

# ODVODNĚNÍ DOMU

**ANGLICKÉ DVORKY,  
DRENÁŽE,  
VZDUCHOVÉ DUTINY**

MICHAEL BALÍK, JAROSLAV SOLAŘ

*2., přepracované vydání*

# 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**.

*Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umísťování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.*



# **ODVODNĚNÍ DOMU**

## **ANGLICKÉ DVORKY, DRENÁŽE, VZDUCHOVÉ DUTINY**

**2., PŘEPRACOVANÉ VYDÁNÍ**

Michael Balík  
Jaroslav Solař

Ing. Michael Balík, CSc.

Doc. Ing. Jaroslav Solář, Ph.D.

## **Odvodnění domu**

### **Anglické dvorky, drenáže, vzduchové dutiny**

2., přepracované vydání

---

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

obchod@grada.cz, www.grada.cz

tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400

jako svou 4014. publikaci

Odpovědná redaktorka Věra Slavíková

Sazba Vladimír Velička

Fotografie na obálce Michael Balík

Fotografie a kresby v textu z archivu autorů

Počet stran 112

Druhé vydání, Praha 2010

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.

Husova ulice 1881, Havlíčkův Brod

Recenze: Doc. Ing. Jiří Kolisko, Ph.D.

© Grada Publishing, a.s., 2010

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2010

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

ISBN 978-80-247-3393-7 (tištěná verze)

ISBN 978-80-247-7760-3 (elektronická verze ve formátu PDF)

© Grada Publishing, a.s. 2012

# Obsah

|                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Úvod.....</b>                                                                                           | <b>7</b>  |
| <b>1 Voda a vlhkost v budovách.....</b>                                                                    | <b>10</b> |
| 1.1 Příčiny nadměrné vlhkosti stavebních konstrukcí .....                                                  | 10        |
| 1.1.1 Srážková voda .....                                                                                  | 11        |
| 1.1.2 Voda obsažená v zemním prostředí.....                                                                | 15        |
| 1.1.3 Vodní pára obsažená v okolním vzduchu.....                                                           | 17        |
| 1.1.4 Voda zabudovaná do konstrukce .....                                                                  | 22        |
| 1.1.5 Voda obsažená v konstrukci<br>v důsledku rovnovážné (sorpční) vlhkosti .....                         | 23        |
| 1.1.6 Voda obsažená v konstrukci<br>v důsledku difuze vodní páry .....                                     | 25        |
| 1.1.7 Voda unikající z rozvodů technických zařízení budov<br>v důsledku poruchy .....                      | 25        |
| 1.1.8 Důsledek nevhodné stavební úpravy, neodborného<br>sanačního zásahu nebo změny užívání interiéru..... | 30        |
| 1.2 Poruchy způsobované vodou a vlhkostí.....                                                              | 34        |
| 1.3 Vysychání zdiva.....                                                                                   | 41        |
| <b>2 Vedlejší konstrukce jako součást spodní stavby – anglické dvorky .....</b>                            | <b>43</b> |
| 2.1 Plošné vertikální dutiny vnitřní .....                                                                 | 43        |
| 2.2 Plošné vertikální dutiny vnější.....                                                                   | 47        |
| 2.3 Anglické dvorky z hlediska dispozice .....                                                             | 49        |
| 2.4 Anglické dvorky z hlediska konstrukce<br>- vazby na stěny objektu, zastropení .....                    | 52        |
| 2.5 Výškové řešení dna anglických dvorků .....                                                             | 58        |
| 2.6 Přirozené osvětlení a větrání suterénů.....                                                            | 62        |
| 2.7 Hlavní zásady při opravách a rekonstrukcích<br>anglických dvorků.....                                  | 65        |
| <b>3 Odvodnění spodní stavby.....</b>                                                                      | <b>66</b> |
| 3.1 Průzkum prostředí spodní stavby.....                                                                   | 66        |

