

GRADA

Jaroslav Solář

Odstraňování vlhkosti

Sanace vlhkého zdiva

2., upravené vydání

profi
&hobby



 GRADA

profi
&hobby

Jaroslav Solář

Odstraňování vlhkosti

Sanace vlhkého zdiva

2., upravené vydání

Vydání knihy podpořila společnost



Doc. Ing. Jaroslav Solař, Ph.D.

Odstraňování vlhkosti Sanace vlhkého zdiva, 2., upravené vydání

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, Praha 7
obchod@grada.cz, www.grada.cz
tel.: +420 234 264 401
jako svou 10341. publikaci

Odpovědná redaktorka Eva Škrabalová
Jazyková korektura Pavlína Zelníčková
Sazba Eva Hradiláková
Fotografie v knize z archivu autora, pokud není uvedeno jinak
Fotografie na obálce DepositPhotos/TravelPOIs

Počet stran 112
Druhé, upravené vydání, Praha 2026
Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod a.s.

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství
Grada Publishing, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2026
Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2026

*Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami
nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.*

ISBN 978-80-271-8351-7 (pdf)
ISBN 978-80-271-5912-3 (print)

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

Automatizovaná analýza textů nebo dat ve smyslu čl. 4 směrnice 2019/790/EU a použití této knihy k trénování AI jsou bez souhlasu nositele práv zakázány.

Obsah

Úvod	7
1 Základní pojmy	9
2 Průzkum vlhkých konstrukcí budov	15
2.1 Hydrogeologický průzkum	15
2.2 Stavebněhistorický průzkum	17
2.3 Stavebnětechnický průzkum	18
2.4 Mykologický průzkum	19
2.5 Vlhkostní průzkum	19
2.5.1 Vlhkost zdiva	19
2.5.2 Salinita zdiva	24
2.5.3 Chemismus zdiva	25
3 Poruchy způsobované vodou a vlhkostí	26
4 Sanace vlhkostních poruch zdiva zapříčiněných vztlínáním vody z podloží ... 28	
4.1 Mechanické metody	30
4.1.1 Probourávání zdiva	31
4.1.2 Ruční podřezávání zdiva	34
4.1.3 Strojní podřezávání zdiva	35
4.1.4 Zarážení izolačních plechů do zdiva (HW systém)	40
4.1.5 Postup po vložení dodatečné vodorovné hydroizolace mechanickými metodami	41
4.2 Chemické metody	43
4.3 Elektrofyzikální metody	48
4.4 Vzduchové izolační systémy	50
4.4.1 Vzduchové dutiny	51
4.5 Sanační omítkové systémy	64
4.6 Izolace vodonepropustným stavivem	66
4.7 Jílové těsnicí vrstvy	66
4.8 Úpravy v okolí objektu	68
4.9 Drenážní systémy	69
4.10 Mikrovlnné vysoušení	74

5 Kondenzace vodní páry na vnitřním povrchu stavebních konstrukcí	75
5.1 Příčiny povrchové kondenzace vodní páry	75
5.1.1 Výplně otvorů v obvodových stěnách	77
5.1.2 Svislé a vodorovné kouty	78
5.1.3 Tepelné mosty	79
5.1.4 Ostění, nadpraží, rámy a parapety u výplní otvorů	81
5.1.5 Další možnosti výskytu povrchové kondenzace vodní páry	83
5.2 Fyzikální princip stavových změn vnitřního vzduchu zapříčiněných změnou užívání interiéru	90
5.3 Technická opatření při problémech s kondenzací vodní páry na vnitřním povrchu stavebních konstrukcí	91
5.3.1 Změna užívání	91
5.3.2 Úprava obvodových konstrukcí	92
5.4 Zajištění požadovaných parametrů vnitřního vzduchu přirozeným větráním nebo pomocí vzduchotechniky	99
5.5 Kombinace uvedených možností	100
6 Navrhování podlah při sanaci vlhkého zdiva	101
6.1 Nová hydroizolace v podlaze	101
6.2 Napojení hydroizolace v podlaze na novou hydroizolaci ve stěnách	102
6.3 Protiradonové opatření v podlaze	102
6.4 Dodatečné vložení tepelné izolace do podlahy	103
6.5 Nutnost provedení nové nášlapné vrstvy podlahy	106
Literatura	107
Rejstřík	110
Shrnutí/Summary	111

Úvod

Voda, která je pro život nutná, může zároveň napáchat nenapravitelné škody jak na majetku, tak na lidských životech. Voda je schopna mikroklimatické podmínky pro život v jednotlivých stavebních objektech zlepšovat, ale častokrát bohužel i zhoršovat. Může vnikat různým způsobem do budov a stavebních konstrukcí, čímž je následně poškozují a zhoršuje jejich užívání.

Je všeobecně známo, že pobyt člověka ve vlhkém prostředí působí nepříznivě na lidský organismus. Pokud k vlhkému prostředí přiřadíme ještě výskyt plísní, negativní účinek se zvyšuje.

S množstvím vody obsažené ve stavebních konstrukcích souvisejí také jejich mechanické vlastnosti (např. pevnost, a tím i únosnost), tepelněizolační vlastnosti, problematika jejich biologického poškození atd. Stejně tak vlhkost vnitřního vzduchu v interiérech budov.

