

Vliv vody na cihly plněné minerální vatou



Nenormové zkoušky „Vlhkost & voda“
a zkouška v klimakomoře pro cihly
plněné minerální vatou Porotherm T Profi

Anotace: Zkoušky zdiva a cihel plněných minerální vatou Porotherm T Profi. Vlhkostní chování cihelného střepe a minerální vaty při působení vody v různých situacích během výstavby a při užívání stavby.



Cihly plněné minerální vatou byly vyvinuty akciovou společností Wienerberger s.r.o. za podpory Ministerstva průmyslu a obchodu v rámci programu TIP, projekt č. FR-TI3/231 „Vývoj zděných konstrukcí za účelem zlepšení užitných vlastností staveb“.

4	Zkouška 1	Cihly stojící ve vodě
6	Zkouška 2	Podmáčení první vrstvy cihel ve zdivu
8	Zkouška 3	Zazdění cihly po intenzivním dešti
10	Zkouška 4	Vyžděná stěna na dešti
12	Zkouška 5	Cihly ponořené do vody
16	Zkouška 6	Pronikání srážkové vlhkosti do zdiva
17	Zkouška 7	Kondenzace vodní páry ve zdivu

Odzkoušené zdivo Porotherm T Profi

Cihla Porotherm T Profi je moderní materiál spojující dlouhodobě prověřené vlastnosti keramického střepe s tepelnou izolací z minerální vaty. Umožňuje jednoduchou a rychlou výstavbu obvodového zdiva, které není nutné dodatečně zateplovat ani **pro požadavky nízkoenergetického nebo pasivního domu**. Pro cihelné bloky Porotherm T Profi v základních tloušťkách 38, 44 a 50 je **prostup tepla U od 0,16 - 0,12 W/(m².K)**.

Přestože se jedná o **vyzkoušený a ověřený patent SRN**, tak i v ČR bylo provedeno enormní množství zkoušek a testů, protože **konstrukce cihly s integrovanou kamennou izolací** je natolik odlišná od klasických příčně děrovaných cihel vyráběných v tuzemsku, že například pro statické posouzení nelze použít výpočetní postupy podle Eurokódu 6 a všechny zatěžovací stavy se proto musely skutečně odzkoušet. Společnost Wienerberger tak investovala za poslední dobu **do všech zkoušek vatovek více než 5 mil. Kč**.

Při nejobsáhlejším a nejdéle trvajícím zkoušení byly prověřovány statické vlastnosti. **Zdivo z vatovek bylo testováno i nad rámeč normových požadavků, a to i v zahraničí – například Německu, Rakousku, Francii, Maďarsku nebo Slovensku**. Nejzajímavějším výsledkem pak bylo, že tato cihla, primárně tepelněizolační, dosahuje překvapivě výborné výsledky i z hlediska **statiky**. **Charakteristická pevnost zdiva** pro cihly Porotherm T Profi s pevností v tlaku 8 N/mm² činí **$f_k = 3,50 \text{ N/mm}^2$** srovnatelně jak pro maltu pro tenké spáry, tak i pro polyuretanové lepidlo pro zdění Porotherm Dryfix.extra ($f_k = 3,30 \text{ N/mm}^2$), což například otevírá zajímavé možnosti pro vícepodlažní výstavbu i v zimním období. Pro porovnání Porotherm EKO+ Profi Dryfix na pěnu má únosnost „jen“ $f_k = 1,60 \text{ N/mm}^2$ resp. na tenkovrstvou maltu $f_k = 2,37 \text{ N/mm}^2$.

Samozřejmě byla otestována také **požární odolnost** s výsledkem REI 90 DP1, což s dvoj- až trojnásobnou rezervou splňuje normové požadavky na vícepodlažní bytové stavby.

Dnes snad v bytové výstavbě nejvíce kontrolovanou oblastí jsou **zvukoizolační vlastnosti zdiva**. I zde byly u vatovek zjištěny výborné výsledky v rozmezí 51 - 46 dB (opět v závislosti na tloušťce stěny).

Nezapomnělo se ani na odzkoušení únosnosti **uchycení a kotvení ve vatovkách**. Ve spolupráci s firmou fischer international s.r.o. byly zjištěny hodnoty výtažných sil u různých druhů kotvení přibližně **o 50 % vyšší** oproti příčně děrovaným tepelněizolačním cihlám.

Mezi nejčastější dotazy stavebníků a investorů patří otázka **„Jak se chovají cihly plněné minerální vatou při kontaktu s vodou?“**

Proto nakonec došlo i na celou speciální oblast zkoušení, jak se bude chovat minerální vata uvnitř cihel, když na ni bude působit vlhkost nebo dokonce dojde k jejímu promáčení vodou. **Minerální vata používaná na plnění cihel je v celém svém objemu hydrofobizovaná**. To v praxi například znamená, že malé množství vody vytvoří na povrchu minerální vaty kapky, ale větší množství vody už může do minerální vaty zatéct.

Jak se cihly chovají ve skutečnosti, ukazují následující výsledky našich zkoušek. Výsledky testů kondenzace vlhkosti ve zdivu, vzlínání vody, podrobení nezakrytého zdiva deštěm, vysychání zabudovaných vlhkých cihel, zkouška zdiva zkrápěného hnaným deštěm (zkouška určená pro ověření trvanlivosti kontaktních zateplovacích systémů) a mnoho dalších ukázaly, že nějaké negativní působení vody na vatu je skutečně zbytečnou obavou. Díky kapilárním vlastnostem cihelného střepe totiž docházelo ve všech případech k prakticky okamžitému „vysávání“ případné vlhkosti z vaty a následnému transportu ven tak rychle, že obvykle do měsíce byla vata za běžných podmínek okolního prostředí uvnitř cihel suchá. A to i v případě absolutně nereálného extrému, kdy byla vatovka na tři dny celá ponořena do vody! Na tomto místě je však třeba zdůraznit, že **k masivnímu zatížení zdiva vlhkostí může dojít výhradně při hrubém nedodržení technologických postupů!** Přesto ani taková nedbalost vatovku nezneškodní, zdivo rychle vyschne (podle vnějších podmínek) a jeho vlastnosti se vrátí k původním hodnotám.

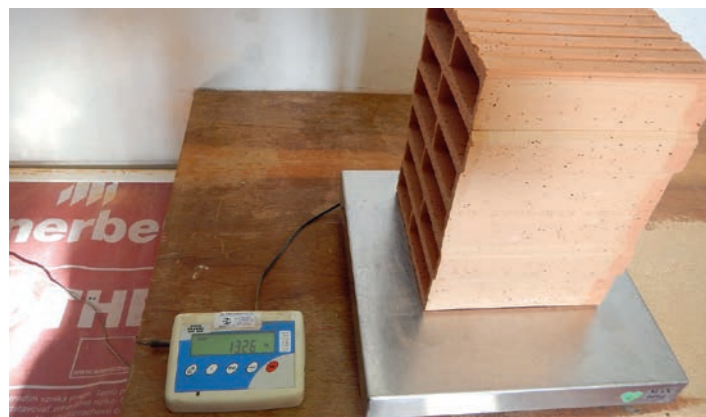
ZKOUŠKA 1

Cihly stojící ve vodě

Tato zkouška simuluje situaci, kdy cihly stojí ve vodě s určitou výškou hladiny (v řádech několika cm nad spodní hranou cihly). Jedná se o situaci, kdy ještě před samotným zděním jsou cihly špatně skladovány. Při dodržování zásad správného skladování by tato situace neměla na reálné stavbě nastat.

