

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technologie staveb



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Metody odstranění vlhkosti spodní stavby
Moisture removal methods of the substructure

Vyhotovil: Jan Illetško

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Neumann

Praha 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Metody odstranění vlhkosti spodní stavby** zpracoval samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne ...

.....

Jan Illetško



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Illetško	Jméno: Jan	Osobní číslo: 438158
Zadávací katedra: k122-Technologie staveb		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Metody odstranění vlhkosti spodní stavby	
Název bakalářské práce anglicky: Moisture removal methods in the substructure	
Pokyny pro vypracování: <ul style="list-style-type: none">- Úvod do problematiky- Výčet metod odstranění vlhkosti a jejich specifikace- Seznámení s konkrétním projektem, jeho detaily a provedením stávající situace- Multikriteriální vyhodnocení variant- Návrh metody odstranění vlhkosti- Závěr	
Seznam doporučené literatury: Kutnar, Zdeněk. Hydroizolace spodní stavby, Monografie, 2000 BLAHA, Martin a Ladislav BUKOVSKÝ. Prevence a odstraňování vlhkosti. 1. vyd. Brno: ERA, 2004 BALÍK, Michael. Odvlhčování staveb. 2. přeprac. vyd. Praha: Grada, 2008	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Pavel Neumann	
Datum zadání bakalářské práce: 22.2.2018	Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2018 <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
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)
-----------------------	---------------------

Poděkování

Děkuji Ing. Pavlu Neumannovi za jeho odborné vedení a užitečné rady při zpracování bakalářské práce.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá jednotlivými metodami provádění sanačních prací, jejím účelem je shrnutí uvedených metod z obecného hlediska a následná aplikace obecných poznatků do praxe. Autor si pro bakalářskou práci vybral objekt, u kterého navrhl aplikaci konkrétní metody sanačních prací pro svislé konstrukce. Při výběru nejvýhodnější metody vzal do úvahy stávající složení zdiva, účinnost použité metody, cenu jejího pořízení a také náročnost jejího provedení. Autor stanovil pro výběr nejvhodnější metody porovnání silných a slabých stránek metod dostupných v České republice.

Klíčová slova

vlhkost, hydroizolace, poruchy spojené s vlhkostí, průzkum vlhkostí, metody sanace

Annotation

The bachelor thesis deals with individual methods of remedial work, whose aim is to summarize these methods from a general point of view and the subsequent application of general knowledge to practice. For the bachelor thesis, the author chose an object for which he proposed the application of a specific method of remediation for vertical constructions. When selecting the most advantageous method, it is taken into account the existing composition of the masonry, the efficiency of the method used, the cost of its acquisition and the complexity of its execution. The author has compared the strengths and weaknesses of the methods available in the Czech Republic, in order to select the most appropriate one.

Keywords

moisture, waterproofing, moisture-related disorders, research of humidity, remediation methods

1. Úvod	10
2. Vlhkost	12
2.1. Veličiny a vztahy vlhkosti	13
1.1. Vlhkost stavebních materiálů.....	15
1.1.1. Smáčivost, nasákavost.....	15
1.1.2. Porozita	16
1.1.3. Mrazuvzdornost	17
1.1.4. Odolnost vůči krystalizaci vody	17
1.1.5. Rozpustnost, vyluhování	17
2. Hydroizolace	18
2.1. Materiály povlakových hydroizolací	18
2.1.1. Asfalty.....	19
2.1.1.1. Asfaltové nátěrové hmoty.....	19
2.1.1.2. Asfaltové tmely.....	19
2.1.1.3. Dehty	20
2.1.2. Asfaltové hydroizolační pásy	20
2.1.2.1. Nosné vložky asfaltových hydroizolačních pasů	20
2.1.2.2. Rozdělení asfaltů.....	20
2.1.2.3. Povrchové úpravy asfaltových pásů.....	20
2.1.3. Fóliové hydroizolační materiály	21
2.1.3.1. Fólie PVC.....	21
2.1.3.2. Fólie z polyetylenu (PE)	21
2.1.3.3. Polyizobutylénové fólie (PIB).....	22
2.1.3.4. Kaučukové fólie (pryže).....	22
2.1.3.5. Profilované (nopové) fólie	22
2.1.4. Kontrola těsnosti hydroizolací	22
2.1.4.1. Orientační kontrola	23
2.1.4.2. Objektivní namátková kontrola	24
2.1.4.3. Objektivní plošná kontrola.....	25
2.2. Faktory ovlivňující spolehlivost povlakových hydroizolací	26
2.3. Faktory ovlivňující trvanlivost povlakových hydroizolací	27
3. Příčiny poruch	28

3.1.	Hlavní příčiny poruch	28
3.1.1.	Vady vzniklé stářím materiálů	28
3.1.2.	Vady konstrukční	28
3.1.3.	Vady vzniklé při realizaci	28
3.1.4.	Vady vzniklé změnou podmínek stavby	29
3.1.5.	Vady způsobené vnějšími negativními vlivy prostředí	29
4.	Poruchy způsobené vodou a vlhkostí	30
4.1.	Poruchy a vady estetické	30
4.2.	Poruchy a vady způsobující ohrožení bezpečnosti uživatelů a životního prostředí	30
4.2.1.	Hlavní plísně ovlivňující lidské zdraví	31
4.3.	Poruchy a vady narušující konstrukce stavby	31
5.	Průzkum vlhkostí	32
5.1.	Inženýrsko-geologický a hydrologický průzkum	32
5.2.	Stavebně historický průzkum	32
5.3.	Stavebně technický průzkum	33
5.4.	Průzkum vlhkostí	33
5.4.1.	Přímé stanovení vlhkosti	33
5.4.2.	Nepřímé stanovení vlhkosti	34
5.4.3.	Chemická metoda	34
5.4.4.	Elektrické metody	34
5.5.	Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610	35
5.6.	Klasifikace salinity zdiva dle ČSN P 73 0610	35
6.	Metody sanace vlhkosti	36
6.1.	Metody přímé sanace vlhkého zdiva	36
6.1.1.	Metody mechanické	36
6.1.2.	Metody chemické	36
6.1.3.	Metody elektroosmotické	37
6.1.4.	Metody vzduchoizolační	38
6.2.	Metody doplňkové přímé	38
6.2.1.	Hydroizolační prostředky	38
6.2.2.	Vnější nátěry, nástřiky a těsnění spár	38
6.3.	Nepřímé metody sanace vlhkého zdiva staveb	39

6.4.	Metody doplňkové nepřímé	39
6.4.1.	Systém sanační omítkový	39
7.	Provádění sanačních metod	40
7.1.	Metody přímé	40
7.1.1.	Metody mechanické	40
7.1.1.1.	Příčné vkládané a zaražené hydroizolace ve zdivu	40
7.1.2.	Metody chemické	40
7.1.3.	Metody elektroosmotické	40
7.1.4.	Metody vzduchoizolační	40
7.2.	Metody doplňkové přímé	41
7.2.1.	Hydroizolační prostředky	41
7.2.2.	Vnější nátěry, nástřiky a těsnění spár	41
7.3.	Metody nepřímé	41
7.3.1.	Větrání interiérů staveb	41
7.4.	Metody doplňkové nepřímé	42
7.4.1.	Sanační omítky	42
7.4.2.	Sanace následků biokoroze materiálů	42
8.	Vlastní návrh sanační metody na vybraném objektu	43
8.1.	Popis objektu a pozemku	43
8.2.	Popis konstrukce domu	44
8.3.	Plánovaná rekonstrukce	44
8.4.	Zhodnocení stávajícího stavu	45
8.5.	Výběr nejvýhodnější metody sanací svislých konstrukcí pro vybraný objekt... ..	47
8.5.1.	Izolace metodou podřezání vlhkého zdiva diamantovým lanem s vložením hydroizolační fólie	48
8.5.2.	Izolace metodou podřezání vlhkého zdiva řetězovou pilou s vložením hydroizolační fólie	48
8.5.3.	Elektro fyzikální bezelektroodvé odvlhčování zdiva (elektroosmóza)	49
8.5.4.	Zarážení nerez ocelových desek do zdiva (např. HV systém)	49
8.5.5.	Chemická injektáž zdiva	50
8.6.	Návrh nového opatření proti zemní a vztlínající vlhkosti objektu	52
8.6.1.	Nová vodorovná hydroizolace	52
8.6.2.	Zabránění vztlínající vlhkosti ve stávajících obvodových a vnitřních stěnách	55

8.6.3. Nové stěny.....	59
8.6.4. Nové opatření proti srážkové vodě.....	59
9. Závěr	63
Seznam použité literatury:	65
Online zdroje:.....	66
Seznam tabulek:.....	66
Seznam obrázků:	67
Seznam výkresů:.....	67

1. Úvod

Bakalářská práce se zabývá základním rozdělením vlhkosti ve vztahu ke stavebním konstrukcím, ať již se jedná o vlhkost vzlínající, srážkovou, kondenzační nebo provozní. Dále podrobně mapuje a popisuje jednotlivé možnosti a metody provádění sanačních prací podle způsobu namáhání a zatížení konstrukcí. Obecná část se věnuje také kontrolní činnosti, která by se měla provádět v průběhu výstavby objektu, nebo při jeho rekonstrukci a měla by být zaměřena, jak na kontrolu nechráněné hydroizolace jinými stavebními procesy, nebo na kontrolu těsnosti v případě, že hydroizolace bude v objektu zakryta ostatními konstrukcemi. Další oblastí, která je v bakalářské práci zmíněna jsou poruchy na provedené hydroizolaci a jejich následky. Následky mohou vést nejen k narušení konstrukce objektu s fatálním následkem, ale může se jednat také o poruchy a vady estetické a v neposlední řadě o poruchy a vady způsobující ohrožení bezpečnosti uživatelů objektu a životního prostředí (vznik plísní může vést k vážným zdravotním problémům).

Druhá část práce se zabývá konkrétním návrhem sanačních prací na vybraném objektu při řešení vlhkostního problému v prostorách, které již jsou vlhkostí silně zasaženy, a objekt je neobyvatelný. Cílem bakalářské práce je návrh konkrétní sanační metodu nebo metody, které ve výsledku nejen odstraní vlhkost v konstrukci objektu, ale do budoucna zabrání jejímu dalšímu šíření v konstrukci a opětovnému výskytu.