Nadměrně vlhké stavební konstrukce je proto nutné sanovat. Sanace vlhkého zdiva je v [1] definována jako dodatečné hydroizolační zásahy do konstrukcí spodní a přízemní části stavby i okolního horninového prostředí, vedoucí k výraznému a trvalému snížení vlhkosti v podzemním i nadzemním zdivu staveb i v souvisejících konstrukcích a v případě potřeby i ke snížení vlhkosti vnitřního vzduchu v budovách.

Sanace vlhkého zdiva je téměř vždy technicky náročná (jedná se obvykle o kombinaci několika metod), pracná a finančně nákladná.

Sanace vlhkého zdiva se provádí:

1. u objektů, na kterých ochrana konstrukcí proti vodě a vlhkosti nebyla v minulosti provedena vůbec (zpravidla starší budovy);
2. u objektů, na kterých ochrana konstrukcí proti vodě a vlhkosti byla sice v minulosti provedena, ale již neplní svou funkci;
3. u objektů zasažených povodněmi.

Sanace vlhkého zdiva bývá prováděna:

- a) samostatně (např. odstranění nevyhovujícího stavu);
- b) v souvislosti s celkovou rekonstrukcí objektu.

Návrhu sanace musí vždy předcházet podrobný vlhkostní průzkum (případně další druhy průzkumů), důkladný rozbor všech okrajových podmínek a následné určení



Obr. 1 Pohled na průčelí domu s viditelnou vlhkostní mapou

příčiny nadměrné vlhkosti stavebních konstrukcí. Teprve pak je možno odborně navrhnout komplexní sanační zásah.

Pro účely sanace vlhkého zdiva existuje v současné době řada metod. Přestože snaha lidí chránit stavební konstrukce proti účinkům vody a vlhkosti se objevuje již ve starověku, není tato problematika, zvláště pokud se týká dodatečných sanací, ani do dnešní doby dostatečně technicky vyřešena.

V České republice začal po roce 1989 působit „volný trh“, který se projevil i v oblasti sanace vlhkého zdiva. A to často s velmi negativními důsledky pro investory, kteří se v uvedené problematice řádně neorientují. Některé prováděcí firmy nabízejí své „univerzální a osvědčené“ sanační metody, materiály a technologie. Z důvodu neobdobnosti investorů a vlastníků vlhkých objektů dochází ze strany dodavatelů k nadřazování komerčních zájmů (snaha přizpůsobit objekt technologii, kterou firma aplikuje) nad technické hledisko a k aplikaci nevhodných, nedostatečných nebo zbytečně nákladných sanačních metod pro určitý konkrétní technický problém stavebního objektu.

Účelem této publikace je podat přehled o problematice vlhkého zdiva, o možnostech jeho sanace a sanačních metodách.

Vlhkost materiálu je množství vody obsažené v pórovitém prostředí látky. Jedná se o vodu fyzikálně vázanou. A to v jakémkoliv skupenství (pevném, kapalném či plynném). Určité množství vody obsahuje za daných atmosférických podmínek každá pevná pórovitá látka. Jedná se o tzv. rovnovážnou (sorpční) vlhkost.

Hmotnostní vlhkost w_m vypočteme ze vztahu:

$$w_m = \frac{m_{\text{voda}}}{m_s} = \frac{m_v - m_s}{m_s} \cdot 100 \quad [\%], \quad (1.1)$$

kde: m_{voda} [kg] – hmotnost vody obsažené v materiálu,
 m_v [kg] – hmotnost vlhkého materiálu,
 m_s [kg] – hmotnost suchého materiálu.

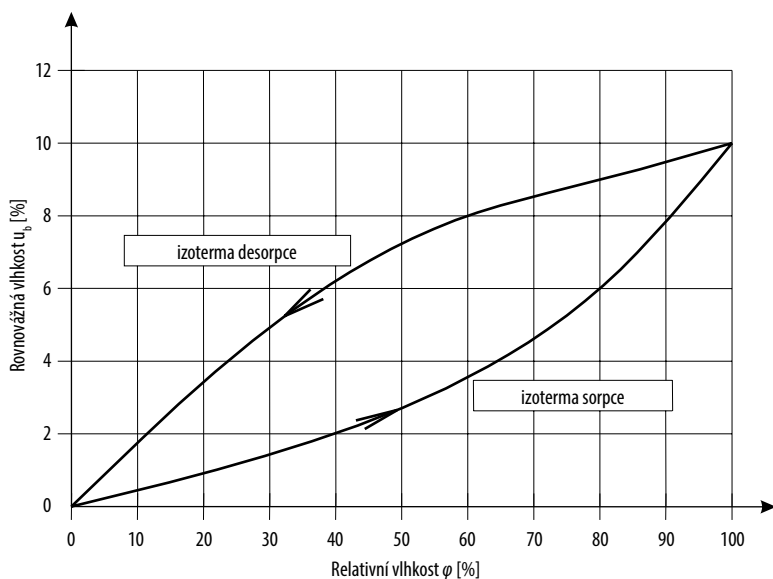
Objemová vlhkost w_v se vypočte na základě hmotnostní vlhkosti ze vztahu:

$$w_v = \frac{V_{\text{voda}}}{V} = \frac{w_m \cdot \rho_s}{\rho_{\text{voda}}} = \frac{w_m \cdot \rho_s}{1000} \quad [\%], \quad (1.2)$$

kde: V_{voda} [m³] – objem vody obsažené v materiálu,
 V [m³] – celkový objem materiálu,
 w_m [%] – hmotnostní vlhkost materiálu,
 ρ_s [kg·m⁻³] – objemová hmotnost materiálu v suchém stavu,
 ρ_{voda} [kg·m⁻³] – hustota vody (1 000 kg·m⁻³).