|          |                                                                                            |            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.2      | Hydrofyzikální namáhání .....                                                              | 69         |
| 3.3      | Nepřímé hydroizolační principy .....                                                       | 69         |
| 3.4      | Drenážní systémy .....                                                                     | 71         |
| <b>4</b> | <b>Dutinové sokly budov .....</b>                                                          | <b>78</b>  |
| 4.1      | Funkce, materiály a pravidla pro návrh .....                                               | 78         |
| 4.2      | Příklady řešení soklů s dutinami .....                                                     | 80         |
| <b>5</b> | <b>Řešení podlah v souvislosti se sanacemi vlhkého zdiva .....</b>                         | <b>84</b>  |
| <b>6</b> | <b>Dlouhodobě provizorní řešení zavlhlých povrchů .....</b>                                | <b>86</b>  |
| <b>7</b> | <b>Výkopové práce jako součást sanace zdiva .....</b>                                      | <b>91</b>  |
|          | <b>Přílohy – řešení a realizace .....</b>                                                  | <b>93</b>  |
|          | Příloha 1 – Bariéra proti vodě z terénu .....                                              | 93         |
|          | Příloha 2 – Celkové řešení nepodsklepeného domu<br>vzduchovými úpravami .....              | 94         |
|          | Příloha 3 – Výdechy a vdechy vnější podélné dutiny .....                                   | 95         |
|          | Příloha 4 – Odvětrání vnější zasklené vzduchové dutiny .....                               | 97         |
|          | Příloha 5 – Propojení anglického dvorku s podpodlahovou dutinou .....                      | 98         |
|          | Příloha 6 – Vstupní i výstupní otvory z vnějších prostorů .....                            | 99         |
|          | Příloha 7 – Vnější mikroductina a její odvětrání .....                                     | 100        |
|          | Příloha 8 – Anglický dvorek jako prvek podporující<br>proudění vzduchu v celé budově ..... | 102        |
|          | Příloha 9 – Anglický dvorek vnitřní představěná dutina<br>v polosuterénech .....           | 103        |
|          | Příloha 10 – Dutinový sokl jako místo pro odvětrání suterénu .....                         | 104        |
|          | Příloha 11 – Kombinace vzduchových opatření .....                                          | 105        |
|          | Příloha 12 – Odvětrání suterénních prostor .....                                           | 106        |
|          | Příloha 13 – Odvětrání suterénních prostor .....                                           | 106        |
|          | Příloha 14 – Odvětrání vnitřní dutiny .....                                                | 107        |
|          | Příloha 15 – Sdružené anglické dvorky .....                                                | 107        |
|          | Příloha 16 – Vnitřní dutina pro snižování vlhkosti pilířů a zdiva .....                    | 108        |
|          | Příloha 17 – Nevhodné provedení soklu .....                                                | 108        |
|          | <b>Použitá literatura .....</b>                                                            | <b>109</b> |
|          | <b>Rejstřík .....</b>                                                                      | <b>111</b> |

# Úvod

*Nelze však přejít to, co pozorujeme i vlastníma očima, tj. že voda podle své přirozenosti směřuje dolů, že nedovolí, aby vzduch byl kdekoli níže než ona, že má odpor proti tomu, aby do ní byly vmíchávány jakékoliv věci, které jsou lehčí nebo těžší nežli sama voda, a že se snaží vyplnit celý tvar dutin, do kterých vtéká, při čemž čím více se jí brání použití její síly, tím usilovněji se proti tomu vzpírá a napíná a neuklidní se dříve, dokud v mezích svých sil nedosáhne toho, čeho k uklidnění vyžaduje. Že po dosažení míst, kde může zůstat v klidu, je s sebou spokojena a odmítá každý příměsek. Že horní svou plochou udržuje ve vyvážené rovině výškové po celém svém obvodu a až i po nejzazších okrajích...*

*... proto bude snad nejméně usvědčován z omylu ten, kdy by prohlásil, že země do sebe vpíjí vláhu z dešťů, která následkem své tíže a jemnosti do ní proniká a prosakuje do prázdných míst...*

