cz*. [Online] [Citace: 27. 4 2022.] <https://www.radilek.cz/slovník-pojmu/cihlovy-crihelny-recyklát/>.
21. Pěnové sklo - izolace z recyklovaného skla - drť/šterk volně. *prirodnistavba.cz*. [Online] [Citace: 27. 4 2022.] https://www.prirodnistavba.cz/penove-sklo-izolace-z-recyklovaneho-skla-drt-sterk-volne-4723.html?gclid=Cj0KCQjw06OTBhC_ARIsAAU1yOXro_9gUxwo3Mj6r-9qJU8wxGH-LTVErm2ZNRxuLDP7iGjuGyNHf90aAsV8EALw_wcB.
22. Příčiny vlhnutí stavebních objektů. *stavba.tzb-info.cz*. [Online] 9. 2 2009. [Citace: 7. 5 2022.] <https://stavba.tzb-info.cz/vlhkost-a-kondenzace-v-konstrukcich/5396-priciny-vlhnuti-stavebnich-objektu>.

Seznam obrázků

Obrázek 1, Poloha objektu v obci Údlice, Mapy.cz (1)	9
Obrázek 2, Letecký snímek objektu, Mapy.cz (1).....	9
Obrázek 3, svislá nosná konstrukce z dvou typů cihel	10
Obrázek 4, schéma půdorysu 1.NP.....	11
Obrázek 5, schéma půdorysu 2.NP.....	11
Obrázek 6, schéma příčného řezu.....	12
Obrázek 7, skladba trámové stropní konstrukce.....	12
Obrázek 8, trámový strop v dílně	13
Obrázek 9, valená klenba s největším rozpětím a její rozdělení	13
Obrázek 10, valená klenba u schodiště.....	14
Obrázek 11, valená klenba částečně zakrytá podhledem	14
Obrázek 12, skladba valené klenby	14
Obrázek 13, křížové klenby v obytné místnosti	15
Obrázek 14, hambálkový krov podepřený stojatou stolicí	16
Obrázek 15, statické schéma krovu - plná a jalová vazba	16
Obrázek 16, půdorys krovu s vyznačením plných vazeb	17
Obrázek 17, střešní hliníková krytina Tornero.....	17
Obrázek 18, půdorys 1.NP s vyznačením komínových těles	18
Obrázek 19, komínová tělesa	18
Obrázek 20, vada komínového tělesa.....	18
Obrázek 21, terasa	19
Obrázek 22, přístěnek na kola	19
Obrázek 23, svislé trhliny na fasádě.....	20
Obrázek 24, svislá trhlina po celé délce dílny	21
Obrázek 25, detail trhliny pod střešní konstrukcí na římse	21
Obrázek 26, detail trhlín u okenního otvoru od vazných trámů a krácat.....	21
Obrázek 27, jihovýchodní pohled.....	22
Obrázek 28, jihozápadní pohled.....	22
Obrázek 29, severozápadní pohled.....	22
Obrázek 30, severovýchodní pohled	23
Obrázek 31, skvrna v rohu stěny kuchyně.....	23
Obrázek 32, začátek měření aktivity trhliny: listopad 2021	24
Obrázek 33, konec měření aktivity trhliny: květen 2022	24
Obrázek 34, skvrny na stropní konstrukci v kuchyni	25
Obrázek 35, skvrny na komínovém tělese.....	25