Rovnovážná (sorpční) vlhkost je maximální vlhkost, které je materiál schopen dosáhnout na vzduchu za určité teploty, vlhkosti a barometrického tlaku.

V každém pórovitém materiálu je v důsledku existence vodní páry v atmosférickém vzduchu obsaženo určité množství vody. Je to hodnota vlhkosti, při níž materiál již



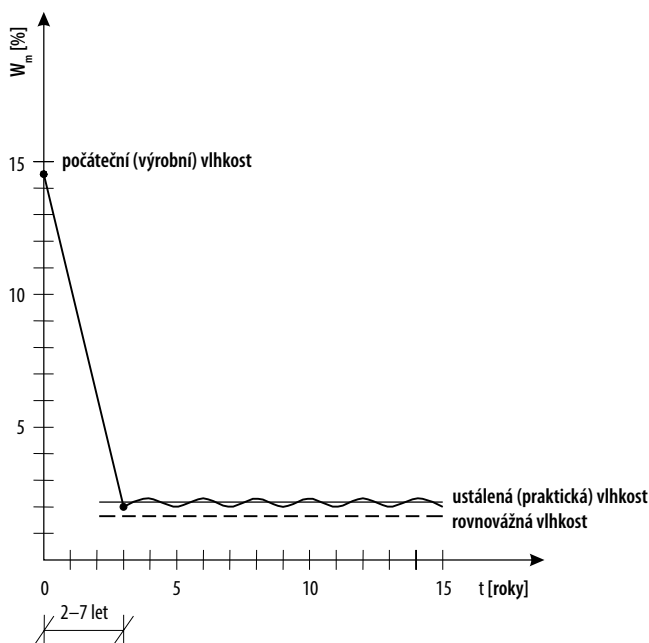
Obr. 1.1 Vliv relativní vlhkosti vzduchu na rovnovážnou vlhkost materiálu

nevykazuje v čase žádný přírůstek ani úbytek. Pro různé druhy materiálu je hodnota rovnovážné vlhkosti odlišná.

Při konstantní teplotě a zvyšující se relativní vlhkosti vzduchu materiál přijímá vodní páru z okolního vzduchu. Tento jev se nazývá **sorpce**. V důsledku toho dochází ke zvyšování rovnovážné (sorpční) vlhkosti (viz obr. 1.1 – **izoterma sorpce**). Pokud začne relativní vlhkost vzduchu klesat, dochází zpětně k uvolňování vodní páry do okolního vzduchu. Tento jev se nazývá **desorpce** (viz obr. 1.1 – **izoterma desorpce**). Mezi izotermami sorpce a desorpce je vždy rozdíl. Tento rozdíl se nazývá **hystereze sorpce**.

V případě vlhkého zdiva má na hodnoty rovnovážných vlhkostí významný vliv také obsah tzv. hygroskopických solí (chloridů, síranů a dusičnanů). Tyto soli mají schopnost vázat na sebe vodu obsaženou v okolním vzduchu a zadržovat ji v kapalné formě. Tím pak dochází ke zvyšování hodnoty rovnovážné vlhkosti materiálu, a to i velmi výrazně.

Ustálená (praktická) vlhkost je vlhkost, která je charakteristická pro určitý materiál po delší době užívání. Každá konstrukce zhotovená mokřím technologickým procesem (např. obvodová stěna vyzděná na stavbě) má po svém dokončení **počáteční (výrobní) vlhkost**, která nabývá vysokých hodnot. Konstrukce pak určitou dobu postupně vysychá přirozeným způsobem, až na hodnotu tzv. **praktické vlhkosti**.



Obr. 1.2 Znárodnění časového průběhu změny hmotnostní vlhkosti ve stavebních konstrukcích realizovaných mokřým procesem od doby realizace po ustálený vlhkostní stav

Doba vysychání z počáteční (výrobní) vlhkosti na hodnotu praktické vlhkosti může být různá – v závislosti na druhu materiálu. Pohybuje se zpravidla v rozmezí 2–7 let. Například pokud je obvodová zeď vyžděna z cihel, pak tato doba trvá přibližně 2 roky. V případě, že je provedena z pórobetonových tvárnic, je toto období podstatně delší, asi 6–7 let. Schéma uvedeného procesu je znázorněno na obr. 1.2.

Kritická vlhkost je vlhkost, při které dochází obvykle ke změně šíření vlhkosti difúzí na šíření vlhkosti v kapalném stavu. Návrhová hodnota kritického obsahu vody ve stavebním materiálu se stanoví podle ČSN 73 0540-3 [2].

Normová hmotnostní vlhkost materiálu je vlhkost, která nemá být při zabudování daného materiálu (resp. výrobku) do stavební konstrukce a v průběhu jejího užívání překročena. Její hodnota se stanoví podle ČSN 73 0540-3 [2].

Nasákavost materiálu je maximální vlhkost, které je schopen dosáhnout vysušený materiál při úplném ponoření do vody za určitý časový úsek. Podle nasákavosti

materiálu můžeme u příslušného materiálu usuzovat na množství otevřených pórů a na jeho mrazuvzdornost.