Postup zkoušky:

- na zkoušku bylo odebráno 12 ks cihel z palety na skladě, všechny odebrané cihly byly zváženy;
- ze tří vzorků se vyjmula minerální vata a samostatně se zvážila keramická tvarovka a minerální vata z jednotlivých cihel;
- zbývajících 9 cihel se vložilo do vany na ocelový rošt, kam se napustila voda do výšky cca 30 mm nad spodní okraj cihel;
- hladina vody byla během 72 hodin udržována na stejné úrovni;
- po 72 hodinách máčení ve vodě byly cihly vytaženy, otřeny suchým hadrem a zváženy;
- ze třech nasáknutých vzorků se vyjmula minerální vata a zvlášť keramická tvarovka a minerální vata;
- zbývajících 6 cihel se nechalo vysychat v laboratorních podmínkách a byly průběžně váženy;
- naměřené hodnoty byly zapsány do tabulky pro vyhodnocení průběhu zkoušky.



Obr. 1 a 2 Vážení jednotlivých komponent vzorků – keramické tvarovky a minerální vaty



Obr. 3 Vzorky cihel po cca 8 hodinách máčení ve vodě s výškou hladiny cca 30 mm nad spodním okrajem cihel



Obr. 4 Vzorky cihel po cca 72 hodinách ve vodě – konec zkoušky. Keramika je zcela nasáknutá



Obr. 5 Minerální vata povytažená z cihly po ukončení zkoušky (cihla otočena vzhůru nohama)

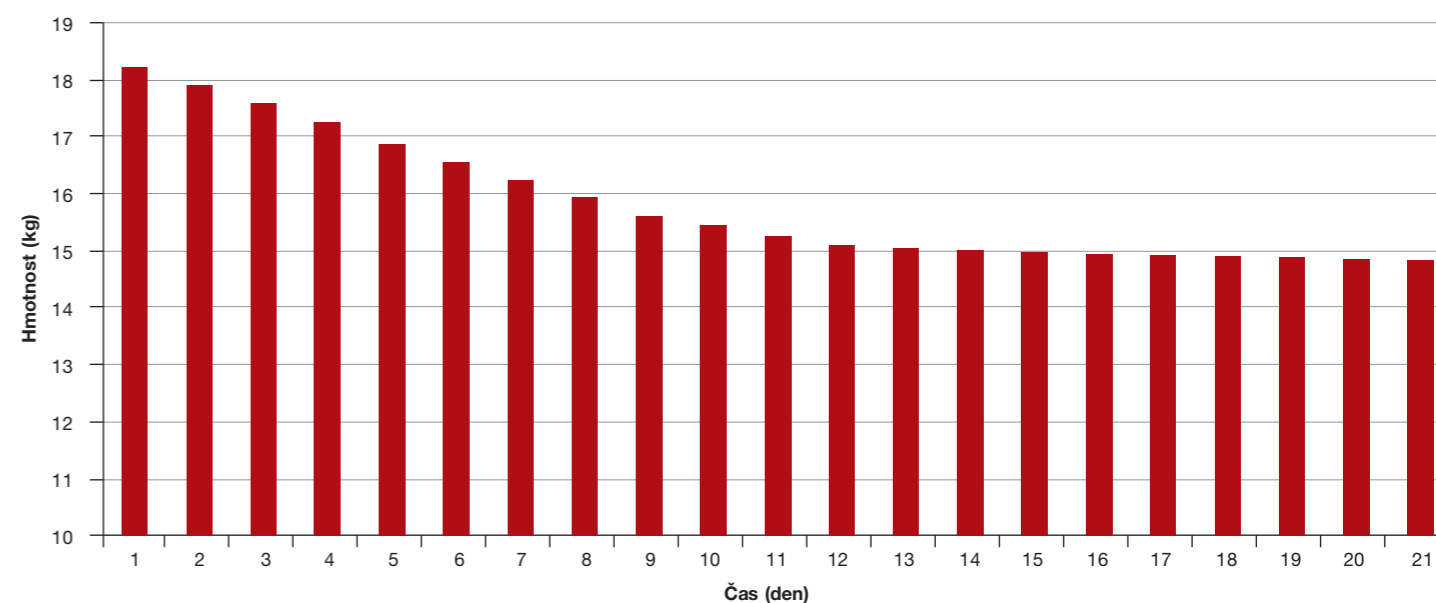


Obr. 6 Vážení minerální vaty z jedné cihly po ukončení zkoušky

Tabulka 1 Přehled výsledků zkoušky

			průměrná hmotnost (kg)	hmotnostní vlhkost (%)	objemová vlhkost (%)
Hodnoty při odběru vzorků	cihla	(kg)	14,58	–	–
	tvarovka	(kg)	13,93	–	–
	min. vata	(kg)	0,67	–	–
Hodnoty při ukončení zkoušky (po 72 hodinách vzlínání vody)	cihla	(kg)	18,38	26,10	16,90
	tvarovka	(kg)	17,37	24,70	16,10
	min. vata	(kg)	1,25	86,60	4,30
Hodnoty po sušení v laboratorních podmínkách (po 35 dnech)	cihla	(kg)	14,59	4,70	2,90
	tvarovka	(kg)	14,37	3,20	2,00
	min. vata	(kg)	0,64	0,00	0,00

Graf 1 Průběh vysychání cihel i s minerální vatou



✓ Z naměřených výsledků během zkoušky vyplývají tyto závěry:

- keramika je po 72 hodinách máčení ve vodě kompletně nasáknutá;
- minerální vata je mokrá jen do výšky hladiny vody – voda nevzlíná výše;
- keramika i minerální vata je po cca 21 dnech vysychání v laboratorních podmínkách opět téměř suchá.

ZKOUŠKA 2

Podmáčení první vrstvy cihel ve zdivu

Tato zkouška simuluje situaci na stavbě po vyzdění první vrstvy cihel. V případě, že má deska spád směrem k okrajům, může při dešti dojít k hromadění vody u obvodové stěny, čímž dojde ke smáčení zdiva z boku.

Postup zkoušky:

- na zkoušku bylo odebráno 6 ks cihel z palety na skladě;
- cihly byly ihned po odběru zváženy jako celek a i samostatně jednotlivé komponenty cihel, tzn. zvlášť keramická tvarovka a zvlášť minerální vata;
- po vážení se vzorky opět zkompletovaly a umístily do sušárny, kde se sušily až do ustálené hmotnosti (takto stanovená vlhkost vzorků odebraných ze skladu byla nepatrná a byla to vlhkost obsažená jen v keramické tvarovce, minerální vata vykazovala nulovou vlhkost);
- po vysušení následovala stavba zmenšeného modelu první řady cihel na stavbě, kam byly zabudovány i sledované vzorky cihel;
- pod celou stavbou byla položena PE folie a cihly byly uloženy do vrstvy základací malty (fólie bránila vsakování vody do betonového podkladu);
- po zatvrdnutí malty se do vnitřku stavby nalévala voda a její hladina se udržovala v konstantní výšce cca 30 mm (aby nedošlo k úniku vody přes styčné spáry mezi cihlami, byly spáry utěsněny silikonovým tmelem do výšky cca 50 mm);
- zkouška byla ukončena po 72 hod;
- po odčerpání vody byly odebrány označené vzorky a zváženy v režimu původního vážení;
- poslední fází zkoušky bylo sledování vysychání odebraných vzorků v laboratorních podmínkách;
- naměřené hodnoty byly zapsány do tabulky pro vyhodnocení průběhu zkoušky.