2. Vlhkost

Vlhkost je základní prvek pro vznik a zachování života. Ve stavebnictví tomu může být právě naopak, kde velké množství vlhkosti může konstrukcím spíše uškodit. Vlhkost ve stavebnictví se podle původu dělí do čtyř skupin:

- vzlínající;
- srážková;
- kondenzační;
- provozní. (1)

Tyto čtyři skupiny lze dále rozvést do následujících kategorií:

- *„Zemní vlhkost a podpovrchová voda namáhá vnější podzemní konstrukce a základy, voda gravitační se pod povrchem vyskytuje v podobě infiltrace v mikrokapilárních formách, v některých případech jsou konstrukce namáhány i povrchovou vodou a podpovrchovou tlakovou vodou. Způsob namáhání závisí i např. na úpravě terénu, zásypu stavební jámy a vlastnostech základové půdy.” (1, str. 1)*
- *„Atmosférická voda a vlhkost – dešťová voda a voda z tajícího sněhu proniká do obvodových konstrukcí pláště budov, vlhkost vnějšího vzduchu namáhá i některé konstrukce vnitřní (např. krovy), voda z tajícího sněhu může působit i jako voda tlaková. (1, str.1)*
- *„Technologická vlhkost se do konstrukce vnáší při výrobě stavebních konstrukcí a postupně klesá do ustálené hodnoty.” (1, str.1)*
- *„Provozní vlhkost závisí na způsobu užívání stavby a namáhá především konstrukce oddělující prostory s rozdílným tlakem vodních par ve vzduchu, tedy nejčastěji konstrukce obvodového pláště budovy, významně ovlivňuje podmínky mikroklimatu, tedy ovzduší ve stavbě. Zdrojem provozní vlhkosti je vlhkost vznikající pobytem a prací člověka, provozem stavby.” (1, str.2)*

- „Voda a vlhkost způsobena havarijními událostmi.” (1, str.2)

Ke vzlínání vlhkosti u stavebních materiálů dochází pomocí kapilárních sil. Objem vody pronikající do materiálu je závislý na povrchovém napětí vody σ , úhlu smáčení materiálu θ , hustotě vody ρ a poloměru pórů r . Zjednodušeně se dá říci, že objem vody, který do materiálu vzlíná je přímo závislý na poloměru pórů a to tak, čím menší poloměr pórů tím výše voda vystoupá. Zároveň se vzlínáním vody dochází k jejímu odpařování, takže konečná výška, do které se voda může dostat, bude nižší, a to právě o množství vody odpařené. (1)

Vliv srážek na objekt je závislý na množství srážek za rok v dané lokalitě (v ČR byl v roce 2017 podle hydrometeorologického ústavu úhrn srážek 683 [mm]), směr větru, vlastnosti a povrchové úpravy stavebního materiálu, tvar stavby. (1) (10)

Poslední vliv vlhkosti v domě je způsoben kondenzací vodních par ze vzdušné vlhkosti v interiéru objektu. Ke kondenzaci nejčastěji dochází v místě, které je ve styku s vnějším a vnitřním prostředím např. okno nebo vnější obvodové zdivo, když teplota dosáhne teploty rosného bodu. (1)

„Teplota rosného bodu určuje, jak je potřeba ochladit povrch, který se nachází v konkrétním prostředí se vzduchem, aby se na něm začala srážet voda.” (11)

2.1. Veličiny a vztahy vlhkosti

„Vlhkost materiálu je množství vody (v jakémkoliv skupenství) obsažené v pórovitém prostředí látky. Vyjadřuje se hmotnostním nebo objemovým poměrem vody k pevné fázi látky.” (2, str.37)

„Hmotnostní vlhkost:

$$w_h = \frac{(m_w - m_d)}{m_d} = \frac{m_k}{m_d}$$

kde je m_w hmotnost vlhkého materiálu (g);

m_d hmotnost suchého materiálu (g);

m_k hmotnost kapaliny (g);

w_h hmotnostní vlhkost (-, % hmotnostní).“ (2, str. 37)

„Vlhkost objemová:

$$w_v = \frac{V_v}{V_d} = \frac{(m_w - m_d)}{q_k * V_d} = \frac{w_h * q_d}{1000}$$

kde je V_v objem volné vody (m^3);

V_d objem suchého materiálu (m^3);

q_k hustota vody (kg/m^3);

q_d objemová hmotnost suchého materiálu;

w_v objemová vlhkost (-, % objemová).“ (2, str. 37)

„Vlhkostní bilance

Představuje srovnání jednotlivých změřených hodnot hmotnostních vlhkostí (w_h) stavebních materiálů po výšce a do hloubky konstrukce s vlhkostí materiálů zcela nasyceného vodou (w'_h) a se stupněm nasycení vodou (ψ). “

(2, str.37-38)

$$w_h = \frac{(m_w - m_d)}{m_d} * 100\% \text{ hm.}$$

$$w'_h = \frac{(m_w - m_d)}{m_d} * 100\% \text{ hm.}$$

$$\psi = \frac{w_h}{w'_h} * 100\% \text{ hm.}$$

kde je m_w hmotnost vlhkého vzorku;

m_d hmotnost vysušeného vzorku;

m_u hmotnost vzorku nasyceného vodou.” (2, str.37)

1.1. Vlhkost stavebních materiálů

„Stavbu vystavenou z porézních materiálů, tj. z materiálů běžných, lze připodobnit ke spojitým nádobám. Čím výše hladina v jedné větvi spojitých nádob, tím výše vystoupí i v druhé větvi. Kromě principu spojitých nádob se v porézním systému uplatňují i další jevy – smáčivost, kapilární vztlínání a osmóza.“ (2, str. 32)

1.1.1. Smáčivost, nasákavost

Smáčivý materiál, je takový materiál, který má tendenci při styku s kapalinou potáhnout svůj povrch tenkou vrstvou. Nesmáčivý materiál, je takový materiál, který ve styku s kapalinou vytvoří, co nejmenší styčnou plochu. Kapalina se sbalí do kuličky nebo kapky. (2)

Velká většina zdicích prvků jsou smáčivé. Aplikací hydrofobizátorů lze materiál převést na nesmáčivý. (2)

„Smáčivost lze kvantifikovat takzvaným smáčecím úhlem Θ , úhlem mezi tečnou povrchu v místě kontaktu a povrchem podkladu. Je-li tento úhel ostrý, kapka vody se rozlévá po povrchu a systém je smáčivý, tupý úhle značí sbalení vody do kuličky a systém je tedy nesmáčivý.“

(2, str. 33)

„Se smáčivostí souvisí i nasákavost, kapilární vztlínání. Výška vztlínání h v kapilárně aktivních pórech je přímo úměrná povrchovému napětí σ a smáčecímu úhlu Θ a nepřímo úměrná velikost pórů r a hustotě vody ρ .“

(2, str. 33)

$$h \sim 2\sigma \cdot \frac{\cos\theta}{r \cdot g \cdot \rho}$$

Jelikož pro smáčivý materiál se $\cos \theta$ blíží jedné, lze vztah zjednodušit na:

$$h \sim \frac{15 \cdot 10^{-6}}{r} [m] \text{ neboli } h \sim \frac{15}{r} [mm]$$

Pohyb čela zavlhčení vodorovně lze popsat rovnicí:

$$x = A \cdot \sqrt{t}$$

kde t je čas, x je poloha čela a A lze vyjádřit

$$A = \sqrt{\frac{\gamma \cdot r}{2 \cdot \eta}}$$

γ je povrchové napětí, η je viskozita vody a r poloměr pórů.“ (2, str. 33)

„V praxi se nasákavost stanoví dle normy ČSN EN 1062-3 jako propustnost povrchové úpravy pro vodu v kapalně fázi, resp. Nasákavost W [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$] udává množství vody, které za předepsaných podmínek pronikne do vrstvy nanesené na normované podložce během stanoveného časového intervalu. Nasákavost W je popsána vztahem:

$$W = w \cdot \sqrt{t}$$

kde w [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-0,5}$] je koeficient nasákavosti a t [h] je doba kontaktu povrchu s kapalnou vodou.“ (2, str. 33-34)

Pro charakterizaci nasákavosti hmot se používá koeficient nasákavosti w , tím je zanedbán vliv doby měření.

1.1.2. Porozita

Objem vzduchových pórů v materiálu. Udává se v procentech objemu. Objem vzduchových pórů lze stanovit vyplněním pórů kapalinou tzv. porozimetrie. (2)

Velkou roli hraje tvar a velikost pórů. Póry mohou být otevřené nebo uzavřené. Póry uzavřené jsou v podstatě nedosažitelné vodou, tudíž jsou důležité v tepelných izolacích, jelikož mají vysoký tepelný odpor. Za to póry otevřené, do kterých se voda může samovolně dostávat, umožňují vlhkostní pochody a významně materiály ovlivňují. (2)

Tab. 1 Dělení pórů podle velikosti (2, str. 34)

Název	Velikost pórů	Jev
Mikro póry	Menší než 10^{-7} m (pod 0,1 μ m)	Nenasákavost, vodotěsnost
Kapilárně aktivní póry	Mezi 10^{-7} m a 10^{-4} m (0,1 μ m a 0,1 mm)	Nasákavost, kapilární vztlínání
Makro póry	Větší než 10^{-4} m (nad 0,1 mm)	Nenasákavost, zatékání

1.1.3. Mrazuvzdornost

Vlastnost materiálu odolávat přeměně vody na led. Kde nastává narůst objemu vody asi o deset procent. Tato vlastnost (odolnost) je přímo závislá na pevnosti materiálu, a to konkrétně pevnost v tahu. (2)

1.1.4. Odolnost vůči krystalizaci vody

Podobně jako u mrazuvzdornosti je materiál namáhán tlakům a tahům způsobeným přeměnou roztoku soli na krystaly soli po odpaření vody. (2)

1.1.5. Rozpustnost, vyluhování

Rozpustnost je úbytek hmoty materiálu, když je ponořen po delší dobu do čisté vody. Stavební materiály obsahující hydroxid vápenatý nebo uhličitán vápenatý jsou v destilované vodě jen omezeně rozpustné. Rozpuštěný uhličitán vápenatý a hořečnatý určují tvrdost vody. U dešťové vody tato vlastnost určuje její korozní vlastnosti na beton, matly a omítky. (2)

2. Hydroizolace

Než začneme procházet jednotlivými možnostmi a metodami, jak řešit vlhkostní problém v prostorech, které už jsou vlhkostí silně zasaženy a na pokraji neobyvatelnosti, řekneme si, jak této situaci předejít. Správně provedené izolace proti vodě a vlhkosti, nebo-li hydroizolace, jsou nejvyužívanějším a nejúčinnějším řešením.

Hydroizolace rozdělujeme podle způsobu namáhání a zatížení konstrukcí:

- izolace proti atmosférické vodě;
- izolace proti povrchové a odstříkující vodě;
- izolace proti zemní vlhkosti;
- izolace proti podzemní vodě prosakující horninovým prostředím okolo podzemních ploch staveb;
- izolace proti gravitační vodě hromadící se na vodorovných plochách podzemních konstrukcí staveb;
- izolace proti tlakové vodě o tlaku menším než 0,02 MPa;
- izolace proti tlakové vodě o tlaku větším než 0,02 MPa. (1)

Vybrání správné hydroizolace, zaleží na podmínkách prostředí, do kterého bude stavba v budoucnu umístěna. Zpravidla hydroizolace proti vodě by měla zároveň plnit ochranou funkci i proti radonu.

2.1. Materiály povlakových hydroizolací

Povlakové hydroizolace se vytváří přímo na stavbě nebo mohou být prefabrikované ve formě hydroizolačních pásů. Na stavbě se hydroizolace vytváří z nátěrových, štěrkových nebo stříkaných hydroizolačních hmot, které se nanášejí v jedné nebo více vrstvách na podklad, předem ošetřený a připravený pro správnou aplikaci. Zpravidla se při realizaci nátěrových, štěrkových nebo stříkaných systému přidává výztužná vložka. Hydroizolační

pásky prefabrikované se na stavbu dodávají od výrobců nejčastěji v rolích. Pásky se na podklad nalepují, natavují, mechanicky kotví nebo se volně kladou a zatěžují. Jednotlivé pásky se mezi sebou spojují v ploše i ve stycích lepením, natavením plamenem nebo horkým vzduchem. Hydroizolační pásky už často nosnou vložkou obsahují. (3)

2.1.1. Asfalty

„Asfalt: velmi viskózní nebo téměř tuhý, prakticky netěkavý, přilnavý a voduvzdorný materiál, odvozený z ropy nebo přítomný v přírodním asfaltu.“
(3, str. 9)

Patří mezi nejstarší hydroizolační hmoty používané ve stavitelství. Pro stavební užití se převážně upravují provzdušňováním, zvyšuje se bod měknutí a jejich pevnost. Zvýšení kvality bylo dosaženo modifikací asfaltů polymerními přísadami. (1)

2.1.1.1. Asfaltové nátěrové hmoty

Dříve se při jejich zpracování museli nahřát na teplotu 150-200°C. To už dnes není možné, jelikož takovýto postup je velmi časově náročný, dražší a díky práci s horkým materiálem nebezpečnější. V dnešní době už se téměř nepoužívají. Zpracovávají se za studena za pomoci organických zředovadel nebo vodou v podobě ředitelné emulze či disperse.