Pórovitost materiálu je podíl objemu pórů k jeho celkovému objemu. Tedy:

$$p = \frac{V_p}{V} \cdot 100 \quad [\%], \quad (1.3)$$

kde: V_p [m³] – objem pórů obsažených v materiálu,
 V [m³] – celkový objem materiálu.

Pórovitost se zjišťuje pouze u pevných látek. Má zásadní vliv na jejich nasákavost, tepelnou vodivost, mechanické vlastnosti atd.

Sanace vlhkého zdiva je v ČSN P 73 0610 [1] definována jako dodatečné hydroizolační zásahy do konstrukcí spodní a přízemní části stavby okolního horninového prostředí, vedoucí k výraznému a trvalému snížení vlhkosti v podzemním i nadzemním zdivu staveb a v souvisejících konstrukcích a v případě potřeby i ke snížení vlhkosti vnitřního vzduchu v budovách.

Sanace vlhkého zdiva je téměř vždy technicky náročná, pracná (jedná se obvykle o kombinaci několika metod) a finančně nákladná.

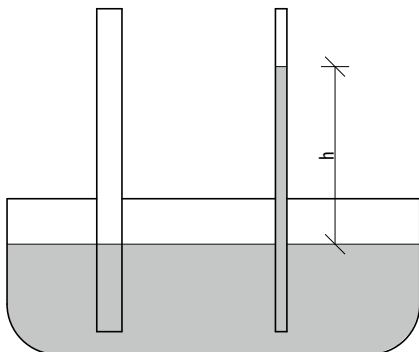
Sanace vlhkého zdiva se provádí:

1. u objektů, u kterých ochrana konstrukcí proti vodě a vlhkosti nebyla v minulosti provedena vůbec (zpravidla straší objekty);
2. u objektů, u kterých ochrana konstrukcí proti vodě a vlhkosti byla sice v minulosti provedena, ale v současné době již neplní svou funkci;
3. u objektů zasažených povodněmi.

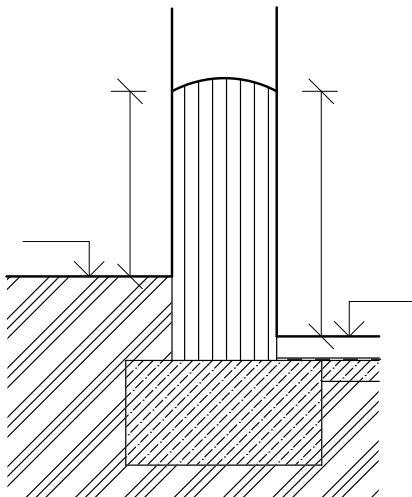
Pohyb vody ve zdivu se uskutečňuje:

- a) vzlínáním,
- b) difúzí.

Vzlínání je vzestup vody v pórovité látce v důsledku kapilárního zdvihu (kapilární elevace) nad úroveň okolní hladiny vody (viz obr. 1.3). Uskutečňuje se tedy pouze v pórovitých materiálech, ke kterým patří také zdivo. Vzlínání probíhá v pórech, které jsou z fyzikálního hlediska tenkými kapilárami, což jsou úzké trubičky s malým vnitřním průměrem. Vzlínání (kapilární elevace) je zapříčiněno působením kapilárních sil a dochází k němu tehdy, jestliže kohezní síly v kapalině jsou menší než adhezní síly v místě kontaktu kapaliny a povrchu kapiláry. Výška vzlínání je dána průměrem kapiláry – čímž menší průměr kapiláry, tím je výška vzlínání větší. Klasifikace pórů podle velikosti je uvedena v tab. 1.1. Vzlínání vody ve zdivu však není ovlivněno pouze



Obr. 1.3 Znárodnění principu vztlínání vody v důsledku kapilární elevace



Obr. 1.4 Znárodnění principu vztlínání vody ve zdivu

velikostí pórů, která je různá. Póry mají také různý tvar. A působí zde řada dalších faktorů (např. drsnost povrchu stěn pórů, obsah solí ve vodě apod.).

Tab. 1.1 Klasifikace pórů podle velikosti [29]

Typ pórů	Velikost pórů	Chování vody v pórech
Mikropóry	$< 10^{-7}$ m ($< 0,1$ μ m)	Vodotěsnost, nenasákavost
Kapilárně aktivní póry	mezi 10^{-7} m až 10^{-4} m (0,1 μ m až 0,1 mm)	Kapilární elevace (vztlínání), nasákavost
Makropóry	$> 10^{-4}$ m ($> 0,1$ mm)	Zatékání, nenasákavost

Vztlínání vody ve zdivu je charakterizováno mj. přibližně stejnou výškovou úrovní okrajů vlhkostních map na obou stranách zdi (viz obr. 1.4).

Difúze vodní páry je pronikání vodní páry z prostředí o vyšším parciálním tlaku vodní páry do prostředí o parciálním tlaku nižším. Problematika difúze vodní páry skrze obvodové konstrukce budov je velmi rozsáhlá a překračuje rámec této publikace. Podrobné pojednání o této záležitosti lze nalézt v odborné literatuře z oblasti stavební tepelné techniky a navrhování obvodových konstrukcí budov.

Kondenzace vodní páry nastává tehdy, jestliže je vzduch vodní parou nasycen a není schopen další vodní páru přijmout. Ke kondenzaci vodní páry na povrchu stavebních konstrukcí dochází tehdy, jestliže jejich povrchová teplota je stejná nebo nižší, než je teplota rosného bodu vzduchu. Teplota rosného bodu vzduchu je závislá na jeho teplotě a relativní vlhkosti. Pojednání o uvedené problematice je možno nalézt taktéž v odborné literatuře z oblasti stavební tepelné techniky.