Obr. 7 Imitace první řady cihel



Obr. 8 Voda na základové desce v kontaktu s obvodovým zdivem



Obr. 9 Výška hladiny vody uvnitř stavby, styčné spáry zatmeleny silikonem do výšky cca 50 mm



Obr. 10 Postupné vztlínání vody na vnější straně vzorků



Obr. 11 Řez vzorkem cihly po ukončení zkoušky (po 72 hodinách); žebra tvarovky jsou nasáknutá vodou, lamely minerální vaty jsou úplně suché



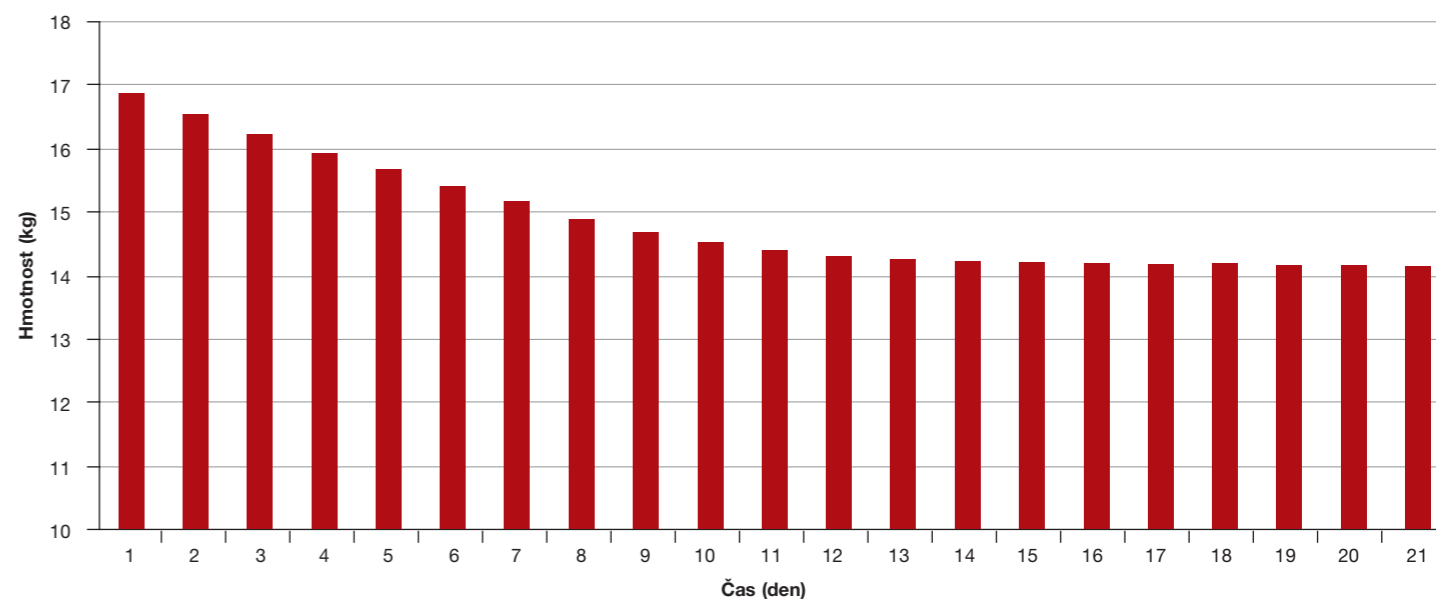
Obr. 12 Vážení minerální vaty z jedné cihly po ukončení zkoušky



Tabulka 2 Přehled výsledků zkoušky

			průměrná hmotnost (kg)	hmotnostní vlhkost (%)	objemová vlhkost (%)
Hodnoty při odběru vzorků	cihla	(kg)	13,87	0,22	0,14
	tvarovka	(kg)	13,23	0,15	0,09
	min. vata	(kg)	0,64	0,00	0,00
Hodnoty po vysušení vzorků do ustálené hmotnosti v sušárně	cihla	(kg)	13,84	–	–
	tvarovka	(kg)	13,21	–	–
	min. vata	(kg)	0,64	–	–
Hodnoty při ukončení zkoušky (po 72 hodinách vztlínání vody)	cihla	(kg)	16,85	21,80	13,60
	tvarovka	(kg)	16,21	22,70	13,50
	min. vata	(kg)	0,64	0,00	0,00

Graf 2 Průběh vysychání vzorku na volném prostranství



✓ Z naměřených výsledků během zkoušky vyplývají tyto závěry:

- keramika je po 72 hodinách působení vody odspodu na vnitřní líc cihel kompletně nasáknutá;
- minerální vata uvnitř cihel je zcela suchá;
- keramika je po cca 21 dnech vysychání v laboratorních podmínkách opět téměř suchá.

ZKOUŠKA 3

Zazdění cihly po intenzivním dešti

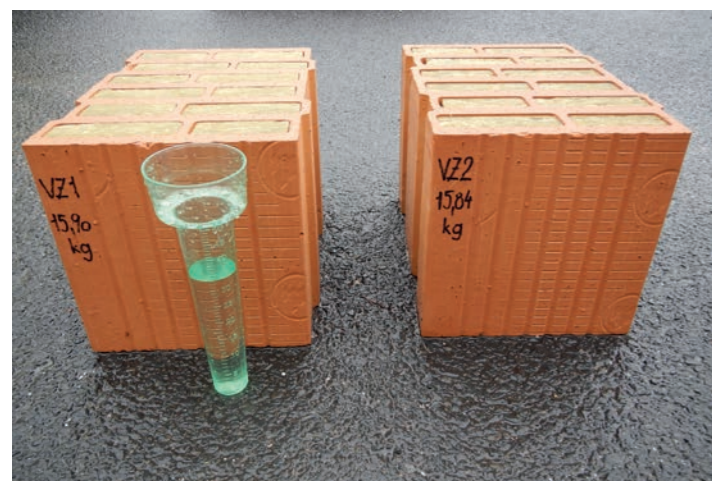
Tato zkouška odpovídá situaci na stavbě, kdy dojde k zazdění cihly, která byla nezakrytá na dešti, tzn., že déšť smáčel cihlu shora a cihla navíc stála v nahromaděné vodě.

Postup zkoušky:

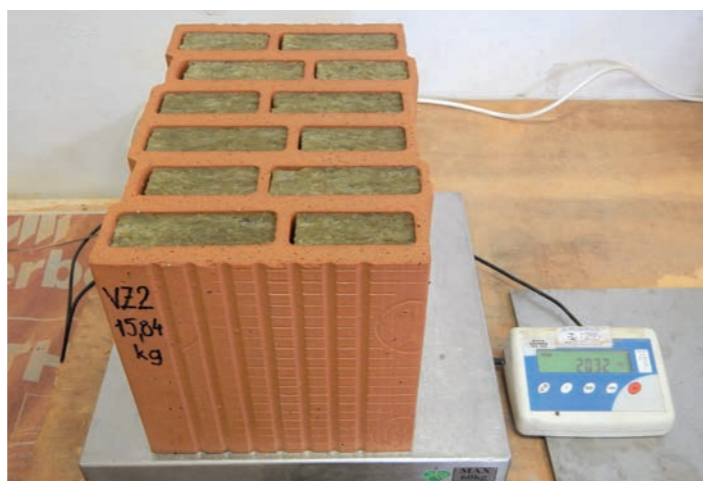
- z palety byly odebrané a zvážené 2 vzorky cihel;
- cihly byly „zapomenuté“ na základové desce, ponechané na dešti 24 hodin s úhrnem srážek 33 mm (33 l/m²);
- po 24 hod byly cihly zváženy;
- oba vzorky byly zabudovány do druhé vrstvy uprostřed malých fragmentů zdiva;
- jeden fragment byl umístěn pod přístřeškem, druhý na volném prostranství a shora zakryt PE folií;
- vzorky byly průběžně vyjímány a váženy, výsledky byly zapisovány pro vyhodnocení zkoušky.



