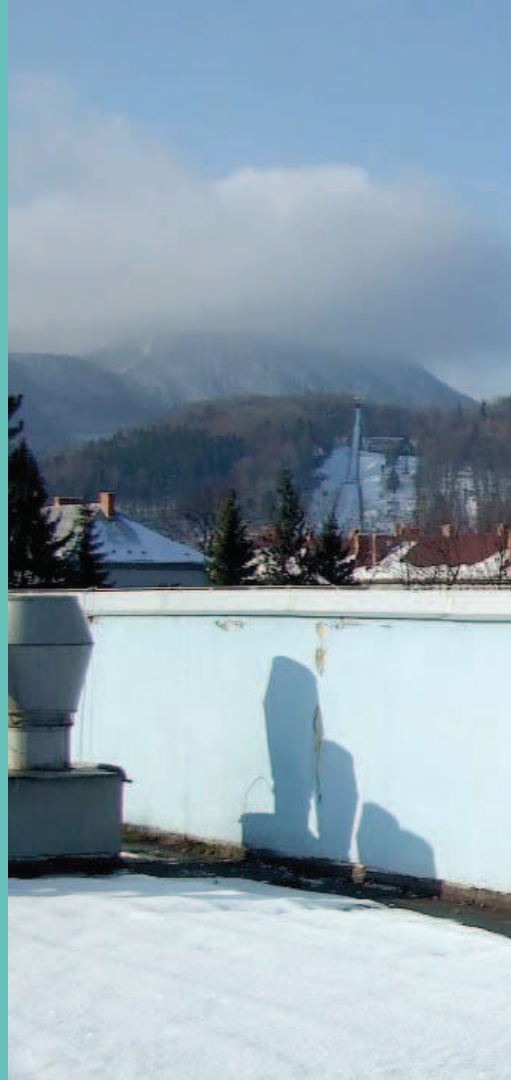


VLHKOSTNÍ PORUCHY ZPŮSOBENÉ NEVZDUCHOTĚSNOU OBÁLKOU STAVEB



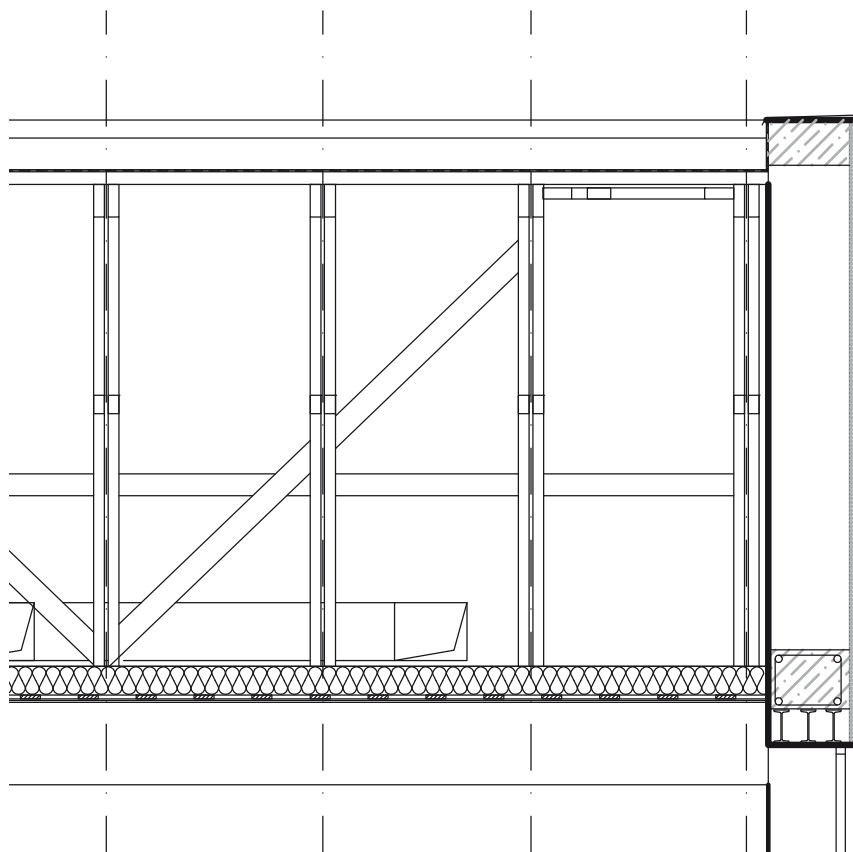
Při posudkové a konzultační činnosti se pravidelně, zejména s příchodem chladnějších období roku, setkáváme s vlhkostními poruchami obalových konstrukcí zapříčiněnými jejich průvzdušností. Na dvou příkladech se zaměříme na tento typ poruchy v detailu napojení obvodové stěny a ploché střechy. Třetí příklad doplní předchozí dva ve vztahu k problematice vzduchotěsnosti konstrukcí z dutinového zdiva.