Podrobné pojednání o vlastnostech a chování vlhkého vzduchu lze nalézt v odborné literatuře týkající se problematiky vlhkého vzduchu, stavební tepelné techniky a vzduchotechnických zařízení.

Průzkum vlhkých konstrukcí budov

Sanace vlhkého zdiva musí být navržena a provedena odborně. Potřebnými podklady pro zpracování návrhu sanace jsou příslušné průzkumy. Nižší uvedené průzkumy nemusejí být provedeny všechny a v celém rozsahu. O potřebě jednotlivých průzkumů a jejich rozsahu rozhodne projektant v závislosti na konkrétním objektu a příslušných okrajových podmínkách.

Následkem nedostatečně provedených průzkumů může dojít k návrhu nevhodného způsobu sanace, jehož důsledky zpravidla jsou:

1. opětovné projevy zvýšené vlhkosti zdiva v krátké době po provedení sanace;
2. neefektivně vynaložené finanční prostředky.

K opětovným projevům zvýšené vlhkosti zdiva patří zpravidla stejné typy poruch, jaké se projevovaly před sanací. Tedy například tvorba vlhkostních map, tvorba výkvětů hygroskopických solí, povrchová kondenzace vodní páry apod.

Neodborným sanačním zásahem nebo provedením nevhodné stavební úpravy však může dojít také ke vzniku poruch nových.

Pro návrh sanace vlhkého zdiva bývají zpravidla potřebné následující **průzkumy**:

1. hydrogeologický;
2. stavebněhistorický;
3. stavebnětechnický;
4. mykologický;
5. vlhkostní.

2.1 Hydrogeologický průzkum

Návrh sanace vlhkého zdiva v oblasti spodní stavby musí vždy vycházet z průzkumu okolního horninového prostředí. **Průzkum musí podrobně a konkrétně vymezit hydrofyzikální, geotechnické, klimatické, mechanické, korozní, provozní a další podstatné vlivy působící na stavbu.** Obsah průzkumných prací určuje Příloha A ČSN P 73 0606 [3].

Jedná se zejména o **hydrogeologický průzkum**, který musí obsahovat mj. **součinitel propustnosti jednotlivých zemín** (k [$m \cdot s^{-1}$]) v podloží a údaje o výskytu podzemní vody. Pokud se v místě stavby vyskytuje podzemní voda, pak zde musí být uvedena hloubka, ve které byla její hladina zastižena jak při navrtání, tak při ustálení, a změny úrovně vodní hladiny v průběhu hloubení sond. Dále musí obsahovat závislost kolísání hladiny podzemní vody na stavu vody v blízkých vodních zdrojích (studnách apod.) a ve vodních tocích. **Je nutné, aby zde byla uvedena nejvyšší možná hladina podzemní vody.** Výška hladiny naražené nebo ustálené je pouze informativní. Zpráva hydrogeologického průzkumu musí obsahovat také chemický rozbor vzorků podzemní vody.

Jde-li případně o **mechanické vlivy**, je třeba prověřit možnost výskytu nárazů, otřesů, kmitání a působení soustředěných i plošných namáhání.

Z **chemických vlivů** je třeba zvážit možnost vsakování povrchové vody a technologických vod s obsahem látek, které by mohly nepříznivě působit na hydroizolace, resp. na konstrukce objektu.

Také je třeba prověřit možnost působení **tzv. bludných proudů**. Podle zjištěného hydrofyzikálního namáhání, případně dalších negativních vlivů se pak navrhne vhodný typ sanace. **Podcenění hydrogeologického průzkumu může mít za následek chybné stanovení hydrofyzikálního namáhání spodní stavby, což může zapříčinit následný chybný návrh sanace vlhkého zdiva.**

Dodatečná oprava chybně navržené sanace vlhkého zdiva, a to zejména pod úrovní terénu, je pak zpravidla vždy komplikovaná, pracná a finančně nákladná.

Na obr. 2.1 je znázorněna ukázka negativního vlivu vysoké hladiny podzemní vody (asi 200 mm pod úrovní povrchu terénu) na vlhkost zdiva u objektu situovaného v dané lokalitě.

Na obr. 2.2 je znázorněna ukázka vysoké hladiny podzemní vody v revizní šachtě vnitřní kanalizace.



Obr. 2.1 Vysoká hladina podzemní vody a její negativní vliv na vlhkost zdiva u blízkého objektu