Nejčastějšími výrobky jsou asfaltové laky, penetrační laky, asfaltové emulze a suspence.

Použití: ve spodní stavbě už se skoro nevyužívají, ale používají se ve střešních konstrukcích. (1)

2.1.1.2. Asfaltové tmely

Výroba podobná asfaltovým nátěrům. Použití: lepení a zálivky spár. (1)

2.1.1.3. Dehty

Vedlejší výrobek destilace uhlí, dříví, rašeliniště za omezeného přístupu vzduchu. Méně trvanlivé než asfalty, nižší bod měknutí. V přímém kontaktu narušují polystyren. Dnes se nepoužívají. (1)

2.1.2. Asfaltové hydroizolační pásy

Základní prvek pro systémy krytin a izolace spodní stavby. Základem je nosná vložka, která zajišťuje mechanické vlastnosti, hlavně pevnost v tahu. Vložek může být i více. (1)

2.1.2.1. Nosné vložky asfaltových hydroizolačních pásů

Nosná vložka je hlavní stavební kámen hydroizolačních pásů, na které se nanášejí hydroizolační hmoty. Jsou nositelem pevnostních parametrů, odolnosti pro mikroorganismy, nasákavosti pásů a ovlivňují tvarovatelnost pásů. (4)

Nosné vložky dělíme na nasákavé a nenasákavé. Nasákavé mohou být surová lepenka (L), tkaniny a plsti z organických vláken, sulfátový papír. A nenasákavé jsou skleněná tkanina (ST, též GG nebo G), skleněná rohož (SR, GV), polyesterová rohož (rouno nebo PV, KV, PES), kovová fólie (Cu, Al, Pb), kombinované (ST+PV), (SR+PV). Nenasákavé se už dnes nevyužívají. Po delší době hnijí a rozpadají se. (1)(4)

2.1.2.2. Rozdělení asfaltů

Asfalt se dělí na oxidovaný a modifikovaný. V dnešní době se oxidovaný asfalt jako hydroizolace už moc nepoužívá. Za to modifikovaný asfalt je velmi využíván. A to asfalt modifikovaný SBS a asfalt modifikovaný APP. Modifikovaný asfalt SBS je pružný od -25°C až přibližně ke $+100^{\circ}\text{C}$ a APP -15°C do 120°C . Při překročení těchto hranic může dojít ke zlomení asfaltu. Modifikovaný asfalt SBS je hojně využíván v našich podnebních podmínkách, za to APP je využíván jižněji, kde je větší teplota.

2.1.2.3. Povrchové úpravy asfaltových pásů

Asfaltové pásy se běžně opatřují povrchovou úpravou na spodní i horní straně. Úpravy mají ochrannou a spojovací funkci.

Spodní povrchová úprava může být:

- jemný minerální posyp;
- plastová fólie;
- silikonová fólie.

Vrchní povrchová úprava:

- jemný minerální posyp;
- plastová fólie;
- polyetylenová fólie;
- hliníková fólie. (4)

2.1.3. Fóliové hydroizolační materiály

S novými technologiemi v chemii přišli do stavebnictví plastové, plošné výrobky pro hydroizolace – fólie. V dnešní době se vyrábějí velké variace výrobků. (1)

2.1.3.1. Fólie PVC

Tyto fólie z měkčeného PVC se vyrábějí kalandrováním nebo vytlačováním, v některých případech se do fólií přidávají vyztužující vložky k jejímu povrchu. Fólie mají dobrou pevnost, vysokou tažnost, dlouhodobou životnost a odolávají působení anorganických látek v běžných koncentracích. Možnost dokonalého provedení složitých detailů. Jsou zdravotně a ekologicky nezávadné. Jejich nevýhodou je neodolnost vůči působení organických rozpouštědel a ropných produktů. Fólie z PVC by neměli přijít do přímého styku s asfalty, dehty, pryží a polystyrenem. Způsoby jejich napojení jsou lepením pomocí tetrahydrofuranem (THF), nebo se svařují horkým vzduchem, horkým klínem. Také se dají napojit vysokofrekvenčním svařováním. (1)(4)

2.1.3.2. Fólie z polyetylenu (PE)

Výroba těchto fólií se provádí vytlačováním a následnou úpravou rozměru na žehlicím válci. Tyto fólie mají výbornou chemickou odolnost proti anorganickým a organickým látkám, velkou odolnost proti agresivním,

podzemním vodám. Dále jejich velkou předností je vysoká odolnost proti půdním mikroorganismům. Jsou pružné a dobře zpracovatelné, mají dlouhodobou životnost a nejsou zdravotně ani ekologicky závadné. Také jsou účinné jako ochrana proti radonu. Fólie z nízkotlakého polyetylenu PEHD se napojují pomocí horkého vzduchu, horkého klínu nebo extruzního svařování. Zatímco fólie z vysokotlakého polyetylenu PELD jsou snáze opracovatelné než výše uvedené nízkotlaké fólie. (1) (4)

2.1.3.3. Polyizobutylenové fólie (PIB)

Vyrábějí se z kaučuku s nasyceným řetězcem polyetylenového typu. Mají vysokou odolnost vůči anorganickým látkám. Jejich nevýhodou je malá odolnost proti olejům, tukům a rozpouštědlům. K podkladům se lepí horkým asfaltem nebo rozpouštědlovými kaučukovými lepidly. Značná výhoda je možnost styku s polystyrenem. (1)

2.1.3.4. Kaučukové fólie (pryže)

V minulosti byli hojně využívány fólie z chloroprenového kaučuku, ale v dnešní době se spíše využívají fólie EPDM, které mají vysokou odolnost vůči působení chemikálií a i proti povětrnostním vlivům. (1)

2.1.3.5. Profilované (nopové) fólie

Jsou to tuhé polyetylenové fólie, které jsou vytvarovány rovnoměrně rozmístěnými nopy, tak že při opření o konstrukci vytvářejí vzduchovou vrstvu, která slouží k odpařování vlhkosti z konstrukce a odtékání vody. Použití: separační vrstva v konstrukcích, izolace proti stékající vodě a zemní vlhkosti. Někdy se doplňují výztužnou sítí, která umožňuje nanesení omítky. Pro nás je důležité si zapamatovat, jsou-li tyto izolace použity ve spodní stavbě, je nutné je doplnit drenážním systémem. (1)

2.1.4. Kontrola těsnosti hydroizolací

Kontrolování hydroizolací je důležitá činnost, která by se měla provádět v průběhu výstavby objektu, jestli nedochází k poškozování nechráněné hydroizolace jinými stavebními procesy, například pohybem osob v nevhodné

obuvi nebo pojezdem mechanizace. Je také dobré provést kontrolu těsnosti v případě, že hydroizolace bude v objektu zakryta ostatními konstrukcemi a bude k ní špatný nebo žádný přístup. V rámci spodní stavby se kontrola hydroizolace provádí před provedení ochranných vrstev, co se týče vodorovné hydroizolace a po provedení výztuže, co se týče svislých částí. Dále se kontroly provádějí při náznacích defektů izolace anebo například při změně vlastnických vztahů. (5)

2.1.4.1. Orientační kontrola

Zkoušky jejichž opakovatelnost a zaznamenání jejich výsledků do protokolů je složité až nemožné. (5)

- Vizualní prohlídka – pro provedení je potřeba pouhý zrak, nutnost vysoké zkušenosti v oblasti u osoby, která prohlídku provádí.
 - Prohlídka spojů asfaltových pasů – prohlídka se zaměřuje na správně provedené napojení na podklad a jednotlivých pasů na sebe, jestli nedošlo například k obnažení vložky nebo vzniku bublin. Nespojitost se ověří například duněním při poklepu, pak se takováto nespojitost musí ověřit destruktivně vyříznutím oblastí hydroizolačního pásů.
 - Prohlídka spojů fóliové hydroizolace – Všechny zkoušky se musí provést před provedením zálivky, je-li zálivka navržena. Vizualně se posuzuje vnější kvalita spojů po celé délce spoje. Hlavní pozornost se soustřeďuje na tvar a jednotnost průběhu svaru, způsob válečkování spoje, sousost a rovinnost hrany přesahu s okolním povrchem fólie v místě svaru, vruby a rýhy ve svařeném spoji.
 - Prohlídka plochy – zde se kontroluje, zda nedošlo k poškození v ploše, například menší díry a trhliny. Nejjednodušší ověření celistvosti fóliové plochy je použití tzv. signálních fólií, které mají každá jinou barvu. Když na povrchu jedné fólie prosvítá barva

druhé fólie ze spodního povrchu, je nutno místo ošetřit (černá a žlutá) žlutá nahoru velké teplo). (5)

- Jiskrová zkouška – tato zkouška se provádí pomocí elektrody póroskopu, která je tažena nad povlakovou hydroizolaci rychlostí asi 10 m/min. Elektroda má napětí mezi 30kV – 40kV. V místě poruchy začnou přeskakovat jiskry mezi elektrodou a podkladem. Jiskry jsou viditelné a i slyšitelné. Tato zkouška je neproveditelná, když vrstva pod hydroizolací je suchá, tudíž má nízkou vodivost. Především se tato zkouška provádí namátkově v ploše hydroizolace. (5)
- Zkouška spojů fóliové hydroizolace jehlou – zkouška se provádí pomocí jehly s kovovým hrotem, která je tažena po celé délce okraje spoje fóliové hydroizolace, při pohybu je současně vyvíjen mírný tlak. Zkouška prověřuje spojitost a mechanickou pevnost spoje. Zkouška se provádí po vychladnutí spoje. (5)
- Zkouška spojů asfaltových pásů špachtlí – kontrola svaření spojů asfaltových pásů se provádí obdobně jako zkouška jehlou i fóliových izolací, s rozdílem v pomůcce se kterou se zkouška provádí. Místo jehly se používá špachtle. Zkouška je proveditelná pouze, když teplota asfaltového pásu je v rozmezí 10°C – 20°C. (5)

2.1.4.2. Objektivní namátková kontrola

Oproti orientačním metodám se dají výsledky objektivních namátkových kontrol měřit, kvantifikovat a hodnotit fyzikálními veličinami. Zkoušky se provádějí kalibrovanými měřícími přístroji a lze je opakovat. Tyto zkoušky se používají k ověření složitých detailů. Jejich nevýhodou je časová náročnost. (5)

- Podtlaková zkouška zvony – k provedení této zkoušky je zapotřebí: průhledný zvon, který je připojený hadicí k vakuovému čerpadlu s manometrem a voda se saponátem. Zvon se přiloží na oblast, na které je předem nanášena voda se saponátem, uvnitř zvonu se pomocí vakuového čerpadla vytvoří podtlak cca 20kPa. V místě, kde jsou

netěsnosti se začnou vytvářet bubliny. Zvony mohou mít různé tvary například kruhové nebo podélné. Nevýhodou této zkoušky je její časová náročnost a pracnost. (5)