Obrázek 36, částečně uhnílá krokev a vazný trám	26
Obrázek 37, částečně shnilý vazný trám	26
Obrázek 38, uvolněná a popraskaná dlažba v kuchyni.....	27
Obrázek 39, skvrny na stropní konstrukci terasy	27
Obrázek 40, řasy na levém sloupu terasy	27
Obrázek 41, trhliny způsobené sedáním základových konstrukcí (3).....	29
Obrázek 42, injektáž trhlín s aktivním průsakem (4)	30
Obrázek 43, konstrukční úpravy (4).....	30
Obrázek 44, pružná injektáž trhlín (4).....	30
Obrázek 45, vlasečnicové trhliny (4).....	30
Obrázek 46, stehování (3)	32
Obrázek 47, stažení objektu (5).....	32
Obrázek 48, zesilování ložných spár - helifix (6).....	33
Obrázek 49, půdorys 1.NP s předpínacími táhly	34
Obrázek 50, půdorys 2.NP s předpínacími táhly	34
Obrázek 51, jihovýchodní pohled s předpínacími táhly	34
Obrázek 52, jihozápadní pohled s předpínacími táhly	35
Obrázek 53, severozápadní pohled s předpínacími táhly	35
Obrázek 54, severovýchodní pohled s předpínacími táhly.....	35
Obrázek 55, jihovýchodní pohled – stehování	36
Obrázek 56, jihozápadní pohled – stehování.....	36
Obrázek 57, severozápadní pohled – stehování	36
Obrázek 58, severovýchodní pohled - stehování.....	37
Obrázek 59, rozšíření základové konstrukce (2)	39
Obrázek 60, spojení stávajících základů betonovou deskou (2).....	40
Obrázek 61, spojení základových konstrukcí železobetonovými klenbami (2)	40
Obrázek 62, prohlubování základových pásů (2).....	40
Obrázek 63, výměna základové zeminy pod stávajícím základovým pásem (2)	41
Obrázek 64, Zvýšení únosnosti základové zeminy hutněním šterkopískovými pilotami (2).....	41
Obrázek 65, provádění mikropilot (7).....	41
Obrázek 66, trysková injektáž (8)	42
Obrázek 67, zesílení základového pasu.....	42
Obrázek 68, sanace zhlaví nosného trámu pomocí ocelového plechu a svorníků (2)	44
Obrázek 69, protézování dřevěných prvků pomocí typických tesařských spojů (2).....	44
Obrázek 70, plombování v kombinaci s příložkováním (2)	45
Obrázek 71, poruchy krovové konstrukce.....	46
Obrázek 72, schéma hydrofyzikálního namáhání pozemního objektu.....	47

Obrázek 73, elektrická pila (9).....	48
Obrázek 74, příklady provedení provětrávané vzduchové mezery (2).....	49
Obrázek 75, vysušování nadzákladového zdiva provětrávanými podzemními kanálky (2).....	50
Obrázek 76, princip aktivní elektroosmózy - kladná elektroda ve zdivu, záporná elektroda v zemi (2)	50
Obrázek 77, provedení vrtů ve zdivu pro chemickou infuzi (2).....	51
Obrázek 78, dodatečně vložená hydroizolace	52
Obrázek 79, nová skladba podlahy v 1.NP.....	53
Obrázek 80, možné dodatečné vykopání kačírku.....	54
Obrázek 81, průběh teplot u vnějšího zateplení (11).....	55
Obrázek 82, průběh teplot u vnitřního zateplení (11).....	55
Obrázek 83, kontaktní zateplovací systém Baunit open (10).....	56
Obrázek 84, systém pro izolaci vnějších obvodových stěn ECOROCK FF (10).....	56
Obrázek 85, termogram štítové stěny zatepleného panelového domu (12).....	57
Obrázek 86, zateplovací systém s odvětrávanou mezerou ROCKWOOL (13).....	57
Obrázek 87, izolační desky z expandovaného polystyrenu Isover EPS Perimetr (10).....	58
Obrázek 88, Izolační rolované pásy ze skelné plsti Isover (10).....	58
Obrázek 89, Termo-Konopí Combi-Jute přírodní izolační materiál (10).....	59
Obrázek 90, Kingspan Optim-R panel s vakuovou izolací (10).....	59
Obrázek 91, navrhované skladby zateplení	60
Obrázek 92, nejnižší povrchové teploty varianty s kamennou minerální vatou.....	61
Obrázek 93, nejnižší povrchové teploty varianty s EPS.....	61
Obrázek 94, zateplení soklu u terasy dílny.....	62
Obrázek 95, nanášení lepidla na desky z kamenné vlny (14).....	63
Obrázek 96, kotvení desek z kamenné vlny (14).....	63
Obrázek 97, uhlazení povrchu desek z kamenné vlny (14).....	63
Obrázek 98, nanášení omítky (14).....	64
Obrázek 99, nově navrhovaná skladba stropní konstrukce	66

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Zaměření objektu

Příloha č. 2 – Stávající stav objektu

Příloha č. 3 – Nový stav objektu

Příloha č. 4 – Posouzení typického detailu soklu s kačirkem v softwaru AREA 2017 EDU