*L. B. Alberti, Deset knih o stavitelství [1]*

Konstrukce dobře postaveného domu vychází z podmínek staveniště. Autor dobrého návrhu se tedy nutně musí seznámit s geologickými a hydrogeologickými podmínkami stavby a navrhnout taková opatření proti negativním vlivům vody, která budou dlouhodobě účinná. **Tato opatření jsou součástí dobré stavby.** Zdůrazňujeme slovo dobré, ve skutečnosti se však a v mnohých případech (kterých v posledních letech neustále přibývá) bohužel nejedná o stavby konstrukčně dobré. Stále častěji se na stolech projekčních ateliérů objevují novostavby, jejichž návrhy byly z různých důvodů vadné a způsobují celou řadu poruch. Předmětem předkládané publikace jsou poruchy způsobené vodou, která se vyskytuje v okolí objektu a proti níž nejsou stavby dostatečně chráněny. Izolace musí být provedena během stavby, neboť dodatečné úpravy jsou velmi komplikované, pracné, finančně nákladné a často i poruchové.

**Cílem této knihy je posouzení návrhů stavebních opatření proti vodě, a to historických i současných. Dále jsme se zaměřili na chyby v návrzích a dodatečné problémy, které jednotlivé konstrukce způsobují. Vždy se jedná o tzv. volnou vodu, tedy nikoli o vlhkost stavebního materiálu (ta je předmětem jiných publikací nakladatelství Grada – naposledy v knize Odvlhčování staveb [2]).**

Základními úpravami prováděnými zároveň se spodní stavbou budov jsou:

- úpravy, které respektují nepříznivé základové poměry a vodu odvádějí z bezprostředního okolí stavby;
- úpravy, které zdivo budov ochraňují utěšňujícími povlaky;
- úpravy, které řeší nepříznivé hydrogeologické podmínky v širším okolí plánované budovy;
- a konečně úpravy, které povrchy zdiva dlouhodobě ochraňují proti poruchám z hlediska vlhkosti, avšak vlastní vlhkost zdiva řeší pouze částečně.

Při hodnocení původních opatření proti vodě, která z boků a z podzákladí proniká do stěn budov, je třeba posoudit i vhodnost původního návrhu. Dodatečné poruchy však vznikají nejen špatným návrhem, ale také **změnou podmínek**, tj. prostředí vlastní stavby. Jedná se zejména o jiný způsob využívání například suterénních nebo polosuterénních prostor, o vybudování nových staveb v přímém okolí, o provedení nových povrchů dvorů, chodníků atd.

Vážným problémem je **konec životnosti** hydroizolačních a stavebních materiálů, zejména nevhodně použitých typů asfaltových pásů (zpravidla s nasákavými vložkami). Z tohoto hlediska lze nejlépe posuzovat opatření stavební, která jsou hlavním předmětem knihy. Další příčinou poruch zdiva v důsledku působení volné vody je i změna požadavků na stavbu. I takové prostory, které by při původním využití byly relativně v pořádku, nevyhoví mnohdy novým požadavkům. Týká se to například vináren v původních sklepních prostorech, komerčních využití polosuterénů na kanceláře, obchody apod. Původní navržené úpravy byly v takových případech s velkou pravděpodobností účinné, avšak v rámci dnešního využití již často nedostačují.

Poslední příčinou jsou takové **úpravy proti vodě, které jsou škodlivé**. Při posuzování původních opatření je v mnohých případech třeba poněkud zapomenout na účtu ke starším stavebníkům a autorům projektů a posuzovat jejich díla na základě současných zkušeností. Při listování starými učebnicemi pro průmyslové školy a skripty pro vysokoškoláky ze 30.–60. let 20. století se setkáme s celou řadou prvků, které byly vyučovány, ale dnes víme, že jsou pro stavbu škodlivé. Zajímavostí je, že budeme-li listovat ještě staršími učebnicemi, například z konce 19. století, najdeme tam tyto prvky navržené z dnešního hlediska dobře.

Při průzkumech, které jsou nutné pro posouzení poruch, narazíme často na **dodatečné hydroizolační úpravy**. Ty jsou dokladem problémů po postavení vlastní stavby a toho,

že dům nebyl z hlediska hydroizolace (anebo z důvodů výše uvedených) postaven dobře. Stává se ovšem velmi často, že dodatečné úpravy stav zdíva z hlediska vlhkosti dále zhoršují.