- Tlaková zkouška těsnosti spojů - Pro tuto zkoušky musí být zkoušené spoje dvojité, obvykle „dvoustopé“ prováděné svařovacím automatem nebo přeplátované. Vhodné pro povlaky s hydroizolačních fólií. Ke zkoušce je potřeba zařízení, které je zdrojem stlačeného vzduchu, například kompresor nebo tlaková láhev se stlačeným vzduchem. Zařízení musí dále mít regulační ventil, napichovací dutou jehlu a manometr. Zkoušená oblast se uzavře vhodným způsobem, jako je svarem, nebo stavěcími kleštěmi. Pomocí zařízení se zkušební kanálek natlakuje vzduchem. Tlak uvnitř kanálku by měl být přizpůsoben teplotě, typu materiálu a okolí fólie. Když je kanálek natlakovaný je nutné počkat několik minut, aby se podmínky ustálily. Poté se během zkušební doby 10 minut sleduje stálost zkušební tlaku. Výsledek je kladný, když po dobu 10 minut tlak neklesl o více než 10 %. Zkouška končí otevřením vzdálenějšího konce od zkušebního zařízení a ověří se, zda se zkušební tlak vyrovná s tlakem atmosférickým. Tím je prokázána průchodnost zkoušeného spoje po celé jeho délce. (5)

2.1.4.3. Objektivní plošná kontrola

Zkoušky umožňují kontrolu v ploše hydroizolace i jejích svarů. Plošně rozsáhlejší konstrukce jsou rozděleny do menších sektorů, jejich velikost se volí podle typu zkoušky. (5)

- Podtlakové zkoušky těsnosti spojů a plochy – tato zkouška je nejvíce využívána u hydroizolačních systému jako je, například systém DUALDEK, kde je nutnost volit nejspolehlivější, vodo těsnící vrstvu s možností objektivní plošné kontroly těsnosti a případné sanace bez nutností odhalovat konstrukci. Ke zkoušce je za potřeba měřicí soupravy s uzavíracím ventilem a manometrem. Kontrola se dá provést nejdříve jednu hodinu po doděláním posledního spoje hydroizolace horkovzdušným

svařováním a dvacet-čtyři hodiny po provedení spojů THF. Ve zkoušeném sektoru se vytvoří podtlak, vysáváním vzduchu. Když je tlak ustálen, ventil se uzavře a přístroj se vypne. Sektor je těsný, pokud splní podmínku, že celkový nárůst tlaku v sektoru po uplynutí deseti minut není 20% dosaženého podtlaku. (5)

- Zátopová zkouška – zkouškou lze provést kontrolu celého hydroizolačního systému spodní stavby. Celý hydroizolační systém se řízeně zaplaví a zkoumá se, zda nedochází k pronikání vody do chráněného prostoru hydroizolací. Tento typ zkoušky je velmi rizikový, jelikož v průběhu zkoušky může dojít k přetížení nosných konstrukcí nebo „vyplavání objektu“, riziko poškození skladby konstrukce, poškození těsnosti odpadního potrubí při neřízeném vypouštění zátopové vody. Kontrola povlakové hydroizolace spodní stavby má smysl, když je namáhána tlakovou podzemní vodou a tlakovou vodou vzniklou hromaděním vody. V zeminách nepropustných lze při svahované stavební jámě zaplavit prostor mezi hydroizolací a zeminou. Výška zátopové vody by měla mít stejnou výškou jako navrhovaný tlak vody na hydroizolaci. Zkoušky lze také provést, tak že v území, které je namáháno tlakovou podzemní vodou, se vypnou čerpadla, která upravují úroveň podzemní vody během výstavby. (5)
- Dýmová zkouška – ke zkoušce je zapotřebí zkušební zařízení SOLOtest, které pracuje na principu vhánění dýmu pod hydroizolaci. Vhodné pro kontrolu jednovrstvých izolací z fólií i asfaltových pásů. Tato zkouška se provádí výhradně na hydroizolačních systémech střech. (5)

2.2. Faktory ovlivňující spolehlivost povlakových hydroizolací

- Povlakové hydroizolace, které mají větší počet vrstev jsou spolehlivější než izolace jedno vrstvé;
- vlhkostní stav podkladu, teplota prostředí, srážky;
- kontinuálně vytvořené hydroizolace jsou spolehlivější než izolace tvořené z jednotlivých pásů, které je nutno ještě napojit na sebe;

- čím větší působení tlakové vody tím menší spolehlivost;
- náročnost nátěrových a stříkaných povlakových hydroizolací;
- lokální havárie hydroizolací jsou závažnější, čím obtížněji jsou přístupné pro opravy. (9)

2.3. Faktory ovlivňující trvanlivost povlakových hydroizolací

- Hydroizolace orientované na sever pod sklonem jsou až několikanásobně trvanlivější než hydroizolace orientované na jih na podkladech beze sklonu;
- trvanlivost hydroizolací přímo ovlivňuje vystavení slunečnímu záření;
- to samé platí vystavení hydroizolací povětrnostním vlivům;
- ochranné vrstvy jako jsou např.: násypy kameniva, dlažby výrazně zvyšují trvanlivost povlakových hydroizolací. (9)

3. Příčiny poruch

Hlavní příčinou viditelných i skrytých poruch, které jsou zapříčiněny vlhkostí, je vysoká hmotnostní vlhkost stavebního materiálu. Vysokou hmotnostní vlhkost doprovází vysoká salinita a výskyt mikrobiologických škůdců. Vlhkost se do materiálů dostává, tedy do konstrukce dostává trvale nebo jednorázově. (2)

„Nebrání-li konstrukce v dostatečné míře pronikání vody do objektu, lze tuto skutečnost klasifikovat jako vadu. K tomuto stavu došlo časem, dožitím izolací, změnou využívání nebo vadným provedením, případně vadným návrhem stavby.“ (2, str.30)

3.1. Hlavní příčiny poruch

3.1.1. Vady vzniklé stářím materiálů

Tato skupina poruch je nejrozsáhlejší. Fyzikální a chemické vlastností se u stavebních materiálů mění v průběhu času k horšímu. Při návrhu stavebních materiálů v konstrukci by se mělo brát na vědomí, jak dlouhou dobu budou materiály hrát klíčovou roli v konstrukci. A jakou minimální dobu si materiál má zachovat své vlastnosti. (6)

3.1.2. Vady konstrukční

Do této skupiny poruch spadají špatně navrhnuté hydroizolační systémy. A to v podobě podhodnocení řešení otázky hydroizolací, nebo jejich úplné zanedbání. Stejný problém může vyvolat vybrání špatného sanačního opatření u objektů, které jsou vlhkostí už silně zasaženy. (2) (6)

3.1.3. Vady vzniklé při realizaci

V této skupině poruch se projevuje nedodržení technologických postupů při realizaci hydroizolačních systémů. Nedodržení projektové dokumentace. Neznalostí a nedbalostí pracovníků na stavbě. Tyto poruchy se většinou projevují u nových staveb. Příklady nejčastějších poruch:

- aplikace difuzně tvrdých materiálů na relativně vlhké zdivo (projevuje se prasklinkami vzniklými smršťováním);

- aplikace tvrdé a hutné omítky na měkké jádro;
- použití povlaků, které vytvářejí parotěsnou zábranu. Voda, která pronikne pod tuto vrstvu, nemůže unikat do atmosféry a kumuluje se pod povrchem. (6)(2)

3.1.4. Vady vzniklé změnou podmínek stavby

Dobře navrhnuté i provedené izolace neznamenají výhru. U objektu se mohou změnit podmínky na které byly izolace navrhnuty. (2)

3.1.5. Vady způsobené vnějšími negativními vlivy prostředí

V této skupině je příčinou nejčastěji změna vlastností terénu v okolí stavby. Například:

- nevhodně nově založená stavba v okolí;
- nevhodně provedené povrchy v blízkém okolí, například chodníky, cesty;
- dynamické účinky způsobené pojezdem těžkých strojů v blízkosti objektu;
- změna hladiny spodní vody (2)

4. Poruchy způsobené vodou a vlhkostí

Špatně navrhnuté nebo neexistující hydroizolační systémy vedou k poruchám na konstrukcích objektu. Poruchy je nutné správně a podrobně analyzovat, abychom mohli navrhnout správné opatření. (1)

Poruchy zapříčiněné vodou a vlhkostí lze kategorizovat podle jejich důsledků na:

- poruchy a vady estetické;
- poruchy a vady způsobující ohrožení bezpečnosti uživatelů a životního prostředí;
- poruchy a vady narušující funkci konstrukcí stavby. (1)

4.1. Poruchy a vady estetické

Jako první se na konstrukci začnou projevovat právě vady estetické, které varují před problémem, který je nutno vyřešit. Můžeme například vidět vlhkostní mapy na vnitřních i vnějších omítkách. Omítky jsou narušeny krystalickým tlakem výkvětovitých solí. Důsledek takových závad může být jen estetický. (1)

Obecně se dá říci, že vlhkost vzlínající v exteriéru způsobena odstříkující vodou je jen estetickou poruchou. V interiéru tato porucha může narušit vnitřní mikroklima. (1)

4.2. Poruchy a vady způsobující ohrožení bezpečnosti uživatelů a životního prostředí

Největším rizikem poruch v interiéru je vznik plísní. Plísně mohou vznikat na povrchu konstrukce, anebo pod jejím povrchem. Dostatečná vlhkost prostředí je nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje růst plísní. Dlouhodobé vystavení člověka plísním může vést k vážným zdravotním problémům. Nejčastěji se projevují alergiemi a respiračními onemocněními. U některých plísní je prokázáno kancerogenní působení. Alergická onemocnění způsobená plísněmi

v interiéru jsou alergická rýma a průduškové astma, zánětlivé postižení plicních sklípků, chronický zánět průdušek, syndrom toxického prachu organického původu. (7)

4.2.1. Hlavní plísně ovlivňující lidské zdraví

- Rod *Alternaria* – celosvětově rozšířený rod, u nás se vyskytují především ve venkovním prostředí od jara do podzimu. Výskyt: v zaplísněných bytech a na venkovních fasádách domů. Tento druh plísně je považován strůjce vzniku astmatu.
- Rod *Aspergillus* – nejčastěji spojovány s poškozením zdravý člověka, malé spory jen pět tisícin milimetru, produkují: alergeny, mykotoxiny, proteázy a těkavé organické látky. Pod tento rod spadají nejrůznější druhy plísní, které mohou působit až kancerogenně.
- Rod *Cladosporium* – vyskytují se celosvětově, rostou na vlhkých substrátech, jakou jsou matrace, barvy, tapety filtry vzduchových zařízení. Nejvýznamnější plísňový alergen v Evropě.
- Rod *Penicillium* – malé spory, které dobře pronikají do dýchacích cest. Plísně tohoto rodu tvoří mykotoxiny. (7)

4.3. Poruchy a vady narušující konstrukce stavby

Tyto poruchy mohou být až fatální pro konstrukci objektu. Mohou být způsobeny dlouhodobým zatékáním do konstrukce podlah a krovů. Vlhkost může snížit nebo narušit únosnost mnoha prvků, například dřevěného krovu. Dřevo je silně náchylné k navlhnutí a následnou degradaci materiálu. Zatékáním vody do konstrukcí se také mohou narušit kontaktní zateplovací systémy, kde dochází k postupnému ukládání soli do tepelné izolace a tím zvyšování tepelné vodivosti desek. (1)