Obr. 2.2 Vysoká hladina podzemní vody v revizní šachtě vnitřní kanalizace

Obr. 2.3 Hladina podzemní vody
v místě základů u obvodové zdi

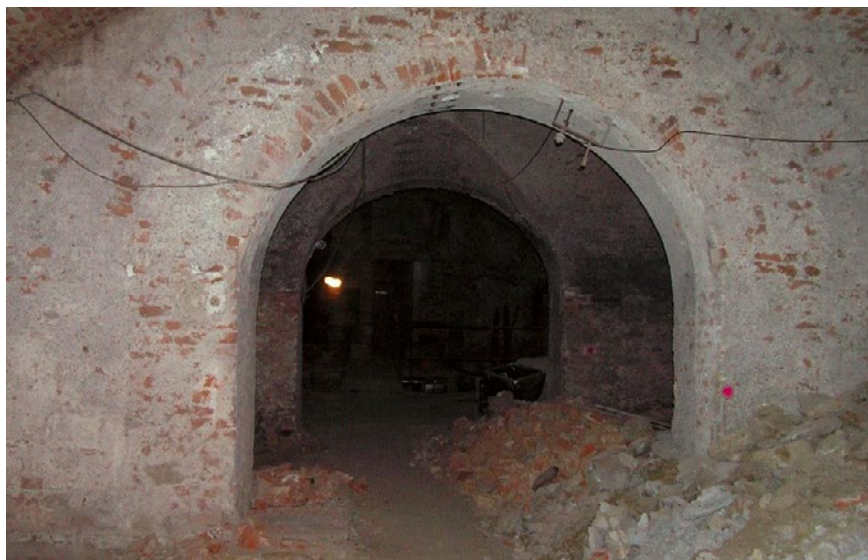
U nepropustných zemin (např. jílu) dochází v důsledku dešťových srážek a v důsledku provedení zásypů u obvodových stěn z propustných materiálů ke kumulaci srážkové vody. Ta pak vytváří vodní sloupec a na obvodové stěny působí hydrostatickým tlakem. Viz obr. 2.3.



2.2 Stavebněhistorický průzkum

Stavebněhistorický průzkum je jeden ze základních podkladů potřebných pro zpracování projektové dokumentace při rekonstrukci historických a památkově chráněných objektů. Probíhá ve dvou fázích:

- vyhledávání a studium archivní dokumentace;
- podrobný průzkum na budově.



Obr. 2.4 Pohled do suterénu historické budovy

Stavebněhistorický průzkum je potřebný také pro vypracování návrhu sanace vlhkého zdiva. To proto, že na základě zjištění jednotlivých fází přestaveb či různých jiných stavebních úprav prováděných na příslušném objektu, včetně konstrukčního řešení a materiálového složení, užívání budovy či jednotlivých místností, je možno usuzovat také na příčiny některých vlhkostních poruch nebo na příčiny jejich atypických projevů (např. kolísání vlhkostní mapy, nadměrné zasolení zdiva v rámci jedné místnosti apod.).

2.3 Stavebnětechnický průzkum

V rámci stavebnětechnického průzkumu zjišťujeme především:

- konstrukční systém budovy;
- materiál, složení, kvalitu a stav jednotlivých konstrukcí (např. svislých nosných konstrukcí, základů, zastřešení, obvodových pláštů, podlah, komínů atd.);
- případné poruchy jednotlivých konstrukcí a jejich příčiny;
- okrajové podmínky vnitřního prostředí;
- okrajové podmínky v exteriéru;
- existenci původního hydroizolačního systému, jeho stav a funkci;
- jaké stavební úpravy byly pro účel ochrany proti působení vlhkosti v minulosti provedeny, kdy byly provedeny a z jakého důvodu;
- způsob užívání budovy.



Obr. 2.5 Kopaná sonda u obvodového zdiva za účelem zjištění stavu hydroizolace

2.4 Mykologický průzkum

V případě zjištění zvýšené vlhkosti u dřevěných prvků (např. stropů, podlah, konstrukcí krovů apod.) provádíme také mykologický průzkum. Účelem mykologického průzkumu je zjistit případnou existenci biologických dřevokazných škůdců – dřevokazných hub, dřevokazného hmyzu, hniloby a plísní. Zároveň také příčiny jejich výskytu a rozsah napadení dřevěných prvků. Na obr. 2.6 je vyobrazena jedna z nejnebezpečnějších dřevokazných hub – dřevomorka domácí.



Obr. 2.6
Dřevomorka domácí

2.5 Vlhkostní průzkum

V rámci vlhkostního průzkumu zjišťujeme následující skutečnosti:

1. vlhkost zdiva;
2. salinitu zdiva;
3. chemismus zdiva.

2.5.1 Vlhkost zdiva

Určení hmotnostní vlhkosti zdiva je základní a nejdůležitější veličinou, jejíž hodnota rozhoduje o volbě vhodné sanační metody. O způsobech určení hmotnostní vlhkosti zdiva je pojednáno níže.

Zjištěnou hmotnostní vlhkost zdiva pak porovnáme s hodnotami uvedenými v ČSN P 73 0610 [1] (viz tab. 2.1) a s hodnotami uvedenými v tab. 2.2. Na základě tohoto porovnání a dalších okrajových podmínek rozhodujeme o návrhu vhodného způsobu sanace.

V současné době platná ČSN P 73 0610 [1] klasifikuje vlhkost zděných konstrukcí následujícím způsobem, uvedeným v tab. 2.1.

Tab. 2.1 Klasifikace vlhkosti zděných konstrukcí podle ČSN P 73 0610 [1]

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	$w > 10$

Uvedená klasifikace se vztahuje na konstrukce staveb s místnostmi a prostory určenými pro pobyt osob. Předpokládá se, že stěny jsou vyzděny z plných pálených cihel na vápennou, vápenocementovou nebo cementovou maltu, z cihel vápenopískových a z kamenů těch druhů hornin, které se běžně používaly jako zdicí materiály (pískovce, opuky a další druhy přírodního kamene s nasákavostí vyšší než 10 % hmotnostních).