Při posuzování stavebních úprav chránících proti volné vodě jsme vycházeli z této metodiky:

- vytypování druhu úpravy a zařazení do zvolené kategorie;
- posouzení vhodnosti realizované úpravy z hlediska původní stavby;
- posouzení účinnosti tohoto opatření z hlediska dnešních podmínek a potřeb stavby;
- navržení vhodných dodatečných opatření.

Základními prameny byly autorům vybrané učebnice a skripta pro průmyslové a vysoké školy z let 1919–2005, vlastní detaily projektu a zejména zkušenosti z řady staveb. V tomto smyslu se jedná o dílo kolektivní, ve kterém jsou zhodnoceny poznatky mnoha kolegů. Těm všem děkujeme.

Dále je třeba poděkovat paní Jitce Kůželové a paní ing. Veronice Jordanové, Ph.D. za vypracování většiny grafických příloh.

**Uvedená schémata jsou příkladem vhodného anebo nevhodného řešení, nemohou být chápána jako návody. Každá stavba je specifická a jednotný způsob odvodnění nemůže pro všechny existovat.**

# 1 Voda a vlhkost v budovách

*Pod širým nebem se povrch skloní tak, aby se na každých deset stop svažoval neméně než o dva palce. Přitom bude učiněno opatření, aby stékající voda byla buď jímána do cisteren, nebo aby odtékala do stok. Nebude-li možno odváděti vodu z těchto stok do moře nebo do řek, musejí býti vykopány na vhodných místech studny až do výtoku nějakého vodního pramene a vykopávka se musí zaplniti oblázkovým kamenem. Nebude-li možno ani to, mají prý se vykopati objemné jámy a do nich naklásti dřevěné uhlí. Potom se to zase zasype hrubým pískem. Toto zařízení bude odsávat i pohlcovati přebytečnou vodu.*

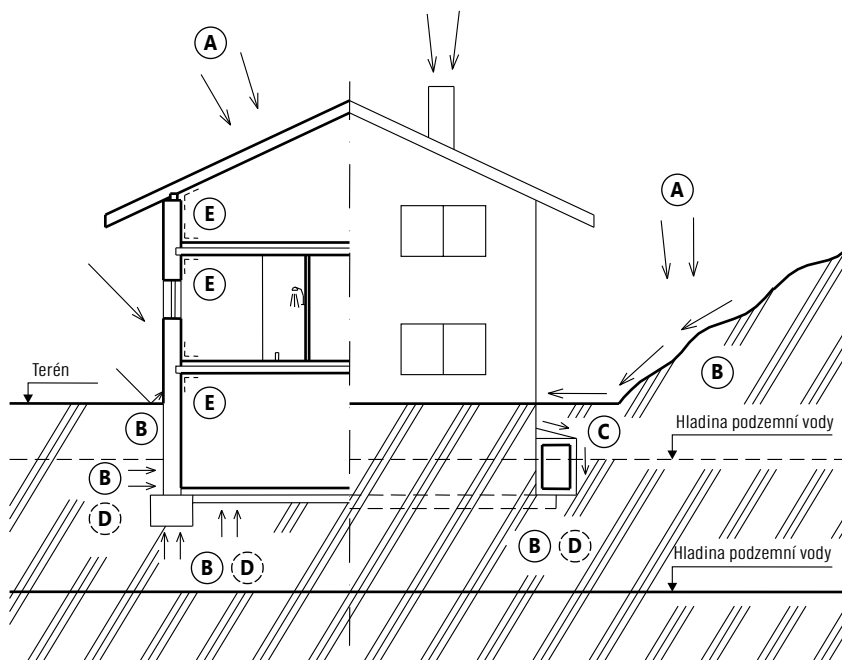
*L. B. Alberti, Deset knih o stavitelství [1]*

## 1.1 Příčiny nadměrné vlhkosti stavebních konstrukcí

Příčinou nadměrné vlhkosti stavebních konstrukcí je pórovitost stavebních materiálů a jejich kontakt s vodou. V důsledku své pórovitosti jsou stavební materiály schopny přijímat vodu z okolního prostředí.