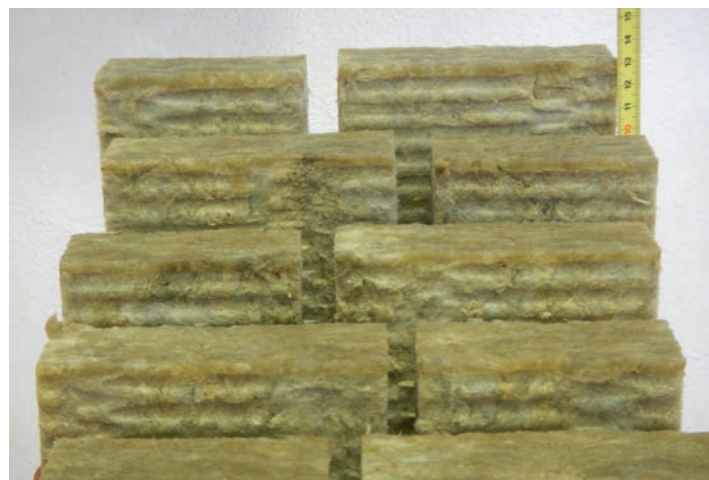
Obr. 13 a 14 Cihly „zapomenuté“ na základové desce



Obr. 15 Úhrn srážek za 24 hod. 33 mm (33 l/m²)



Obr. 16 Pravidelné vážení



Obr. 17 Vzhledově minerální vata po dešti bez poškození – shora cca 1 cm vlhká (obr. vlevo), zespodu cca 1 cm mokrá (obr. vpravo)

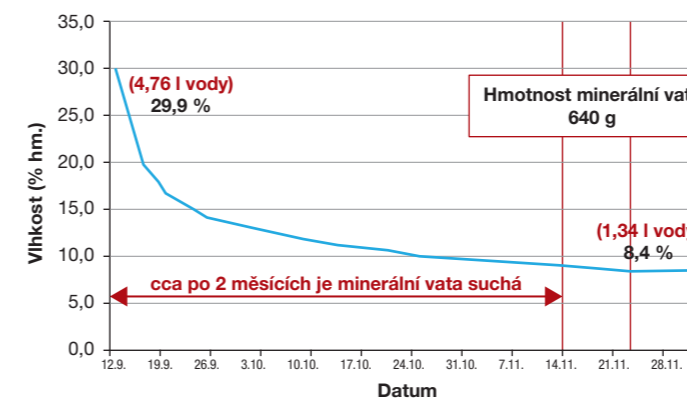


Obr. 18 Fragment pod přístřeškem

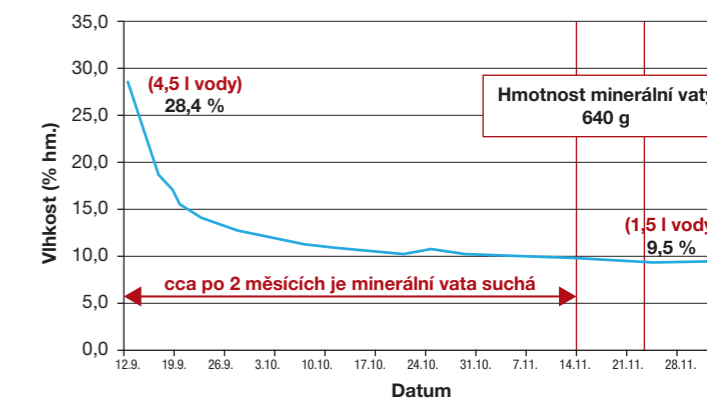


Obr. 19 Fragment ve vnějším prostředí

Graf 3 Průběh vysychání vzorku pod přístřeškem



Graf 4 Průběh vysychání vzorku na volném prostranství



- ✓ **Z naměřených výsledků během zkoušky vyplývají tyto závěry:**
- nasákání odspodu má větší vliv na obsah vlhkosti v cihlách než přímý déšť působící shora;
 - proces vysychání je zpočátku velmi rychlý;
 - rychlost vysychání zabudovaných cihel v chráněném a nechráněném prostředí je přibližně stejná, rozdíl je minimální;
 - vysychání nasáknutých cihel zabudovaných do zdiva je pomalejší než cihel nezabudovaných;
 - minerální vata vysychá podstatně rychleji než keramika;
 - minerální vata je po cca 2 měsících suchá!

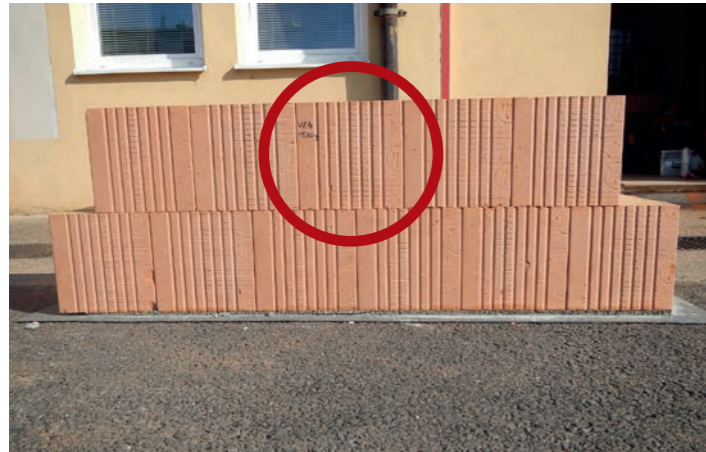
ZKOUŠKA 4

Vyzdřená stěna na intenzivním dešti

Tato zkouška simuluje reálnou situaci na stavbě, při které dojde ke zmáčení již zabudovaných cihel při výstavbě. Situace může nastat při nenadálém dešti nebo při nezakryté vyzdřené části zdiva po ukončení práce. Po dešti pak pokračuje vyzdívání a tím dojde k překrytí zmáčených cihel dalšími řadami.

Postup zkoušky:

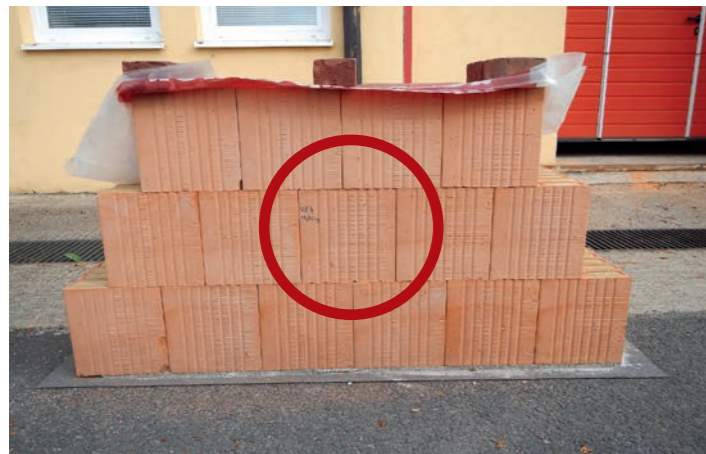
- nasucho vyzkládaný fragment zdiva se dvěma řadami (bez zakrytí proti dešti);
- ponechané na dešti 24 hod (úhrn srážek cca 17 mm (17 l/m²);
- po dešti zakryto další řadou cihel a překryto igelitem proti pronikání dalšího deště;
- vzorek umístěný zhruba uprostřed prostřední řady pravidelně odebírán a vážen;
- naměřené hodnoty zaneseny do grafu pro vyhodnocení zkoušky.



Obr. 20 Nasucho vyzdřený fragment dvou řad (umístění vzorku) – před deštěm



Obr. 21 Nezakrytá horní řada cihel – na dešti 24 hod, úhrn srážek 17 mm (17 l/m²)

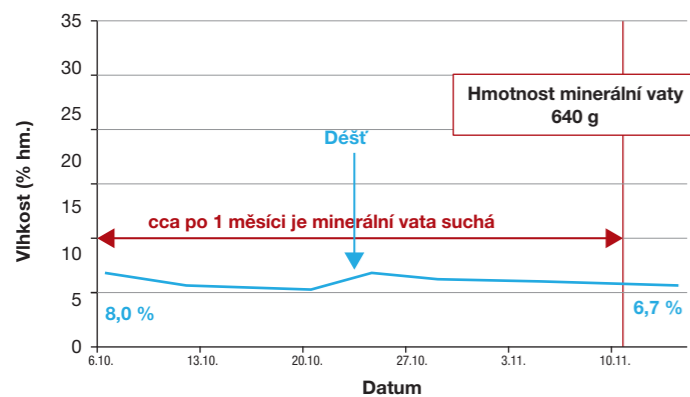


Obr. 22 Začátek testu, fragment chráněn igelitem proti dešti



Obr. 23 Při dalším dešti došlo ke zmáčení fragmentu odspoda

Graf 5 Průběh vysychání vzorku cihly (mokrý řada cihel po dešti zakrytá další řadou)



✓ **Z naměřených výsledků během zkoušky vyplývají tyto závěry:**

- proces vysychání závisí na povětrnostních podmínkách;
- v důsledku opakujících se srážek se může hmotnost vzorků zvýšit;
- proces vysychání závisí na počáteční vlhkosti – v případě nižších vlhkostí cihly v relativně krátkém čase nevykazují výraznější vysychání;
- vata vysychá podstatně rychleji než keramika;
- vata je suchá během 1 měsíce;
- keramický stěp zásadně pozitivně ovlivňuje vysychání vaty.