5. Průzkum vlhkostí

Vybrat a navrhnout neoptimálnější metodu odstranění vlhkosti, je kritickou částí při sanaci objektu, který už vlhkostí je zasažen a kterému vlhkost brání vykonávat svoji funkci. Vybraná metoda musí nejen odstranit vlhkosti v konstrukci, ale také zabránit jejímu šíření dále v konstrukci a opětovnému výskytu. (6)

„Je nutné:

- *informovat se o podmínkách, které umožňují nebo brání dalšímu pronikání vody z podzákladí (bez ohledu na to, jsou-li vlastnosti zeminy vlastní příčinou vlhkostí, nebo nejsou);*
- *přiměřeně poznat stavební historii budovy, zejména z hlediska podmínek v době výstavby a provedených změn (dostavby, přístavby apod.);*
- *provést stavebně technický průzkum s ohledem na stav materiálů;*
- *zjistit množství vody v konstrukcích a provést její rozbor;*
- *koordinovat vlastní průzkumy s projektanty eventuální rekonstrukce a obnovy.“*

(6, str.17)

5.1. Inženýrsko-geologický a hydrologický průzkum

Součástí tohoto průzkumu je prostudování už provedených průzkumů, které jsou v našich poměrech archivovány, pokud jsou tyto archivy nedostupné, průzkum se provádí kopanými sondami po obvodě nosných zdi do hloubky základové spáry. Z tohoto průzkumu získáme informace o základových poměrech a složení základové půdy. Důležitou informací získanou z toho průzkumu je také úroveň podzemní vody. U větších objektů je lepší provést sondy vrtané. (1)(6)

5.2. Stavebně historický průzkum

Nastudování původní dokumentace u bývalých majitelů/uživatelů, na obvodních nebo na stavebních úřadech. Porovnává se původní stav se stavem

stávajícím. Jestli nebyla k objektu přistavěna nějaká menší konstrukce, která by mohla způsobit problém. (1)

5.3. Stavebně technický průzkum

Průzkum, který provádíme vždy. Provádí se sondami a porovnání ploch s odpadlou omítkou. Výsledkem těchto průzkumů je technický stav nosné nebo základové konstrukce, stav dříve provedených hydroizolací, druh a složení konstrukcí. Důležité je zjistit druhy omítek, zdiva a kameniva a jeho stáří. Někdy je nutné provést vrtané sondy v celé tloušťce zdi za účelem zjištění jeho charakteru například u dvouplášťových konstrukcí. (1)(6)

5.4. Průzkum vlhkosti

Tyto průzkumy mohou být destruktivní nebo nedestruktivní.

„Měření se provádí:

- v profilech určených projektem, a to vždy ve třech úrovních (např. ve výšce 300, 750, 1500 mm nad úrovní podlah);
- vždy však ve výšce 300 mm nad maximální hranicí pozorovatelných znaků vlhkosti;
- v hloubce cca 80 mm v tloušťce zdiva (v případě hmotnostní metody viz dále);
- z malty a zdícího materiálu;
- v průběhu delšího časového úseku, nejméně ve dvou ročních obdobích, nejlépe však s využitím období přechodného (březen a květen) „
6, str. 19)

5.4.1. Přímé stanovení vlhkosti

Vlhkost se stanoví vysoušením materiálů odebraných ze zdiva při teplotě kolem 105 °C. Hmotnostní/gravimetrická zkouška se provádí odebráním vzorku vrtáním. Vzorek se uloží do paro-nepropustného obalu, zváží se a poté se vysuší a poté se opět vysuší. Rozdíl mezi hmotností vzorku nevysušeného avysušeného indikuje obsah vody. Tato metoda je mezinárodně standardizovaná.

Vzorek by měl mít aspoň 100 g. Odchylka této metody může být 0,5 %. Je nutno si uvědomit, že vzorek se při vrtání může ohřát, a tudíž ovlivnit výsledek zkoušky. Je doporučeno použít větší průměry vrtáků, a vrtat při menších otáčkách. (1)

5.4.2. Nepřímé stanovení vlhkosti

U této metody využíváme známé hodnoty odporu a kapacity ve vlhkosně přirozeném stavu pro dřevo a beton. Po použití metody elektrického odporu nebo elektrické kapacity můžeme jasně definovat vlhkost prvku díky známým hodnotám elektrických veličin. Pro materiály, které jsou nehomogenní je lepší využít metody gravimetrické. (1)

5.4.3. Chemická metoda

Výhodou této metody je využití přímo na stavbě. CM-metoda, nebo-li karbidová metoda se provádí v uzavřené tlakové nádobě, ve které je vzorek uložen spolu s kapslí karbidu vápníku a ocelové kuličky. Ocelový kulička slouží k rozbití kapsle karbidu vápníku. Množství vzniklého acetylenu se měří tlakoměrem, který je vestavěný v nádobě. Odchylka této metody může být 3 %. Nevýhodou této metody je měření tvrdých materiálů jako je beton, jelikož se špatně drtí v přístroji. (1)

5.4.4. Elektrické metody

Vodivost materiálu je závislá na množství vody uvnitř materiálu. Pro tuto metody se používají odporové vlhkoměry, které mají dvě nebo čtyři elektrody. Tyto elektrody se zasadí do materiálu.

Dále se používají kapacitní vlhkoměry, které pracují jako kondenzátor a stavební materiál je jeho dielektrikum. Tato zkouška je také nedestruktivní, což je její výhodou. Nevýhodou u této zkoušky je malá hloubka „záběru“ do které se vlhkoměr vloží, což je jen asi 5 cm. Proto se tyto zkoušky dají považovat pouze za orientační. (1)

Průzkum vlhkostí je tedy složen ze čtyř částí: průzkum podmínek stavby (okolní zeminy a technický stav konstrukcí), odběr vzorků zdiva nebo základů,

laboratorní zkoušky a jako poslední část je vyhodnocení vzorků, který vede k závěru, kterou sanační metodu si vybrat pro daný objekt.

5.5. Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610

Tab. 2 Vlhkost zdiva (8, příloha A)

Stupeň vlhkosti	Vlhkost zdiva w v % hmotnosti
Velmi nízká	$w < 3$
Nízká	$3 \leq w < 5$
Zvýšená	$5 \leq w < 7,5$
Vysoká	$7,5 \leq w \leq 10$
Velmi vysoká	$w > 10$

5.6. Klasifikace salinity zdiva dle ČSN P 73 0610

„Míra salinity zdiva se hodnotí podle obsahu síranů, chloridů a dusičnanů ve zdivu; udává se v % hmotnostních každé soli nebo v mg soli na gram vzorku stavebního materiálu nebo v mg soli na 10 g (100 g) vzorku; salinita co do možnosti poškození zdiva, hlavně zdící malty, korozními procesy (fyzikální a chemické rozrušování roztoky a krystaly uváděných druhů solí) klasifikuje podle následující tabulky. „(8, příloha B)

Tab. 3 Salinita zdiva (8, příloha B)

Stupeň zasolení zdiva	Obsah solí v mg/g vzorku a v procentech hmotnosti					
	Chloridy		Dusičnany		Síraný	
	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 až 2,0	0,075 až 0,20	1,0 až 2,5	0,1 až 0,25	5,0 až 20	0,5 až 2,0
vysoký	2,0 až 5,0	0,20 až 0,50	2,5 až 5,0	0,25 až 0,50	20 až 50	2,0 až 5,0
Velmi vysoký	> 5,0	> 0,50	> 5,0	> 0,50	> 50	> 5,0

6. Metody sanace vlhkosti

Sanace vlhkosti ve zdivu je velmi složitý zásah do konstrukce stavby, který většinou nelze dosáhnout jednou metodou. Proto k úspěšnému provedení sanace vlhkosti zdiva nebo jiného konstrukční prvku je vhodné použít kombinaci metod. Při návrhu sanační metody se musí zároveň uvažovat nad základními požadavky na stavbu jako je: bezpečnost stavby, požární odolnost, stabilita stavby, ochrana prostředí, ochrana proti hluku, úspora energie a ochrana tepla. (1)(2)

6.1. Metody přímé sanace vlhkého zdiva

6.1.1. Metody mechanické

Prořezávání spáry za účelem vložení dodatečné hydroizolace do stěnové konstrukce pomocí kotoučové nebo lanové pily s diamantovými hroty je vhodné v podstatě pro všechny druhy konstrukcí a všechny druhy tloušťek, díky velké mechanické odolnosti pily. U cihelného zdiva je možnost prořezávat konstrukci až do tloušťky jednoho metru za účelem zatlukání profilovaných desek z korozivzdorného plechu, pokud má zeď tloušťku větší, než je jeden metr, lze zeď prořezávat z obou stran. Ruční prořezávání zdiva se obvykle provádí do tloušťky zdiva 750 mm.

U strojního a ručního prořezávání je nutné dbát na zachování mechanických vlastností a stability objektu, proto se se stabilita objektu při prořezávání zajišťuje klíny proti sednutí. (8)

6.1.2. Metody chemické

Stejně jako u předešlé metody je důležité, aby se prováděním této metody nenarušila stabilita konstrukce, jelikož se chemické prostředky, asfaltové emulze a taveniny parafinu do konstrukce vkládají pomocí vrtání zdiva elektrickými vrtacími kladivy, pneumatickými rotačně příklepovými kladivy. Technologie napouštění zdiva injektážním způsobem, což znamená infuzí nebo tlakovou injektáží se řídí stejnými pravidly a tj. nenarušení stability konstrukce

nebo jejich mechanických vlastností. Vrtý jen z jedné strany se dělají do tloušťek jednoho metru. (8)

„Dalšími podmínkami, které je z technického a technologického hlediska při infuzním i tlakovém způsobu napouštění zdiva vždy třeba respektovat, jsou:

- a) druhy infuzních a injektážních materiálů ve vztahu ke jejich složení, k možnostem aplikace a k vlastnostem z nich vytvořené příčné hydroizolace ve zdivu;*
- b) geometrie vrtů ve zdivu, tj. počet a vzdálenost vrtů vedle sebe (v případě provádění vrtů ve svislém směru i nad sebou), jejich průměr, délka a sklon ve zdivu;*
- c) schopnost proniknutí prostředků do různých materiálových struktur a jejich normativní spotřeba na plošnou nebo délkovou jednotku zdiva;*
- d) stabilita prostředků co do vytvoření chemické clony ve zdivu;*
- e) stabilita, účinnost a životnost chemické clony ve zdivu ve vztahu k intenzitě a ke způsobu vlhkostního namáhání;*
- f) chemické složení prostředků ve vztahu ke korozi stavebních materiálů a malt;*
- g) způsoby aplikace prostředků (používané samostatně nebo ve vzájemné kombinaci);*
- h) ochrana pracovního a okolního prostředí před případnými škodlivými účinky použitých druhů materiálů a pracovních technologií. „(8, str. 8)*

6.1.3. Metody elektroosmotické

Vysušování zdiva pomocí této metody je vhodné pro všechny pórovité materiály, kde dochází k pohybu vody působením kapilárních sil. Při návrhu této metody je nutné brát v potaz nepříznivé faktory jako jsou (bludné proudy v zeminách, nechráněná a neizolovaná kovová potrubí, ostění otvorů a instalace ve zdivu, přítomnost anorganických solí ve zdivu, vodivost zdiva, kyselost zdiva hodnocená faktorem pH, charakter zemin a základových půd a dále). Při použití této metody se vytváří speciální projekt, kam umístít elektrody ve zdivu nebo

v zemině a jejich připojení na zdroj elektrického proudu. Tato metoda se musí průběžně sledovat a seřizovat. (8)

6.1.4. Metody vzduchoizolační

Tato metoda funguje na principu vytvoření přirozeného nebo nuceného větrání pomocí větraných mezer, dutin, kanálků a štol pod podlahami a podél vnitřních a vnějších líců podzemního a nadzemního zdiva. Navržený systém mezer nebo dutin je založený na principu vstupních a výstupních otvorů, vstupním otvorem se vzduch nasává. Tento otvor by měl být umístěn na návětrné straně. A naopak výstupní otvor, který vzduch tzv. „vydechuje“ by měl být situován směrem na stranu závětrnou. Otvory výstupní by měl být umístěny nad otvory vstupními, a to s minimálním výškovým rozdílem 3 m. Otvory výstupní by měli mít plochu aspoň 0,01 m² a opatřeny mřížkou.