Voda, která působí na stavební konstrukce, může být následujícího původu:

1. Srážková voda (viz *obr. 1A*).
2. Voda obsažená v zemním prostředí, které konstrukci obklopuje (viz *obr. 1B, C a D*).
3. Vodní pára obsažená v okolním vzduchu (viz *obr. 1E*).
4. Voda zabudovaná do konstrukce.
5. Voda obsažená v konstrukci v důsledku rovnovážné (sorpční) vlhkosti.
6. Voda obsažená v konstrukci v důsledku difuze vodní páry.
7. Voda unikající z rozvodů technických zařízení budov v důsledku poruchy.
8. Důsledek nevhodné stavební úpravy, neodborného sanačního zásahu nebo změny užívání interiéru.



**Obr. 1** Zdroje vody působící na budovu:

A – srážková voda, B – zemní vlhkost, C – gravitační voda, D – voda působící hydrostatickým tlakem (tlaková voda), E – kondenzovaná voda

### 1.1.1 Srážková voda

**Srážková voda** (viz *obr. 1A*), která může být navíc hnána větrem, **působí na střešku objektu, jeho obvodové konstrukce** (buď přímo, nebo v místě kontaktu s terénem, a to i jako voda odstříkující), **komínové zdivo a může pronikat i do komínového průduchu.**

Ochranu proti srážkové vodě, jež působí **na střešku**, poskytuje střešní krytina a odvodnění střechy včetně odvodňovacích prvků (střešní vpusti u plochých střeších odvodňových dovnitř dispozice, odvodňovací žlaby u šikmých a strmých střeších atd.).

Problematika vodotěsnosti povlakových střešních krytin u plochých střeších a stejně tak problematika odvádění srážkové vody pomocí skládaných krytin u šikmých či strmých střeších je záležitostí velmi rozsáhlou, překračující rámec této publikace. Totéž platí o sanaci případných poruch vzniklých zatékáním srážkové vody do střešních plášťů či



**Obr. 2** Nadměrná vlhkost dřevěného bednění šikmé střechy způsobená srážkovou vodou v důsledku netěsnosti skládané střešní krytiny

do interiérů budov. Pojednání o střešních krytinách, o odvodňování střech a sanacích poruch střešních plášťů je možno nalézt v odborné literatuře týkající se plochých či šikmých střech.

Ochranu proti srážkové vodě, která působí **na obvodové konstrukce**, poskytuje omítka a fasádní nátěr. Obojí má tedy nejen funkci estetickou, ale také velmi významnou funkci ochrannou. K provlhčení omítnutého zdiva dochází totiž mnohem později než k provlhčení zdiva rezného. Typ omítky i fasádního nátěru musí být navržen odborně. Chybný návrh má často za následek odlupování nátěru, praskání a odpadávání omítky.



**Obr. 3** Sníh, který přiléhá k obvodové stěně, může kvůli nedostatečné výšce plechového lemování způsobit její nadměrné zavlhčení. Pokud je lemování navíc provedeno chybně, při tání sněhu dojde k zatékání vody do střešního pláště

Působí-li srážková voda **v místě soklů**, a to jak přímo, tak také jako voda odstříkující, může zapříčinit jejich zvýšené vlhkostní namáhání. Toto riziko se ještě zvyšuje v jarních měsících v důsledku tání sněhu. Zde je rovněž nutný odborný návrh omítky a fasádního nátěru, respektive obkladu soklu. Dále je třeba dodržet spádování přilehlého terénu nebo okapního chodníku směrem od objektu, aby soklové zdivo nebylo namáháno působením srážkové vody stékající po povrchu terénu, respektive okapního chodníku. Velmi nepříznivě působí na povrchové úpravy a zdivo soklů také pronikání solí z posypů přilehlých komunikací v zimním období.

Pronikání srážkové vody **do komínových průduchů** (zejména u komínů o větších průřezech a u komínů nepoužívaných) je možno eliminovat pomocí stříšek, příp. jejich zaslepením.