ZKOUŠKA 5

Cihly ponořené do vody (nereálná extrémní situace)

Tato situace by neměla v reálné výstavbě nastat. Resp. pokud by již k takovému promáčení cihly došlo, nepředpokládá se její další použití ve stavbě. Zkouška této nereálné extrémní situace byla zaměřena na zjištění doby vyschnutí cihly po jejím celkovém ponoření do vody.

Postup zkoušky:

- vzorek cihly byl zcela ponořen do vody po dobu 72 hod;
- po vyjmutí z vody byl vzorek ponechán samovolnému vysychání ve vnějším prostředí;
- vzorek byl pravidelně vážen;
- dle zaznamenaných hodnot bylo provedeno vyhodnocení procesu vysychání.



Obr. 24 Vzorek ponořený do vody na 72 hodin

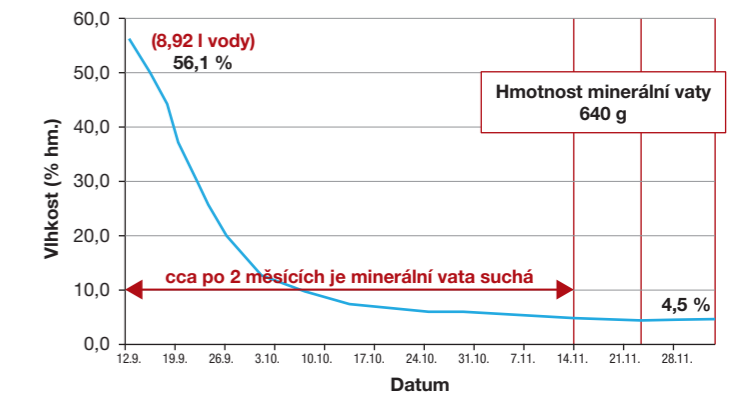


Obr. 25 Po vyjmutí z vody se voda nechala odtéct



Obr. 26 Pravidelné vážení

Graf 6 Průběh vysychání cihel i s minerální vatou



✓ **Závěry zkoušky:**

- proces vysychání je nejrychlejší na začátku;
- vysychání nasáknutých cihel při dobrém přístupu vzduchu je podstatně rychlejší než cihel zabudovaných;
- i extrémně nasáknutá cihla se může v relativně krátkém čase zbavit podstatné části obsahu vody;
- minerální vata je i v tak extrémních podmínkách po cca 2 měsících suchá!

* Pozn.: tvarové poškození minerální vaty bylo způsobeno při vysouvání z cihel kvůli vážení samostatné vaty.

ZKOUŠKA 6

Pronikání srážkové vlhkosti do zdiva

Tato zkouška hledá odpověď na otázku důležitosti omítky z hlediska pronikání vody do zdiva. Při zkoušce se porovnává, v jaké míře dochází k pronikání vody do omítnutého a neomítnutého zdiva z cihel plněných minerální vatou v extrémních podmínkách.

Postup zkoušky:

- zkouška v Klimakomoře (TSÚS Bratislava);
- zkoušené cihly: Porotherm 38 T Profi;
- fragment zdiva cca 3,5 x 2,5 m – ½ fragmentu omítnutá + ½ neomítnutá (části oddělené hydroizolačním asfaltovým pásem);
- do fragmentu osazena čidla (snímače vlhkosti) pro vyhodnocení zkoušky;
- použity cihly s expediční vlhkostí;
- fragment vystavený „povětrnostním cyklům“ podle ETAG 004 (řídící pokyn pro Evropská technická schválení pro vnější kontaktní tepelněizolační systémy s omítkou);
- po ukončení zkoušky (cca po 3 týdnech) byly odebrány vzorky ze stěny (2 z omítnuté a 2 z neomítnuté části) a vyhodnoceny hodnoty ze snímačů.

Popis zkoušky

Předepsané teploty během cyklů se měří na povrchu vzorku. Regulace se dosahuje teplem vzduchem.

Cykly teplo – déšť

Vzorek se podrobí sérii **80 cyklů** (1 cyklus trvá 5 hod) obsahujících tyto fáze:

- 1) zahřátí na 70 °C (nárůst během 1 hodiny) a udržování při teplotě (+70 ±5) °C a relativní vlhkosti 10–15 % po dobu 2 hodin (celkem 3 hodiny),
- 2) skrápění po dobu 1 hodiny (teplota vody (+15 ±5) °C, množství vody 1 litr/m².minutu,
- 3) odložení na 2 hodiny (sušení).

Cykly teplo – chlad

Vzorek se po dobu 48 hodin kondicionuje při teplotě v rozsahu +10 až +25 °C a minimální relativní vlhkosti 50 %

Následně se tentýž zkušební vzorek vystaví 5 cyklům teplo/chlad (1 cyklus trvá 24 hodin) obsahujícím tyto fáze:

- 1) vystavení teplotě (+50 ±5) °C (nárůst během 1 hodiny) a maximální relativní vlhkosti 10 % po dobu 7 hodin (celkem 8 hodin),
- 2) vystavení teplotě (-20 ±5) °C (pokles během 2 hodin) po dobu 14 hodin (celkem 16 hodin).

Zdroj: Etag 004

80 x		70 °C (± 5 °C)	3 h	480 hodin = 20 dní
		15 °C (± 5 °C)	1 h	
		přestávka	2 h	
1 x		10 ~ 25 °C	48 h	48 hodin = 2 dny
5 x		50 °C (± 5 °C)	8 h	120 hodin = 5 dní
		- 20 °C (± 5 °C)	16 h	

Průběh zkoušky podle ETAG 004

- déšť: 1 litr vody na 1 m² za 1 min = 60 l/(m².h)
- počet cyklů: 80
- množství vody na 1 m²: 4800 l/m²
- plocha fragmentu: 3,4 x 2,4 m = 8,16 m²

celkové množství nastříkané vody: 60 x 8,16 x 80 = **39 168 l (cca 40 m³)**



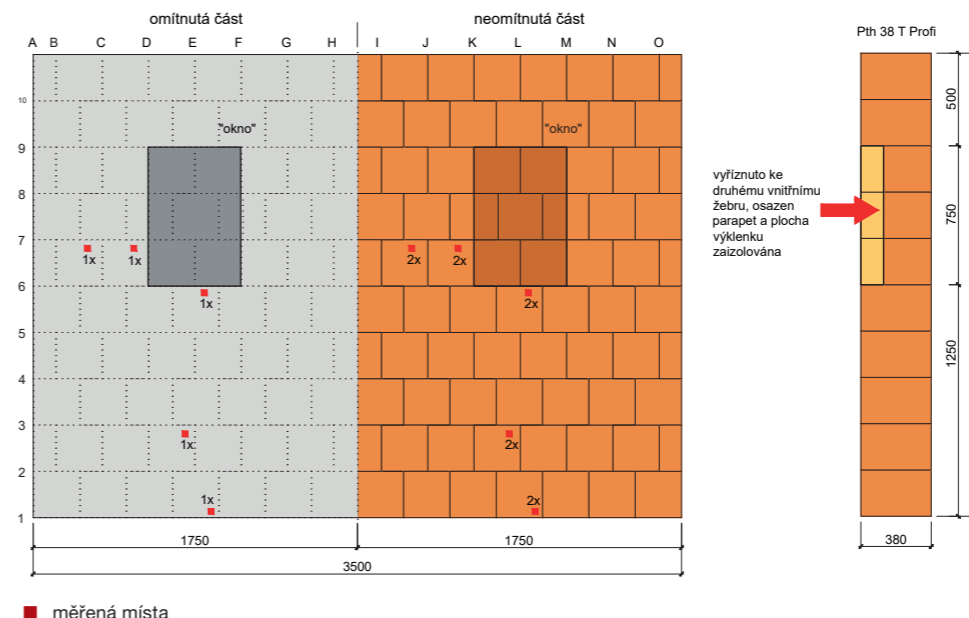
Obr. 27 a 28 Fragment rozdělený na dvě poloviny svisle oddělené hydroizolací (na omítnutou a neomítnutou část)