Při použití volného větrání zdiva objektů, tj. otevřenými výkopy je dno těchto výkopů umístěno pod úrovní podlah přízemí nebo suterénu a musí být vyspádováno směrem do kanalizace, anebo pryč od objektu, kvůli odvedení srážkové vody. Stará omítka se z vysoušeného zdiva otlučte a ve zdivu se proškrábou spáry pro uvolnění vodní páry. Při použití nové omítky se musí dbát na to, aby byla prodyšná. (8)

6.2. Metody doplňkové přímé

6.2.1. Hydroizolační prostředky

K aplikaci těchto prostředků dochází v případě podzemních konstrukcí jen velmi zřídka a způsob použití musí být doplněný speciálním projektem. (8)

6.2.2. Vnější nátěry, nástřiky a těsnění spár

Podrobné zpracování a použití těchto prostředku je součástí projektu celkové rekonstrukce a sanace objektu. Tyto prostředky se provádějí podle zvláštních předpisů. (8)

6.3. Nepřímé metody sanace vlhkého zdiva staveb

Nepřímé metody sanace vlhkého zdiva staveb se většinou používají v kombinaci s metodami přímými, jako jejich doplnění. Je ale možné tyto metody použít samostatně, a to v případě obvodových drenáží sloužících pro odvod prosakující srážkové vody a podzemní puklinové vody od podzemního zdiva. (8)

„Pro použití nepřímých metod sanace vlhkého zdiva platí zejména:

- a) drenáž podél obvodových stěn staveb pod terénem musí být uložena ve spádu, prosakující srážková nebo proudící voda podzemní musí být od zdiva odváděna do kanalizace nebo jako trativod do dostatečné vzdálenosti od objektu, podrobnosti uvádí příloha D ČSN P 73 0600;*
- b) v místnostech a prostorách sanovaného objektu nesmí docházet k únikům vody z instalací vodovodů, odpadů atd.;*
- c) úprava terénu v okolí objektu spočívá hlavně v jeho vyspádování od paty zdi a v tom, že se asfaltové a betonové vrstvy na chodnících a dvorech nahradí dlažbou v paro-propustné úpravě (např. kamenné kostky nebo zámkové betonové tvarovky do písku);*
- d) pro injektáže zemin a základových púd se používají jen směsi takového chemického složení, kdy jimi prosycená zemina nemá korozní účinky na zdivo nebo není škodlivá pro rostlinný kryt;*
- e) používané materiály a způsoby jejich aplikace nesmějí obecně ohrožovat životní prostředí.“ (8, str. 9)*

6.4. Metody doplňkové nepřímé

6.4.1. Systém sanační omítkový

Tyto sanační omítky se používají v kombinaci s příčnými hydroizolacemi, chemickými clonami, s elektroosmotickými instalacemi, se vzduchoizolačními systémy a s některými nepřímými způsoby sanace vlhkého zdiva. Tyto omítky sanační metody, ale nedokáží nahradit. Zdivo nevysušují ani neodstraňují vlhkost zdiva, jen vhodně upravují povrch na dočasnou dobu. (8)

7. Provádění sanačních metod

7.1. Metody přímé

7.1.1. Metody mechanické

7.1.1.1. Příčné vkládané a zaražené hydroizolace ve zdivu

Hydroizolace v podobě tuhého plastu, fólie, sklolaminátu, asfaltových pásů s vložkou ze skleněné tkaniny nebo polyesterové rohože a profilované desky z korozivzdorné oceli se vkládají do předem ručně nebo strojně proříznuté, probouraného nebo provrtaného zdiva. Po vložení se proříznutá spára zabezpečí proti sednutí zdiva klíny a hydroizolace nebo desky se zainjektují cementovou maltou. Poté se otvory s vloženou izolací se následně dozdí nebo dobetonují. (8)

7.1.2. Metody chemické

Chemické clony se vytvářejí v konstrukcích zděných a kamenných v úrovni nad i pod povrchem terénu pomocí infuze nebo tlakové injektáže. Používají se prostředky, které jsou inertní. Zdivo se napouští buď jedním prostředkem, anebo více prostředky za sebou tzv. „metodou následné infuze“. Metoda je vhodná i pro konstrukce, které jsou velmi vlhké, jelikož se při vytváření infuzních vrtů zdivo předsuší. (8)

7.1.3. Metody elektroosmotické

Nejvíce používané jsou metody aktivní elektroosmózy. Metoda má nízké provozní náklady a je nedestruktivní, což je její velkou výhodou. (8)

7.1.4. Metody vzduchoizolační

Metody, které využívají k odvodu vlhkosti z konstrukce proudící vzduch. Pro vytvoření větraných mezer podél stěn se používá celá řada prefabrikátů a stavebních prvků, které jsou normálně v konstrukci použity k úplně jinému účelu např.: stropní železobetonové panely. Pro provětrávané obklady se využívají desky z přírodního nebo umělého kamene. Výkopy nesmějí zasahovat do větší hloubky, než je hloubky základů, jelikož by mohlo dojít k promrznání

základové půdy a tudíž ke změně okolních podmínek a k narušení stability objektu. (8)

7.2. Metody doplňkové přímé

7.2.1. Hydroizolační prostředky

Tyto prostředky ochraňují konstrukce před účinky vztlínající vlhkosti a prosakující vody, která působí na konstrukci hydrostatickým tlakem. Prostředky se používají jak na straně působící vody, což je většinou ze strany exteriéru, tak se používají i na straně interiéru.

Prostředky můžeme rozdělit podle složení na:

- vodotěsné malty;
- silikátové materiály s krystalizačními účinky. (8)

7.2.2. Vnější nátěry, nástřiky a těsnění spár

Nátěry a nástřiky se používají hlavně jako ochrana fasády proti pronikání srážkové vody pod omítky a podklady. Nátěry a nástřiky musí po aplikaci umožnit výměnu vlhkosti mezi materiály a okolním prostředím. Dalšími nároky na tyto prostředky jsou dlouhá životnost a vodoodpudivé vlastnosti.

Těsnicí materiály jsou většinou tmely, které zajišťují dlouhodobou těsnící funkci a mají dlouhodobé těsnící vlastnosti. (8)

7.3. Metody nepřímé

7.3.1. Větrání interiérů staveb

Větrání místností může být zajištěno přirozeným nebo nuceným způsobem. Přirozené větrání se zajišťuje otvory neuzavíratelnými otvory ve zdech.

Nucené větrání je zajištěno vzduchotechnikou. Vzduch se většinou ještě upravuje různými filtry, ohřívá se nebo ochlazuje. Nucené větrání lze využít k provětrávání mezer u metody vzduchoizolační. (8)

7.4. Metody doplňkové nepřímé

7.4.1. Sanační omítky

Sanační omítky mohou být vápenné, vápenocementové a cementové. Velmi často se do nich ještě přidávají vylehčující látky jako je pemza, perlit nebo polystyren. Těmito omítkami nevzlíná vlhkost. Omítky se dodávají v podobě suché maltové směsi, anebo se vyrábějí přímo na stavbě. (8)

7.4.2. Sanace následků biokoroze materiálů

Tyto sanace provádějí pomocí speciálních chemických prostředků nebo stavebními zásahy a úpravami. Těmi jsou hydroizolace, větrací systémy nebo opalování povrchů konstrukce přímým plamenem. (8)

8. Vlastní návrh sanační metody na vybraném objektu

V další části jsem se zaměřil na posouzení a následný návrh nejvhodnější sanační metody pro konkrétní vybraný objekt, který byl silně zasažený vzlínající vlhkostí a vodou.

8.1. Popis objektu a pozemku

Objekt se nachází ve Středočeském kraji, v okrese Praha-východ, v obci Polerady. Parcela, na které se objekt nachází má číslo st.1. A číslo popisné posuzovaného objektu je 29.



Obr. 1 foto objektu (převzato z 14)

Řešený objekt byl, podle parcelního čísla, jedním z prvních objektů postavených v obci. Jedná se o samostatně stojící stavbu jednopodlažní nepodskepenou stavbu s podkrovím, kolmo orientovanou uličním štítem na sousední komunikaci. Objekt se nachází u křižovatky. Objekt má půdorysný tvar obdélníku o rozměrech 34x8 m. Schodiště vedoucí do podkroví se nachází v jižní části objektu.

Zastavěná plocha domu: 205,70 m²

Hrubá podlažní plocha: 411,4 m²

Užitná plocha: 287,12 m²

Související pozemek se nachází v centru obce Polerady. Je podlouhlý podle severojižní osy obdélníkový, při pohledu od hlavní komunikace je z pravé strany celý obehnaný zdí. Přístupný je branou ze zmíněné komunikace pouze na severní straně, na jihu navazuje na parcelu zahrada. Terén se směrem na sever mírně svažuje. Samotný objekt RD leží na severovýchodní hranici pozemku, dále se na parcele nachází také garáž a drobné hospodářské objekty. Rozloha stavební parcely je 1043 m² (dle katastru nemovitostí).

Stavební pozemek je součástí původní zástavby rodinných domů a jsou k němu přivedeny všechny inženýrské sítě a také příjezdová komunikace. Pozemek je napojen stávajícími přípojkami na rozvody vody a elektřiny vedenými pod komunikací a podél ní. V současné době probíhá výstavba obecní kanalizace. Kanalizační přípojka k objektu bude v rámci zmíněné výstavby dovedena na pozemek, kde bude zakončena kanalizační šachtou.

8.2. Popis konstrukce domu

Svislé nosné konstrukce 1. NP jsou provedeny v tloušťce 600 mm částečně z cihel plných pálených a smíšeného zdiva. Vodorovná nosná konstrukce nad 1. NP sestává z cihelných zrcadlových kleneb ukládaných do válcových I profilů. Konstrukce krovu je tesařská hambálkové soustavy.

8.3. Plánovaná rekonstrukce

Objekt byl v minulosti využíván částečně jako objekt pro bydlení a částečně byly jeho prostory využívány pro chov domácího dobytka. Předmětem rekonstrukce stávajícího objektu jsou proto především dispoziční úpravy a změna účelu užívání části v 1.NP objektu, která bude novému majiteli sloužit jako administrativní prostory a zázemí pro zaměstnance. V místě stávající půdy bude provedena půdní vestavba. Část podkroví bude fungovat jako krátkodobé ubytovací zařízení pro zaměstnance a v další části bude samostatná bytová jednotka pro majitele. Přístup do této jednotky bude zajištěn pomocí nově zřízeného, venkovního, ocelového schodiště.