Problematické bývají často různé **architektonické či jiné prvky umístěné na fasádě** (např. římsy, balkóny, zábradlí atd.). Vlhkostní namáhání v jejich místě bývá vysoké. U říms působí na fasádu voda hnaná i odstříkující, čímž dochází ke vzniku vodorovných vlhkých pásů. Přes okraje říms pak voda přetéká a nečistoty v ní obsažené

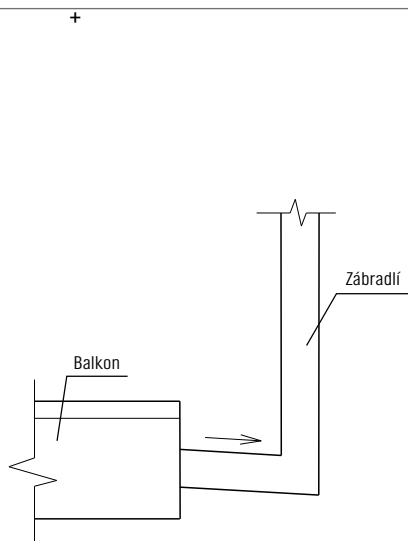


**Obr. 4** Ukázka negativního vlivu srážkové vody na soklovou část objektu kostela – odpadnutá omítka

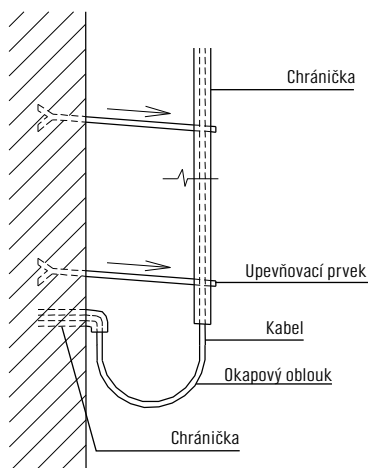


**Obr. 5** Ukázka negativního vlivu srážkové vody na soklovou část objektu kostela – zamokření povrchu vodou

vytvářejí skvrny na omítce. Stejně tak konzoly nebo zábradlí, pokud jejich vodorovné prvky nejsou spádovány směrem od objektu (viz *obr. 6*), bývají příčinami zvýšeného vlhkostního namáhání a poruch fasády (vzdouvání omítky, jejího praskání a odpadávání). Totéž platí o zaústění kabelů (elektrických, anténních apod.) do konstrukce. V takovém případě je třeba vytvořit okapový oblouk na kabelu a vlastní zaústění provést skrze oblouk v chrániče (viz *obr. 7*).



Obr. 6 Způsob napojení balkonového zábradlí



Obr. 7 Způsob napojení kabelu

### 1.1.2 Voda obsažená v zemním prostředí

**Voda obsažená v zemním prostředí** může působit na kontaktní konstrukce (obvodové stěny a podlahu, které jsou v kontaktu se zemínou) následujícími typy hydrofyzikálního namáhání:

- **zemní vlhkostí – voda, která nevytváří spojitou hladinu** a je vázána nebo se pohybuje v základové půdě vlivem působení adsorpčních, kapilárních nebo gravitačních sil (viz *obr. 1B* – pokud se v místě objektu hladina podzemní vody buď nevyskytuje, nebo je v dostatečné hloubce pod úrovní základové spáry);
- **gravitační vodou – voda, která může vytvořit spojitou hladinu a působit na izolaci hydrostatickým tlakem max. 0,001 MPa** (tj. 0,1 m výšky vodního sloupce) a která stéká po vodorovných a šikmých plochách podzemních konstrukcí (viz *obr. 1C*);
- **tlakovou vodou – voda, která vytváří v okolí nebo uvnitř objektu spojitou hladinu a působí na izolaci hydrostatickým tlakem** (viz *obr. 1D* – v případě, že se spodní stavba objektu nachází pod úrovní hladiny podzemní vody). Při návrhu hydroizolace se někdy rozlišuje, jde-li o tlak do 0,02 MPa, nebo nad 0,02 MPa (tj. 2 m výšky vodního sloupce).