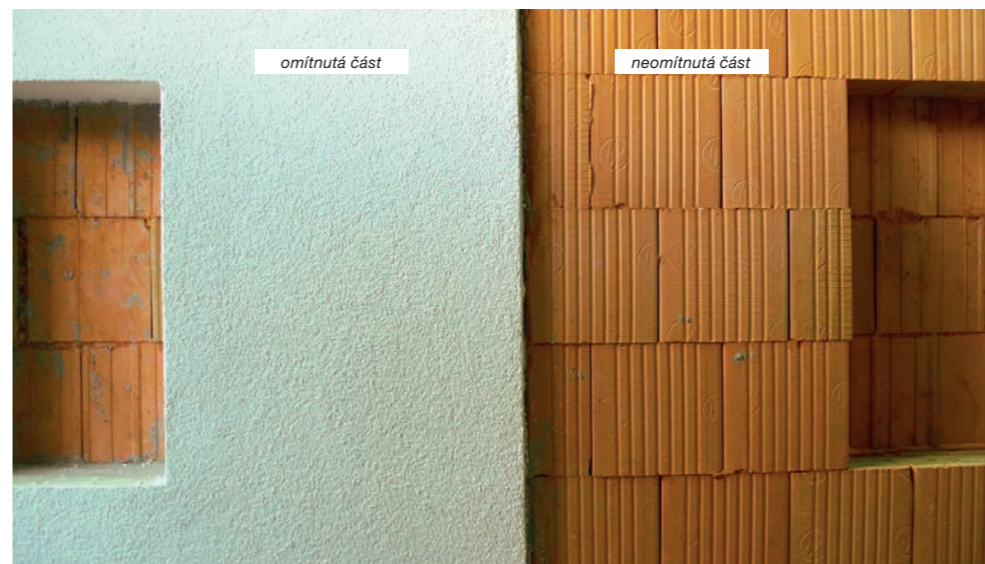
Obr. 29 a 30 Zabudované snímače vlhkosti



Odkoušené zdivo Porotherm T Profi



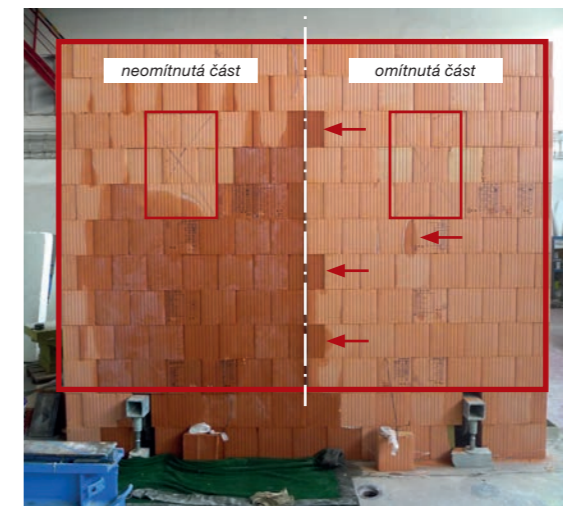
Obr. 31 Schéma zděného zkušebního fragmentu (pohled z klimakomory = exponovaná strana)



Obr. 32 Omítnutá polovina fragmentu:
1. Baumit přednástrík
2. Baumit Termo omítká
3. Baumit ProContact + výztužná síťovina
4. Baumit SiliconTop



Obr. 33 Zatmělení skla a parapetu

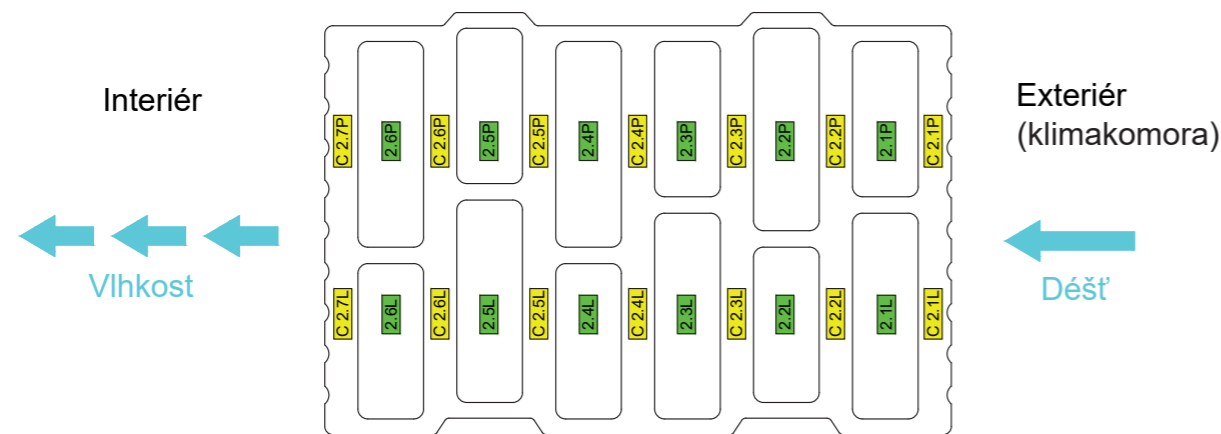


Obr. 34 Pohled na fragment z „interiéru“ po 9 dnech

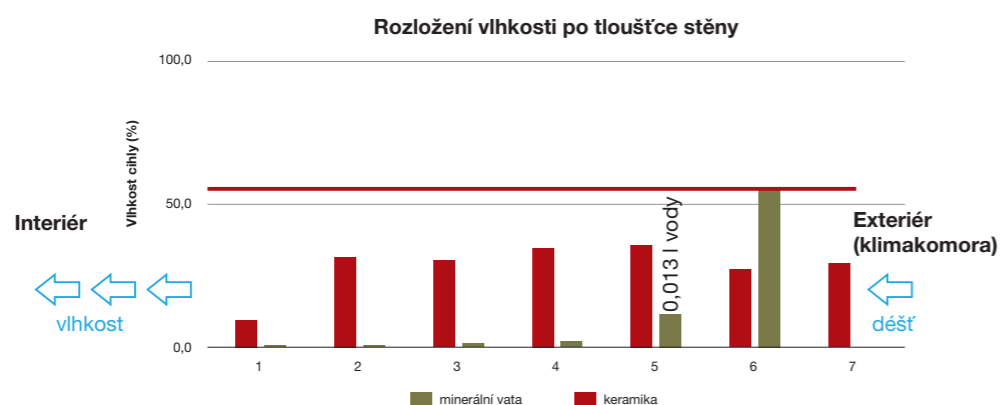
Vlhké cihly označené šipkami naznačují, že na omítnuté polovině stěny se vyskytly též netěsnosti v místě střední dělicí roviny a u parapetu výklenku.