Hmotnostní vlhkost se vztahuje především na směsné vzorky zdicí malty a zdicích prvků, které byly ze zdiva vyjmuty z hloubky 100–150 mm od líce zdi s otlučenou omítkou; v hloubkách zdiva více než 100 mm pod povrchem je již zpravidla potlačen vliv obklopujícího prostředí na povrchové vrstvy konstrukce (procesy kondenzace a vysušování vody, účinky větrem hnaných dešťů).

Při vlhkosti velmi nízké a nízké, tj. do hmotnostní vlhkosti $w = 5$ %, nedochází k destrukci omítek mrazem. V odborné literatuře bývá někdy uváděna hodnota hranice mezi vlhkostí nízkou a zvýšenou $w = 4$ %, což je hodnota poměrně přísná. Při vyhodnocování hmotnostní vlhkosti materiálu je vhodné uvést také údaj vyjadřující obsah vlhkosti vzhledem k jeho maximální nasákavosti, tedy stupeň zavlhčení zdiva. Tím se upřesní informace o celkovém vlhkovém poměru.

Stupeň zavlhčení zdiva je poměr hmotnostní vlhkosti zdiva k jeho maximální nasákavosti. Vypočteme jej podle vztahu:

$$C_w = \frac{W_m}{N_{max}} \quad [\%] \quad (2.1)$$

kde: w_m [%] – hmotnostní vlhkost zdiva,
 N_{max} [%] – maximální nasákavost zdiva.

Při klasifikaci hmotnostní vlhkosti zdiva je třeba přihlídnout také ke způsobu budoucího využívání přilehlých vnitřních místností, jak uvádí na základě praktických zkušeností M. Balík v [4], kde pro zvýšené a vysoké hodnoty hmotnostních vlhkostí w [%] uvádí následující tabulku:

Tab. 2.2 Klasifikace zvýšené a vysoké hmotnostní vlhkosti zdiva w [%] v závislosti na využití vnitřních místností podle [4]

Hmotnostní obsah vody ve zdivu				
Typ budovy	Část budovy	w [%] zvýšená	w [%] vysoká	
Objekty určené k bydlení (včetně hotelů, penzionů)	Pokoje	4	6	
	Interní chodby	5	6	
	Externí chodby	6	7	
	Omítnuté sklepy	8	10	
Suterény ke komerčnímu využití	Místnosti	5	7	
	Chodby, schodiště	6	7	
Školy, banky, administrativní budovy	Interní pracoviště, učebny	4	6	
	Ostatní	6	6	
Vytápěné shromažďovací prostory		7	8	
Muzea, galerie, depozitáře		5	7	
Kostely, nevytápěné haly		8	9	
Archivy, sklady papíru a srovnatelných materiálů		4	6	
Fasády	Budou opatřeny sanačními maltami	9	11	
	Ostatní	7	9	
Opukové nebo cihelné režné zdivo		Bude spárováno sanačními materiály	9	13

Pro použití uvedené tabulky platí následující skutečnosti:

- Vysoká a velmi vysoká vlhkost** způsobuje na zdivu viditelné závady. Proto při vlhkosti zdiva vyšší, než je hraniční hodnota pro vlhkost vysokou, je nutné použití **radikální sanační metody**.
- Vlhkost nižší než zvýšená** nemusí způsobovat viditelné poruchy. Hodnota zvýšené vlhkosti je hranicí pro použití **povrchové sanační metody**.
- Při vlhkosti zdiva v rozmezí hodnot mezi zvýšenou a vysokou vlhkostí** je možnost pro rozhodnutí o návrhu povrchové nebo radikální sanační metody.



Obr. 2.7 a 2.8 Ukázka účinku velmi vysoké vlhkosti na omítku v suterénu



Obr. 2.9 a 2.10 Ukázka vztlínání vody z podloží a následného projevu na zdivo v 1. nadzemním podlaží v interiéru



Obr. 2.11 a 2.12 Ukázka vztlínání vody z podloží a následného projevu na zdivo v 1. nadzemním podlaží v exteriéru

Měření vlhkosti zdiva

Metody měření vlhkosti zdiva jsou následující:

1. metoda hmotnostní (gravimetrická);
2. metoda chemická;
3. metody elektrické.

1. Metoda hmotnostní

Je nepřesnější metodou. Princip je následující. Ze zdiva v v příslušných místech odeberou vzorky z hloubky minimálně 100 mm. Ty se následně v laboratoři zváží. Poté se vysuší a znovu zváží. Z hmotností vlhkého a suchého vzorku se následně podle vztahu (1) v kap. 1 určí hmotnostní vlhkost zdiva. Hmotnostní metoda se využívá také pro kalibraci přístrojů níže uvedených metod, které měří vlhkost zdiva nepřímo.

2. Metoda chemická

Bývá označována také jako CM metoda (zkratka slov Carbide Method). Je založena na principu chemické reakce vody s karbidem vápníku. Její výhodou je, že umožňuje poměrně rychlé stanovení vlhkosti zdiva přímo na stavbě. Měřicí souprava sestává z ocelové tlakové lahve s manometrem, váhy a dalšího příslušenství. Postup měření je následující: Po odběru vzorku se provede jeho zvážení a následně se vloží do tlakové lahve. Do lahve se přidá skleněná ampulka s karbidem vápníku a ocelová kulička. Poté se láhev uzavře a po několik minut se s lahví třese. Ocelová kulička rozbije ampulku s karbidem vápníku. Karbid vápníku pak reaguje s vodou obsaženou ve vzorku zdiva. Po ustálení ručičky na manometru se odečte tlak v lahvi. Na základě hmotnosti vzorku a odečteného tlaku pak z tabulky zjistíme hmotnostní vlhkost. Doba měření včetně odběru vzorku činí přibližně deset minut.