8.4. Zhodnocení stávajícího stavu

Hned při první návštěvě bylo znatelné viditelné, že nosné obvodové zdi jsou silně zasaženy vlhkostí. Jelikož po celém obvodu domu byla viditelná plíseň a sanytr u spodního okraje zdiva.



Obr. 2 plíseň a sanytr u spodního okraje zdiva (převzato od Ing. Jan Klatovec)

V celém objektu byla podlahová krytina tvořena ze dřeva, na které bylo viditelně znát, že je vlhká, dokonce v jedné z místností byla na dřevěnou krytinu provedena předchozím majitelem povrchová úprava linem, která zabránila tzv. „dýchání“ dřevěné podlahy, což zhoršilo situaci.



Obr. 3 Dřevěná podlaha pokrytá linoleem (převzato od Ing. Jan Klatovec)

Dalším problémem, který zvyšoval míru vlhkosti byla špatná terénní úprava okolo objektu. Která nebyla nějak řešena, aby odváděla srážkovou vodu od objektu. Ke vstupu do objektu vedl také chodníček z kamenných desek, který byly neprodyšné, což způsobovalo hromadění vlhkosti v zemině pod ním.



Obr. 4 Chodníček z kamenných desek (převzato od Ing. Jan Klatovec)

Odvod srážkových vod ze střechy byl také nevhodně řešen. A to tak, že svody nebyli nasměrovány dál od objektu, ale spíše přímo pod objekt. Což jen silně podporovalo vlhkost v podloží.

V rámci demolice podlahových krytin nebyla nalezena žádná vodorovná hydroizolace spodní stavby. Jak bylo předpokládáno. Která by zabraňovala pronikání vlhkosti do interiéru objektu.

Dále nebyla nalezena žádná svislá hydroizolace ani hydroizolace stěn, která by zabraňovala vztlínání vlhkosti ve zdivu.

Objekt byl založen v dřívějších dobách, což také značilo způsob, jak byl založen. Objekt není založen klasicky jako většina dnešních rodinných domů na betonových pasech a železobetonových deskách. Ale pouze na zpevněném podloží a cihlových stěnách, které vedou do hloubky přibližně jen 250 mm pod úroveň původního terénu. Tudíž stavba ani není založena v nezámrazné hloubce.

Po těchto nálezech bylo jasné, že se bude muset v celém objektu provést celková rekonstrukce hydroizolačních systémů a navrhnout sanační metoda, která by zabránila průniku vztlínající vody vyšších podlaží. Také se bude muset nějakým způsobem upravit odvod srážkové vody od domu.

8.5. Výběr nejvýhodnější metody sanací svislých konstrukcí pro vybraný objekt

Při výběru nejvýhodnější metody pro konkrétní objekt je nutno vzít do úvahy stávající složení zdiva, účinnost použité metody, cenu jejího pořízení a také náročnost jejího provedení. Při výběru nejvhodnější metody byly u vybraných metod porovnávány jejich výhody a nevýhody (resp. silné a slabé stránky metod) v závislosti na konkrétních podmínkách a jejich dostupnosti v České republice.

8.5.1. Izolace metodou podřezání vlhkého zdiva diamantovým lanem s vložením hydroizolační fólie

Výhody

- Ize použít u velmi vlhkého zdiva (až 95%)
- Ize použít u smíšeného zdiva
- metoda není omezena tloušťkou zdiva
- deklarovaná životnost metody cca 50 let
- Ize použít u těžko přístupných prostor
- variabilní použití pro svislé i vodorovné zdivo
- vysoká účinnost

Nevýhody

- nelze použít u sypkého zdiva
- náročná metoda na strojní vybavení
- nutné vkládání klínů a injektáž spáry cementovou směsí
- nelze provádět vlastními silami bez praxe v oboru
- náročná na cenu
- časová náročnost

(12)

8.5.2. Izolace metodou podřezání vlhkého zdiva řetězovou pilou s vložením hydroizolační fólie

Výhody

- deklarovaná životnost metody cca 50 let
- nejnižší cena ze všech mechanických metod
- vysoká účinnost

Nevýhody

- nelze použít u smíšeného zdiva
- metoda je omezena tloušťkou zdiva

náročná metoda na strojní vybavení
nutné vkládání klínů a injektáž spáry cementovou směsí
nelze provádět vlastními silami bez praxe v oboru
časová náročnost
náročná na rovný podklad
prořezávání rohů ruční pilou

(12)

8.5.3. Elektro fyzikální bezelektrodové odvlhčování zdiva (elektroosmóza)

Výhody

lze použít u smíšeného zdiva
metoda není omezena tloušťkou zdiva
nedochází k narušení statiky zdiva
při aplikaci nedochází k omezení provozu v objektu
bezkontaktní a bezúdržbová
nižší cena

Nevýhody

proces vysoušení trvá až 24 měsíců
nutné průběžné sledování výsledků v čase
nároky na vybavení
nelze použít při přerušení kapilárních cestiček

(13)

8.5.4. Zarážení nerez ocelových desek do zdiva (např. HV systém)

Výhody

není nutné podřezání zdiva
vysoká účinnost

deklarovaná dlouhá životnost metody
nedochází k narušení statiky zdiva
nutné vkládání klínů a injektáž spáry cementovou směsí
vyšší výkon než u metod podřezání vlhkého zdiva řetězovou pilou nebo
diamantovým lanem

Nevýhody

nelze použít u sypkého a smíšeného zdiva
náročná metoda na strojní vybavení
časová náročnost (nelze hned omítnout)
nelze provádět vlastními silami bez praxe v oboru
složitější napojení hydroizolace na plechy
náročná na cenu

(12)

8.5.5. Chemická injektáž zdiva

Výhody

šetrná metoda ke zdivu
nedochází k narušení statiky zdiva
lze použít bez rozdílu na druh zdiva
metoda není omezena tloušťkou zdiva
nenáročná metoda na strojní vybavení
lze provést vlastními silami
při aplikaci nedochází k omezení provozu v objektu
variabilní použití pro svislé i vodorovné zdivo
životnost cca 30 let

Nevýhody

náročná na cenu

kratší životnost než u metody podřezání vlhkého zdiva diamantovým lanem (12)

Tab. 4 Orientační ceny sanačních metod (12,13)

Název	Cena na m ² [Kč/m ²]	Plocha podřezávaných zdí [m ²]	Cena celkem [Kč]
Diamantové lano	3 900	42,25	164 775
Nerez ocelové desky	3 400	42,25	143 650
Chemická injektáž	3 300	42,25	139 425
Řetězová pila	1950	42,25	82 388
Název	Cena za přístroj s dosahem 50 m všemi směry	Počet	Cena celkem [Kč]
Elektroosmóza	43 375	1	43 375

Po vyhodnocení všech výše uvedených výhod a nevýhod u zmíněných sanačních metod, jsem se rozhodl vybrat metodu chemické injektáže. Jelikož má nízké nároky na okolní povrchy a jejich rovinatost, je vhodná pro smíšené zdivo, které bylo zjištěno v tomto konkrétním případě. Dalším důležitým faktorem je, že při aplikaci zmíněné metody není zapotřebí použití speciálních strojů a nářadí. Při aplikaci této metody není potřeba specializovaného dohledu, jako tomu je v případě práce s řetězovou pilou nebo diamantovým lanem. Zvolená metoda chemické injektáže sice nemá nejnižší cenu ze všech uvedených možností, ale metodu elektroosmózy jsem se rozhodl nevybrat z důvodu časové náročnosti na úplně vyschnutí svislých konstrukcí.

8.6. Návrh nového opatření proti zemní a vzlínající vlhkosti objektu

Vybraná metoda sanace svislých konstrukcí u zvoleného objektu by nebyla dostačující pro zajištění úplné ochrany proti vlhkosti. Z tohoto důvodu je v následujícím návrhu metoda doplněna dalšími sanačními opatřeními, které řeší ochranu před vlhkostí komplexně.

8.6.1. Nová vodorovná hydroizolace

V první fázi rekonstrukce a sanace proti vlhkosti bylo nutné navrhnout demontáž a odstranění stávajících dřevěných podlah pokrytých linoleem, a to až na úroveň zeminy. Zemina byla z části odkopána a následně zhutněna. Na zhutněnou zeminu byl proveden podkladní beton z betonu C16/20. Jako výztuž podkladního betonu byla navržena komerčně vyráběná výztuž z KARI sítí (SZ) s normovou mezí kluzu 500 MPa v kombinaci s ocelí B500B (R). Na podkladní beton byl proveden penetrační nátěr ALP. Dále byla provedena hydroizolační vrstva z modifikovaného pásu SBS GLASTEK 40 special mineral. Na vrstvu hydroizolace byla kladena vrstva tepelné izolace z EPS 100 S tloušťky 140 mm.

Další vrstva podlahy byla tvořena separační vrstvou, na kterou byl proveden betonový potěr tloušťky 60 mm. A jako nášlapná vrstva podlah je navržena keramická dlažba a vinil. V místech, se zvýšenou vlhkostí bude pod nášlapnou vrstvu aplikována hydroizolační stěrka.



Obr. 5 Nezhuťněná podkladní zemina (převzato od Ing. Jan Klatovec)



Obr. 6 Hutnění zeminy před provedením podkladního betonu (převzato od Ing. Jan Klatovec)



Obr. 7 Pokládka kari sítí (převzato Ing. Jan Klatovec)



Obr. 8 Natavení hydroizolačních asfaltových pásů (autor Jan Illetško)



Obr. 9 Natavení hydroizolačních asfaltových pásů 2 (autor Jan Illetško)

Nová skladba podlahy:

- podlahová krytina (keramická dlažba nebo vinil)
- betonový potěr tl. 60 mm
- separační vrstva
- tepelná izolace z EPS 100 S tl. 140 mm
- SBS modifikovaný asfaltový pás GLASTEK 40 special mineral
- penetrační nátěr ALP
- podkladní beton s kari sítí a vyztuží B500B tl. 150 mm
- stávající zhutněné podloží

8.6.2. Zabránění vzlínající vlhkosti ve stávajících obvodových a vnitřních stěnách

Pro odstranění vzlínající vlhkosti byla navržena sanační metoda chemické injektáže v kombinaci s dalšími opatřeními.

V první řadě došlo k odstranění stávající omítky do výšky asi 30 cm nad úroveň stávajícího terénu. Dále byly do zdiva vyškrábány spáry do hloubky cca 2 cm

a zároveň byly odstraněny plísně a sanytr ze zdiva. Následně byla navržena aplikace chemickým nátěr na místa, která byla postižena plísněmi. Nátěr tvořil přípravek ANSILVER PROFI, což je protiplísňový a antibakteriální přípravek s obsahem stříbra.

Hlavním prvkem zabránění vztlínající vlhkosti je chemická injektáž. Za vhodný materiál byl vybrán KIESOL C od firmy remmers. KIESOL C je tixotropní emulzní krém na bázi silan-siloxanů a vody, jehož aktivní složka proniká hluboko do zdiva, kde hydrofobizuje vodivé kapiláry a vytváří dlouhodobě fungující „bariéru“ proti vztlínající vlhkosti.