Výsledky zkoušky 6 - Pronikání srážkové vlhkosti do zdiva

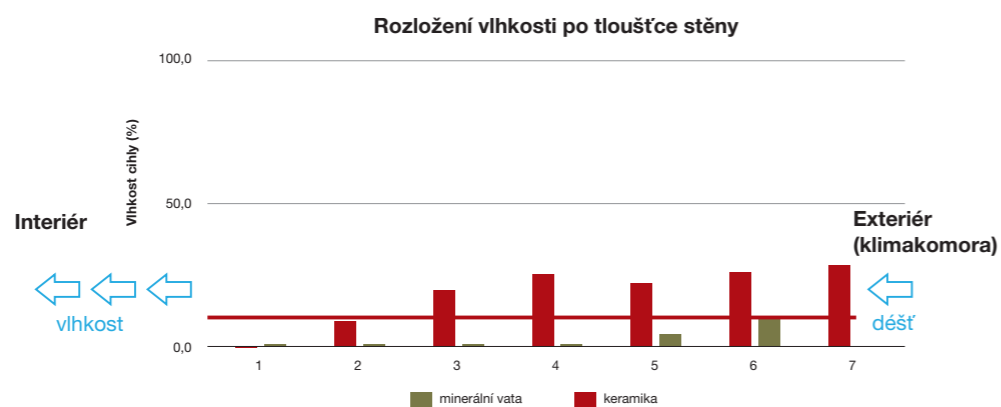
(vlhkost ve stěně cca 3 týdny po ukončení zkoušky)



Graf 7 Obsah vlhkosti v keramice a v minerální vatě – vzorek 1 (NEOMÍTNUTÁ ČÁST)



Graf 8 Obsah vlhkosti v keramice a v minerální vatě – vzorek 4 (OMÍTNUTÁ ČÁST)



Výsledky zkoušky (neomítnutá část)

- keramika je nasáknutá rovnoměrně po celé tloušťce stěny;
- první vrstva minerální vaty ze strany exteriéru silně navlhnutá;
- druhá vrstva minerální vaty navlhnutá několikanásobně méně;
- minerální vata výrazněji nasákne pouze při přímém kontaktu s velkým množstvím vody;
- v ostatních vrstvách minerální vaty pouze stopové množství vlhkosti;
- keramika a minerální vata výborně fungují i z pohledu redistribuce vlhkosti (keramika chrání minerální vatu).

Výsledky zkoušky (omítnutá část)

- výrazný rozdíl mezi omítnutou a neomítnutou částí;
- nekvalitní provedení detailů může být příčinou pronikání vody i pod omítku;
- první a druhá vrstva minerální vaty ze strany exteriéru je vlhká podstatně méně než v neomítnuté části;
- v ostatních vrstvách minerální vaty jen stopové množství vlhkosti.

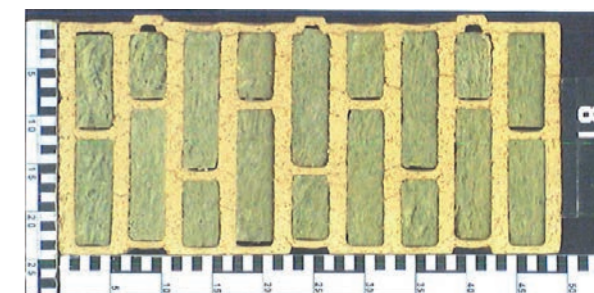
ZKOUŠKA 7

Kondenzace vodní páry ve zdivu

Cílem této zkoušky bylo zjistit, v jaké míře dochází ke kondenzaci vodní páry ve zdivu z cihel plněných minerální vatou v reálných klimatických podmínkách. Výsledky zkoušky byly porovnány s teoretickým výpočtem.

Postup zkoušky:

- zkouška provedena na dvou sadách vzorků s různou dobou zkoušení:
 - cihly v expedičním stavu – 39 dní (cyklů)
 - cihly ve vysušeném stavu – 33 dní (cyklů)
- cihly uloženy bez maltování ložné spáry a bez omítky, řady cihel odděleny fólií kvůli rozebíratelnosti fragmentu, aby bylo možné měřit vlhkost jednotlivých cihel;
- exteriérové teploty proměnné během 24 hodin, nastavené podle dlouhodobých sledování od 0 °C až do -15 °C;
- různé tepelné a vlhkoštní podmínky urychlují transport vlhkosti;
- průběžné snímání teplot a vlhkosti v komoře i ve stěně;
- sledování zkondenzovaného množství vody vážením cihel.



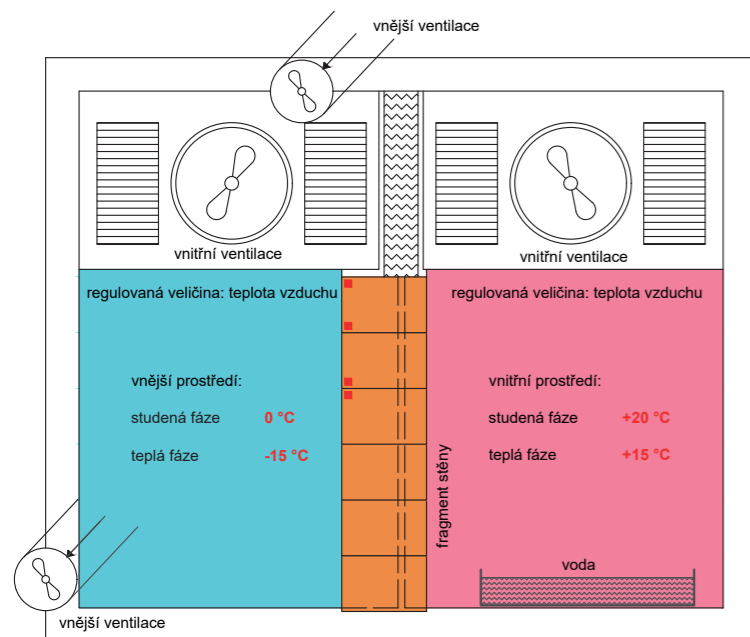
Obr. 35 Zkoušená cihla



Obr. 36 Pohled do klimakomory



Obr. 37 Na sucho vyskládaná stěna



■ měřená místa

Obr. 38 Schéma zkoušky v klimakomoře

Místa kondenzace vodní páry ve zdivu zjištěná zkouškou se přesně shodují se závěry tepelně-vlhkostního posouzení provedeného Doc. RNDr. Zbyňkem Svobodou, CSc. výpočtem:

„Ve zdivu dochází při nízkých venkovních teplotách ke kondenzaci vodní páry ve vnější omítkové vrstvě a na rozhraní keramiky a tepelné izolace v dutinách poblíž vnějšího povrchu tvarovky. Množství vytvořeného kondenzátu za rok činí **0,30 kg/m²** v oblasti s návrhovou teplotou venkovního vzduchu -15 °C, resp. **0,37 kg/m²** v oblasti s návrhovou teplotou -17 °C. Vzniklý kondenzát se stačí přes rok bez problémů odpařit.

Zdivo splňuje požadavky ČSN 73 0540-2 na šíření vodní páry těžkou konstrukcí.“



Výsledky a závěry ze zkoušky v BTI Linz:

- velmi nízký obsah vlhkosti v obou případech: **0,11 - 0,12 % hm. = cca 0,02 l vody na 1 cihlu, t.j. 0,32 l vody/m²**;
- žádné vizuální změny na minerální vatě;
- hromadění většího množství vody v důsledku kondenzace je velmi nepravděpodobné;
- poškození cihel v důsledku kondenzace je velmi nepravděpodobné;
- obsah vlhkosti v minerální vatě je pod hranicí sorpční vlhkosti, tj. velmi zanedbatelný – **minerální vata nenabrala skoro žádnou vlhkost**;
- většina zkondenzované vlhkosti je pouze v keramice.



Energy+

Úspory energií na vytápění a život ve zdravém a bezpečném prostředí - to je váš nový rodinný dům postavený z cihel Porotherm skupiny **Energy+**. Dům, jehož individualitu a skutečnou hodnotu povýší sám čas.