3. Metody elektrické

Elektrické metody jsou založeny na měření elektrických veličin, které ovlivňují vlhkost materiálu. Používají se především:

- vlhkoměry kapacitní;
- vlhkoměry odporové;
- vlhkoměry impedanční.

Kapacitní metoda je založena na principu měření kapacity kondenzátoru, odporová metoda na principu měření elektrického odporu vlhkého zdiva. Hodnoty obou těchto veličin se totiž s vlhkostí zdiva mění.

Elektrické metody se používají především pro rychlé orientační určení vlhkosti zdiva. Dále pro stanovení hranice mezi plochami o nízké a zvýšené vlhkosti. Hloubkový dosah elektrických vlhkoměrů (kapacitních i odporových) je maximálně 30 až 50 mm.

Výhodou kapacitní metody, resp. elektrických kapacitních vlhkoměrů je, že okolní teplota a obsah solí ve zdivu mají na výsledky měření malý vliv. U nízkých hodnot



Obr. 2.13 Elektrický kapacitní vlhkoměr



Obr. 2.14 Elektrický odporový vlhkoměr



Obr. 2.15 Elektrický impedanční vlhkoměr

vlhkosti (asi do 6 %) vykazuje tato metoda také poměrně velkou přesnost. U vyšších vlhkostí pak přesnost klesá, což je nevýhodou kapacitní metody.

Pokud jde o odporovou metodu, resp. elektrické odporové vlhkoměry – poskytují poměrně přesné výsledky u nezasoleného zdiva. S vyšším obsahem solí pak přesnost metody klesá.

2.5.2 Salinita zdiva

Jedná se o zjištění množství hygroskopických vodorozpustných solí obsažených ve zdivu. **Tyto soli působí škodlivě na zdivo a omítky následujícími způsoby:**

- krystalizací;
- hydratací;
- hygroskopickou nasákovostí.

Ke **krystalizaci solí** začíná docházet tehdy, když jejich koncentrace soli překročí hodnotu rozpustnosti. Krystaly postupně vyplní prostory pórů a začínají vytvářet tlak na jejich stěny. Krystalické tlaky nabývají vysokých hodnot (řádově v desítkách až stovkách MPa), čímž dochází k destrukci omítek a zdiva.

Pokud jde o **hydrataci** – některé soli jsou schopny v krystalové mřížce vázat pouze určitý počet molekul, čímž se vytvářejí tzv. hydráty. Při hydrataci taktéž dochází

k objemovým změnám solí a k vývinu značných hydratačních tlaků (řádově také v desítkách až stovkách MPa), čímž dochází k destrukci omítek a zdiva. Proces hydratace je závislý na teplotě a relativní vlhkosti okolního vzduchu. Z tohoto důvodu jsou nejvíce nebezpečné soli, u kterých k hydrataci dochází při obvyklých teplotách venkovního či vnitřního prostředí. Konkrétně se jedná o síran sodný, uhličitán sodný a dusičnan vápenatý.

Hygrokopické soli také mají schopnost přijímat vodní páru ze vzduchu a zadržovat ji v kapalně formě, čímž se zvyšuje rovnovážná vlhkost zdiva. Někdy i velmi výrazně. Tato skutečnost pak může mít za následek, že ani po provedení technicky správných a účinných opatření proti vzlínání vody podloží nemusí být dosaženo požadovaného vyschnutí zdiva nad hydroizolační clonou.

Hygrokopické soli kromě destruktivních účinků působí také neestetické výkvěty (bílé nebo lehce zbarvené povlaky) na omítkách. Ty jsou způsobeny tuhými solemi, které se na povrch dostaly v důsledku vzlínání vody.

Mezi hygrokopické soli, které poškozují zdivo, patří chloridy, sírany a dusičnany. Zdroji těchto solí mohou být například:

- **chloridy:** sůl použitá pro posyp komunikací v zimním období, mineralizovaná podzemní voda atd.;
- **sírany:** chemická hnojiva, zásypy škvárou obsahující síru, znečištěné ovzduší, mineralizovaná podzemní voda atd.;
- **dusičnany:** rozklad organických látek (únik vody z kanalizace, stáje, hřbitovy), chemická hnojiva apod.

Pro účel zjištění salinity zdiva se odebírají vzorky zdící malty z ložných a styčných spár do hloubky 20 mm pod lícem zdi a omítky. Vlastní určení obsahu solí se provádí v laboratoři. Podle obsahu chloridů, síranů či dusičnanů se následně vyhodnotí stupeň zasolení zdiva, jehož klasifikace je uvedena v ČSN P 73 0610 [1].

2.5.3 Chemismus zdiva

Někdy je třeba určit také chemismus zdiva. Zde je třeba poznamenat, že nové zdivo má obvykle hodnotu pH přibližně 11. Je tedy zásadité. Starší zdivo (několik desetiletí) pak asi pH 7 až 8. Zdivo staré několik století pak bývá mírně kyselé – pH přibližně 6.

Vážení čtenáři, právě jste dočetli ukázkou z knihy *Odstaňování vlhkosti*.
Pokud se Vám ukáзка líbila, na našem webu si můžete zakoupit celou knihu.