**Obr. 8** Ukázka správného oplechování soklové římsy. Omítka vystupuje před horní část oplechování



**Poznámka:**

Uvedené rozdělení tlakové vody hranicí 0,02 MPa není v současné době závazné. Takto bylo uvedeno v dříve platné ON 73 0550 [24]. V současné době platné ČSN P 73 0600 [7] a ČSN 73 0606 [8] nerozdělují tlakovou vodu do žádných kategorií.

Při návrhu hydroizolace proti tlakové vodě do tlaku 0,02 MPa je vždy nutno řádně zvážit možnost případného kolísání hladiny podzemní vody, změny původních hydrologických podmínek apod. **Chybný návrh hydroizolace později vyžaduje komplikovanou, pracnou a finančně nákladnou sanaci.**

Aby voda obsažená v zemním prostředí, projevující se některým z výše uvedených způsobů, nemohla negativně působit na stavební objekt, navrhne se hydroizolace spodní stavby, a to v závislosti na typu hydrofyzikálního namáhání a na konkrétních podmínkách daného objektu. Zde platí ustanovení ČSN P 73 0600 [7] a ČSN P 73 0606 [8].

Problematika návrhu hydroizolace spodní stavby u novostaveb je rozsáhlá a složitá a překračuje rámec této publikace. Veškeré informace týkající se této otázky lze nalézt

v příslušné odborné literatuře. V rámci této knihy je pojednáno pouze o možnostech dodatečného odvodňování a odvlhčování spodní stavby.

### 1.1.3 Vodní pára obsažená v okolním vzduchu

Atmosférický vzduch vždy obsahuje vodní páru. Množství vodní páry obsažené ve vzduchu uvnitř budovy závisí především na jejích zdrojích situovaných uvnitř objektu a na způsobu využívání budovy. Ty mohou být různé. Několik příkladů je uvedeno v *tabulce 1*.

Množství vodní páry obsažené ve vzduchu udává jeho vlhkost. Pokud má předmět, který je obklopen vzduchem o určité teplotě a relativní vlhkosti, teplotu nižší než je teplota rosného bodu, dochází na jeho povrchu ke kondenzaci vodní páry (viz *obr. 1E*).

Ve stavebních objektech jsou takovými kritickými místy především:

1. Výplně otvorů v obvodových stěnách (okna, dveře, výkladce apod.).
2. Svislé kouty.
3. Vodorovné kouty u obvodových stěn v místech kontaktu se stropy či podlahami, resp. podlahami na terénu.
4. Vodorovné kouty u vnitřních stěn, jestliže tyto oddělují místnosti s výrazně odlišnými vnitřními teplotami.
5. Tepelné mosty v obvodových stěnách, střeších, ve vnitřních stěnách, nebo stropích, které oddělují místnosti s výrazně odlišnou teplotou vnitřního vzduchu.
6. Ostění, nadpraží a parapety u oken, ostění a nadpraží u venkovních dveří.

Pokud jde o **výplně otvorů v obvodových stěnách (okna, venkovní dveře, výkladce apod.)** – příčinou povrchové kondenzace vodní páry zde je, že vnitřní povrchové teploty u těchto konstrukcí často bývají nižší než teplota rosného bodu vnitřního vzduchu. Požadavky na tepelně technické vlastnosti výplní otvorů, včetně požadavků na jejich nejnižší vnitřní povrchové teploty jsou uvedeny v § 28 *Vyhlášky č. 268/2009 Sb.* [34].

**Místa uvedená v bodech 2 až 4** jsou kritickými z hlediska povrchové kondenzace vodní páry z toho důvodu, že jejich povrchová teplota bývá vždy nižší než povrchová teplota okolních konstrukcí. To je zapříčiněno dvourozměrným, případně také třírozměrným vedením tepla na rozdíl od jednorozměrného vedení tepla, jež se uskutečňuje například v plochách stěn. Pak je jen otázkou, zda teplota jejich vnitřního povrchu je vyšší či nižší než teplota rosného bodu vnitřního vzduchu, která odpovídá jeho teplotě a relativní vlhkosti.