Energy+ zahrnuje cihelné bloky plněné minerální vatou **Porotherm T Profi** a **Porotherm TS Profi**, které vznikly symbiózou keramického stavebního materiálu a osvědčené minerální izolační hmoty. Tímto spojením vznikly ekologicky nezávadné cihelné bloky s jedinečnými tepelněizolačními vlastnostmi, které splňují nejpřísnější nároky na tepelný odpor a tepelnou akumulaci. Dva přírodní materiály – cihelný stěp a minerální vata - navzájem zvyšují svůj výkon a skvěle se doplňují při hospodaření s vlhkostí. Cihly Porotherm T Profi jsou vhodné pro jednovrstvé obvodové zdivo bez dalších vrstev zateplování a vyhovují i přísným kritériím pasivních domů i domů s téměř nulovou spotřebou energie.

Výhody Energy+:

- **Jedinečné tepelněizolační vlastnosti** – součinitel prostupu tepla **U** již od **0,12 W/(m²·K)**
- **Ekologické** a zdraví prospěšné výroby (díky přirozené prodyšnosti vytvářejí optimální vnitřní klima).
- **Vysoká pevnost** díky masivní konstrukci keramické části cihly.
- **Maximální požární odolnost** (přirozeně nehořlavé materiály splňující přísná kritéria protipožární ochrany).
- **Ekonomická výhodnost** – odpadají náklady na další vrstvy zateplení. Kvalitní a odolná cihelná stavba vyžaduje pouze minimální náklady na údržbu.
- **Výborná zvuková izolace** – vynikající akustické vlastnosti bez dalších vrstev zateplení. Dodatečné vrstvy zateplení naopak mohou rezonovat a zhoršovat akustické vlastnosti stěny.
- **Snadné navrhování a stavění** v kompletním systému Porotherm.



Závěrem už lze pouze konstatovat, že symbióza keramického střeptu a minerální vaty v cihlách Porotherm T Profi je tak ideální, že jen velmi těžko lze v nabídce na stavebním trhu nalézt jiný zdicí prvek, který by mohl těmto výrobkům konkurovat v kombinaci všech uvedených vlastností tak důležitých pro úsporné a bezpečné stavby.

Jsme přesvědčeni, že vzhledem ke všemu výše uvedenému si cihly **Porotherm T Profi** plně zaslouží označení „**prémiové zdicí prvky pro nejvíce vyzkoušené a ověřené zdivo**“.

Závěrečná doporučení

Z výše uvedených zkoušek je možné pro realizaci učinit několik doporučení, které napomohou s bezproblémovou realizací stavby. Jednotlivá doporučení vycházejí z potřeb a možností při zdění hrubé stavby (nejen) z cihel plněných minerální vatou Porotherm T Profi.

1. Doporučení pro první vrstvu zdiva

První vrstva zdiva je v průběhu zdění až do zakrytí stavby ohrožena vodou nahromaděnou na základové (příp. stropní) desce.

Na základě výsledků zkoušek byly vyvinuty speciálně pro první vrstvu cihel soklové cihly. Ty jsou na spodní straně v pruhu cca 40 mm opatřeny hydrofobizačním prostředkem, který zabraňuje nasáknutí keramiky (hydrofobizace je bezbarvá, pro zvýraznění je tato část cihly označena barevným pigmentem, který však sám o sobě žádnou ochranu neposkytuje).

Soklové cihly se doporučují používat zejména v jarním a podzimním období, kdy klimatické podmínky mohou způsobit výrazné prodloužení doby vysychání. Letní období je z hlediska případného vyschnutí nejprůběžnější.



Obr. 40 – Při nepoužití soklových cihel dojde při dešti k nasáknutí první vrstvy zdiva vodou nahromaděnou na základové desce



Obr. 41 – Použití soklových cihel zabrání nasáknutí keramiky první vrstvy cihel

2. Doporučení zakrývání zdiva

I když zkoušky ukázaly, že podstatně problematičtější je voda působící zdola, tak i přes to, se doporučuje chránit zdivo před srážkami. A to zakrýváním horní hrany zdiva rozestavěné stavby po denním ukončení prací nebo před delším přerušením prací.

Při zakrývání se nesmí zapomínat ani na parapety apod., kde rovněž hrozí k promáčení zdiva.

Pro zakrývání se používají např. papírové lepenky, igelity apod. Nesmí se zapomenout na dostatečné přitížení, aby nedošlo při větrném počasí k odhalení zdiva s následným zatečením.



Obr. 42 – Zakrývá se pomocí asfaltových papírových lepenek či igelitů, nesmí se zapomínat i na sloupky a parapety



Obr. 43 – Někdy i přes dobrou snahu zdivo zakrývat může dojít při hnaném dešti k promáčení cihel (oproti zcela nezakrytému zdivu došlo k promáčení jen na lici zdiva a ne v celém průřezu)

3. Doporučení nezazdívat mokré cihly

Pokud dojde před vlastním zdění k promáčení cihel nedoporučuje se takovéto cihly ke zdění používat. Z výsledků zkoušek je sice patrné, že i takováto zabudovaná cihla dokáže vyschnout, nicméně může dojít ke zbytečným prodléváním z důvodu nestejnomyšerného podkladu pro omítky, a tím ke zdržení v provádění apod.



Obr. 44 – Použité mokré cihly ve stavbě jsou snadno identifikovatelné

4. Doporučení používat správné skladby omítek

Ze zkoušek v klimakomoře vyplývá jednoznačné doporučení zdivo opatřit omítkou (nebo jinou ochrannou povrchovou úpravou či obkladem). Z hlediska kondenzace vodních par je nutné také dbát na správný návrh a provedení omítkového systému, aby nedošlo k vytvoření difuzní bariéry bránící bezproblémovému průniku vodních par.

Pro správný návrh omítkových systémů na cihly Porotherm T Profi je připraven podklad **Doporučené omítkové systémy pro cihelné zdivo Porotherm**, který je dostupný na stránkách <https://wienerberger.cz>

Porotherm Ověřené řešení pro cihelné zdivo

Doporučené fasádní omítkové systémy

Doporučení pro tepelně izolační zdivo Porotherm

1a Obvodové zdivo Porotherm	4 Baumit Termo omítková Extra vysoká tepelně izolační omítková na mírazení podkladu, ručně i strojně zpracovatelná, mrt. tloušťka 30 mm	6 Baumit NanoPor-Top vysoká difuzně otevřená pastovitá tenkovrstvá omítková, minerální omítková se samostatně elastickým vláknem, která zvyšuje také ochranu fasády před biologickým znečištěním, škrábání struktura, zrnitost max. 2 mm
1b Průhled Porotherm KP 7	5 Baumit MultiFine s vláknovou sítkovou síťovinou Baumit StarTex hydroizolační síťovina s jemným šikavým povrchem pro vyrovnání omítky, vhodná na jádrové, samostatné i lepené soklové omítky, rovněž pro správy fasád podkrovných střešních, tloušťka cca 5 mm	
1c Průhled Porotherm KP Varlo pro rolety a žaluzie		
2 Baumit předzatek 4 mm cementový povrch, příprava podkladu pod akrylovou omítkou, strepová i ručně zpracovatelná		
3 Baumit PremiumPrimer vysoká zábrana zábrana nátěr pro vyrovnání natákovací podkladu a zajištění přilnavosti finální pastovité omítky		

Porotherm Ověřené řešení pro cihelné zdivo

Doporučené omítkové systémy na cihelné zdivo Porotherm

Porotherm **Cemix** **maxit** **Profi** **Weber** **Wienerberger**

Porotherm T Profi

prémiové zdicí prvky
pro příjemné vnitřní klima



Wienerberger s.r.o.
Plachého 388/28
370 01 České Budějovice 1
tel.: +420 383 826 111
gsm: +420 727 326 111
www.wienerberger.cz
info@wienerberger.cz
zákaznická linka: 844 111 123


Wienerberger