Pracovní postup:

Injektážní vrty se zhotovují cca 10 mm od sebe pomocí vrtačky a vrtáky o průměru asi 14 mm. Vrty se dají provádět vodorovně, jelikož na rozdíl od ostatních materiálů chemických clon je KIESOL C gel, tudíž z vrtu nevyteče ven. Hloubka vrtů do zdi se rovná tloušťka zdi minus 3 cm. Z toho vyplývá, že u našeho objektu budou provedeny vrty do hloubky ($600 \text{ mm} - 30 \text{ mm} = 570 \text{ mm}$) 570 mm. Injektážní krém se do vrtů zavádí pomocí standartního nízkotlakého postřikovače s dávkovačem osazenou injektážní trubicí o průměru asi 10 mm. V našem případě jsme použili na postřik přístroj na postřik květin na zahrady. Provozní tlak je max. 2 bary. Injektáž KIESOLEm C je možná až do 95 % nasycení zdiva vlhkostí. Reálná spotřeba KIESOLu C se pohybuje přibližně od 1 l/m^2 až $1,9 \text{ l/m}^2$.



Obr. 10 Provedení injektážních vrtů (autor Jan Illetško)



Obr. 11 a Obr. 12 Aplikace injektážního krému do injektážních vrtů (autor Jan Illetško)



Obr. 13 Detail zainjektovaného vrtu (autor Jan Illetško)

Aby byl celý systém kompaktní navrhli jsme vytažení podlahové povlakové hydroizolace z asfaltových pásů GLASTEK 40 special mineral až přes vrty chemické injektáže. Tím docílíme napojení podlahové vodorovné hydroizolace a hydroizolace zdiva proti vztlínající vodě.

Jako poslední část ošetření stěn byla provedena nová, finální, povrchová úprava stěn. Povrchová úprava byla provedena pomocí systémových omítek s výztužnou sítí. A nakonec budou zdi vymalovány.



Obr. 14 Detail nově provedené vnitřní omítky (autor Jan Illetško)

8.6.3. Nové stěny

Nové příčky, které budou provedeny za účelem vytvořit novou dispozici půdních bytů a administrativní části v 1.NP. Tyto příčky budou založeny až na vrstvu hydroizolace nových podlah.

8.6.4. Nové opatření proti srážkové vodě

Srážková voda ze střechy bude odvedena svody přes lapač střešních splavenin pomocí KG trubek do vsakovací jímky. Vsakovací jímka je tvořena výkopem, do kterého je umístěn štěrk přes, který se srážková voda dostává

snáze do podloží. Vsakovací jímka je umístěna, co nejdále od objektu, což je až na hranici pozemku u kamenného plotu.

Dále jsme navrhli odkopání domu, které je proveden po obvodu celého objektu. Odkopání bylo provedeno až na úroveň základů, což v našem případě nebyla moc velká hloubka. U odkopání jsme dbali na hloubku odkopů, aby nám stavba tzv. „nepodklouzla“, díky v podstatě neexistujícím základům. Po odkopání jsme do výkopů vložili drenážní profilovanou PE fólií DEKDREN T20 do výšky asi 300 mm nad úroveň terénu. Která vytvoří trvalou, vzduchovou mezeru mezi zdívem. Což je jedna z dalších sanačních metod, vytvoření vzduchoizolační vrstvy. PE fólie bude ukončena perforovanou lištou. Do výkopů na PE fólii bude vytvořen drenážní systém zasypaný štěrkem. Po obvodu objektu budou provedeny 2 revizní šachty ke kontrole funkčnosti drenážního systému a případné čištění.



Obr. 15 a Obr. 16 Odkopání objektu a kladení nopové fólie a drenážní trubky (autor Jan Illetško)



Obr. 17 Zásyp drenážního systému štěrkem (autor Jan Illetško)



Obr. 18 Revizní šachta drenážního systému (autor Jan Illetško)



Obr. 19 Finální podoba místnosti (autor Jan Illetško)

Jako předposlední opatření, byla provedena terénní úprava se sklonem přibližně 3 % směrem od objektu.

Poslední bude provedena pochozí plocha okolo objektu mezi vchody, která bude umožňovat prodyšnost. Pochozí plocha bude tvořena ze zámkové dlažby, která bude uložena do písečného lože.

9. Závěr

V uvedeném případě byl vybrán nepodsklepený objekt silně zasažený vzlínající vlhkostí a vodou. Nosné obvodové zdi byly silně zasaženy vlhkostí a po celém obvodu domu, u spodního okraje zdiva byla dobře viditelná plíseň a sanytr. Dále bylo zjištěno, že objekt nebyl chráněn proti spodní vodě (v objektu nebyla pod nášlapnou vrstvou podlahy provedena žádná hydroizolace, dřevěná podlaha s PVC byla položena přímo na terénu). Objekt nebyl chráněn ani proti atmosférickým vlivům (svody nebyly odvedeny od budovy) proto dešťová voda a voda z tajícího sněhu pronikala do obvodových konstrukcí budovy.

Zvolená metoda chemické injektáže zdiva byla vybrána především proto, že tuto metodu lze použít na smíšené zdivo různé tloušťky. Dalším důvodem bylo, že pro aplikaci injektážního krému do svislých konstrukcí není třeba zvláštní strojní vybavení. Injektážní krém se do vrtů zavádí pomocí standardního nízkotlakého postřikovače s dávkovačem osazenou injektážní trubicí. Další předností vybrané metody je její snadná proveditelnost vlastními silami a také to, že při jejím provádění nedochází k omezení provozu v objektu.

Jak bylo již zmíněno, vybraný objekt byl velmi silně zasažen vlhkostí a pouze jedna vybraná metoda by na její eliminaci nestačila. Proto byla v rámci úspěšného provedení sanace vlhkosti v celém objektu použita kombinace hned několika metod. Došlo k napojení podlahové vodorovné hydroizolace na hydroizolace zdiva proti vzlínající vodě. Srážková voda ze střechy byla odvedena svody do vsakovací jímky, a bylo provedeno odkopání domu, po obvodu celého objektu. Drenážní profilovaná PE fólie byla vyvedena do výšky asi 300 mm nad úroveň terénu a vytvořila trvalou, vzduchovou mezeru mezi zdívem. Do výkopů na fólii byl zřízen drenážní systém zasypaný štěrkem se dvěma revizními šachtami, pro kontrolu jejich funkčnosti. Dalšími opatřeními, budou plánované dosud neprovedené úpravy terénu, se sklonem přibližně 3 % směrem od objektu a nově zřízená pochozí plocha ze zámkové dlažby, uložené do písečného lože okolo celého objektu, která bude umožňovat prodyšnost. Všechna zmíněná opatření by měla naprosto izolovat objekt od vlhkosti.

Seznam použité literatury:

- (1) BLAHA, Martin a Ladislav BUKOVSKÝ. *Prevence a odstraňování vlhkosti*. 1. vyd. Brno: ERA, 2004. ISBN 8086517489;9788086517483;.
- (2) BALÍK, Michael. *Odvhlčování staveb*. 2. přeprac. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 8024726939;9788024726939;.
- (3) KUTNAR, Zdeněk. *Hydroizolace spodní stavby*. Praha: Kutnar, 2000.
- (4) ADAMSKÁ, Gabriela. *Hydroizolácie spodných stavieb: technické parametre, hydroizolačné konštrukcie, komponenty hydroizolácií, realizačné firmy, dodávateľia*. Vyd. 1. Bratislava: Eurostav, 2006. ISBN 8089228046;9788089228041;.
- (5) PEŠTA, Jan, David TESAŘ a Viktor ZWIENER. *Diagnostika staveb: hydroizolace, termografie, blower door test, akustika*. 2. vyd. Praha: Dektrade, 2014. ISBN 9788087215159;808721515X;.
- (6) BALÍK, Michael. *Vysušování zdiva*. 1. vyd. Praha: Grada, 1999. ISBN 8071697370;9788071697374;.
- (7) KLÁNOVÁ, Kateřina. *Plísň v domě a bytě: odstraňování a prevence*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013. ISBN 9788024747903;8024747901;.
- (8) Český normalizační institut. *ČSN P 73 0610 Hydroizolace staveb: sanace vlhkého zdiva. Základní ustanovení = Waterproofing of buildings - The rehabilitation of damp masonry and additional protection of buildings against ground moisture and against atmospheric water - Basic provision*.
- (9) Český normalizační institut. *ČSN P 73 0600 Hydroizolace staveb: základní ustanovení = Waterproofing of buildings. Basic provisions*.

Online zdroje:

- (10) Územní srážky v roce 2017. Český hydrometeorologický ústav [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky [cit. 2018-03-21]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>
- (11) Na čem závisí teplota rosného bodu?. *Axiomet* met nářadí s digitální duší [online]. [cit. 2018-03-21]. Dostupné z: <https://cz.axiomet.eu/page/3559/Na-cem-zavisi-teplota-rosneho-bodu>
- (12) HW-PANTY spol. s.r.o.: 100% Řešení pro vlhké zdivo. *HW-PANTY spol. s.r.o.* [online]. Ostrovačice [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <http://www.hwpanty.cz>
- (13) Elektrofyzička: DryPol System. *Elektrofyzička* [online]. Ostrovačice: Vavřinec [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <https://www.hydroizolace-elektroosmoza.cz>
- (14) Google.maps. *Google.maps* [online]. Mountain View: Google [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps>

Seznam tabulek:

Tab. 1 Dělení pórů podle velikosti (2, str. 34)	17
Tab. 2 Vlhkosti zdiva (8, příloha A)	35
Tab. 3 Salinita zdiva (8, příloha B)	35
Tab. 4 Orientační ceny sanačních metod (12,13)	51

Seznam obrázků:

Obr. 1 foto objektu (převzato z 14).....	43
Obr. 2 plíseň a sanytr u spodního okraje zdiva (převzato od Ing. Jan Klatovec)	45
Obr. 3 Dřevěná podlaha pokrytá linoleem (převzato od Ing. Jan Klatovec)	46
Obr. 4 Chodníček z kamenných desek (převzato od Ing. Jan Klatovec).....	46
Obr. 5 Nezhuťněná podkladní zemina (převzato od Ing. Jan Klatovec)	53
Obr. 6 Hutnění zeminy před provedením podkladního betonu (převzato od Ing. Jan Klatovec)	53
Obr. 7 Pokládka kari sítí (převzato Ing. Jan Klatovec)	54
Obr. 8 Natavení hydroizolačních asfaltových pásů (autor Jan Illetško).....	54
Obr. 9 Natavení hydroizolačních asfaltových pásů 2 (autor Jan Illetško).....	55
Obr. 10 Provedení injektážních vrtů (autor Jan Illetško)	57
Obr. 11 a Obr. 12 Aplikace injektážního krému do injektážních vrtů (autor Jan Illetško)	57
Obr. 13 Detail zainjektovaného vrtu (autor Jan Illetško).....	58
Obr. 14 Detail nově provedené vnitřní omítky (autor Jan Illetško).....	59
Obr. 15 a Obr. 16 Odkopání objektu a kladení nopové fólie a drenážní trubky (autor Jan Illetško)	60
Obr. 17 Zásyp drenážního systému štěrkem (autor Jan Illetško).....	61
Obr. 18 Revizní šachta drenážního systému (autor Jan Illetško).....	61
Obr. 19 Finální podoba místnosti (autor Jan Illetško).....	62

Seznam výkresů:

Příloha č. 1 Koordinační situace M 1:250

Příloha č.2 Půdorys běžného podlaží M 1:100