**Tepelné mosty** jsou místa, jejichž součinitel prostupu tepla je výrazně vyšší, než u okolních konstrukcí. Pak už, stejně jako v ostatních případech, záleží jen na tom, zda teplota jejich

vnitřního povrchu je vyšší či nižší než teplota rosného bodu vnitřního vzduchu, která odpovídá jeho teplotě a relativní vlhkosti.

Povrchová kondenzace vodní páry v místech **ostění, nadpraží a parapetů u oken** a stejně tak v **místech ostění a nadpraží venkovních dveří** vzniká taktéž z důvodu nízkých povrchových teplot, které je v uvedených místech nižší, než je teplota rosného bodu, vnitřního vzduchu, která odpovídá jeho teplotě a relativní vlhkosti. Příčiny nízkých povrchových teplot však mohou být:

- Nedostatečné tepelné technické parametry okenního rámu, ostění či připojovací spáry.
- Ochlazování uvedených ploch v důsledku nadměrné infiltrace venkovního vzduchu, která je zapříčiněna netěsností spár oken či dveří.
- Kombinace obou uvedených způsobů.

Příčina výrazně nižších teplot ve svislých a vodorovných koutech v nadzemní i v podzemní části budov spočívá v tom, že u staveb realizovaných v dřívější době byly na obvodové konstrukce (stěny a podlahy na terénu) kladeny výrazně nižší tepelné technické požadavky, než je tomu v současné době (viz ČSN 73 0540-2 [10]).

**Tab. 1** Zdroje vodní páry a množství její produkce [15]

|                                                                                                                                                                          |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Člověk</b><br>při lehké činnosti<br>při středně těžké práci<br>při těžké práci                                                                                        | 30–60 g/h<br>120–200 g/h<br>200–300 g/h |
| <b>Koupelna</b><br>s vanou<br>se sprchou                                                                                                                                 | 700 g/h<br>2600 g/h                     |
| <b>Kuchyně</b><br>při vaření<br>průměrně denně                                                                                                                           | 600–1500 g/h<br>100 g/h                 |
| <b>Sušení prádla</b> (pračka na 4,5 kg)<br>odstředěného<br>mokrého kapajícího                                                                                            | 50–200 g/h<br>100–500 g/h               |
| <b>Bazény</b> (volné vodní plochy)                                                                                                                                       | 40 g/m <sup>2</sup> ·h                  |
| <b>Rostliny</b><br>pokožkové květiny, např. fialka (Viola)<br>rostliny v květináči, např. kapradina (Comptonia asplemifolia)<br>fikus střední velikosti (Ficus elastica) | 5–10 g/h<br>7–15 g/h<br>10–20 g/h       |

Výskyt nežádoucí kondenzace vodní páry lze kromě jiného pozorovat také:

1. U objektů, které mají velkou tloušťku obvodových stěn (zpravidla historické budovy).
2. V místnostech, kde byla původní dřevěná okna nahrazena novými, která jsou velmi těsná proti infiltraci venkovního vzduchu.
3. V místnostech, resp. v celých objektech, kde v důsledku změny užívání vnitřního prostoru došlo ke zvýšení produkce vodní páry (např. v důsledku zavedení nové technologie).

U objektů, které mají velkou tloušťku obvodových stěn (např. historické budovy) zůstává v důsledku jejich velké tepelné setrvačnosti vnitřní povrchová teplota na obvodových stěnách i po zvýšení venkovní teploty v jarních měsících nadále nízká – pod úrovní teploty rosného bodu, která odpovídá hodnotám teploty a relativní vlhkosti venkovního vzduchu. Venkovní vzduch o vyšší teplotě je schopen pojmout větší množství vodní páry a má tedy větší měrnou vlhkost (vodní obsah). A tím také vyšší teplotu rosného bodu. Vnikne-li pak venkovní vzduch dovnitř objektu, dojde ke kondenzaci vodní páry na vnitřním povrchu obvodových stěn (obr. 9).



**Obr. 9** Kondenzace vodní páry na povrchu stěny v blízkosti podlahy (objekt s vysokou tepelnou setrvačností)