PLAVECKÝ BAZÉN

Stavba byla dokončena již v 70. letech minulého století. Bazén byl zastřešen plochou dvouplášťovou větranou střechou typické skladby, s tepelnou izolací na spodním a hydroizolací na horním plášti /obr. 01/.

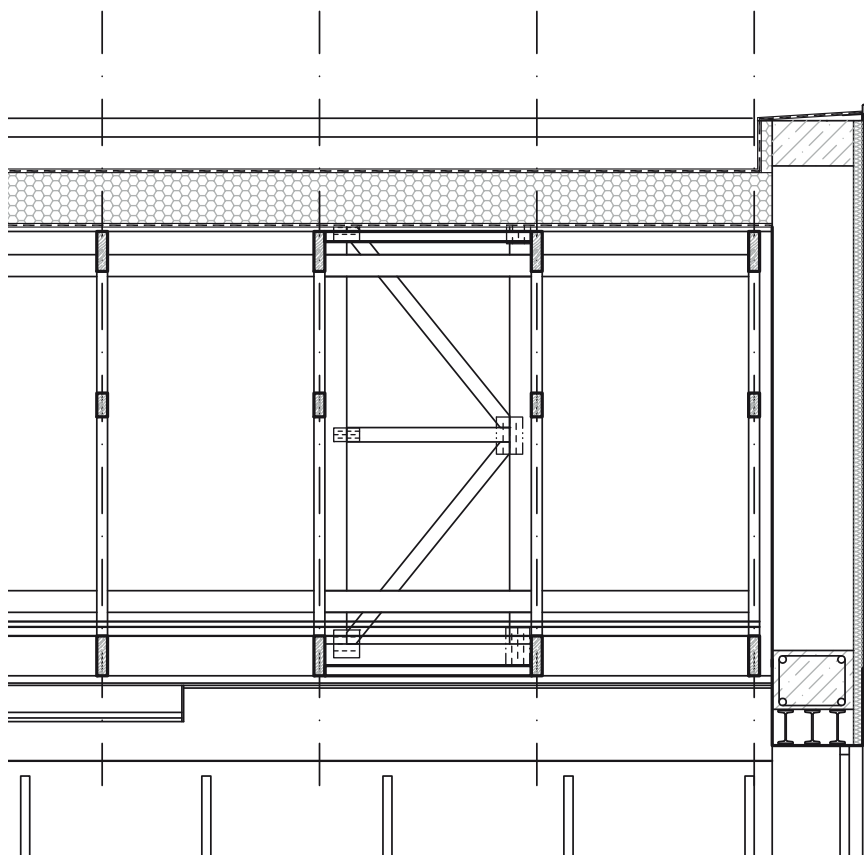
V roce 2012 byla střecha vzhledem ke stáří kompletně rekonstruována s cílem zajistit její hydroizolační funkci a podstatně snížit značnou tepelnou ztrátu. Svislé konstrukce v té době byly již zatepleny. Oprava střechy spočívala v kompletní

01





02



náhradě obou pláštů i nosné konstrukce. Původní nosná ocelová příhradovina byla nahrazena za dřevěné sbíjené vazníky. Skladba byla koncipována opět jako dvouplášťová, nově však s uzavřenou vzduchovou vrstvou a s většinou funkčních vrstev na horním plášti (parozábrana, tepelná izolace, hydroizolace) /obr. 02/.

Pro všechny účastníky procesu výstavby bylo překvapením, když po několikaměsíčním bezproblémovém provozování bazénu začalo v zimě horním pláštěm střechy zatékat /obr. 03/. Když jsme před Vánoci byli přizváni k řešení problému, nebylo možné provést prohlídku hlavní fóliové hydroizolace, protože na ní ležela souvislá pokrývka cca 30 cm sněhu. Za záporných venkovních teplot bylo patrné odtávání sněhu v okolí atiky /obr. 04/. K vytékání vody z horního pláště docházelo výhradně kolem střešních vtoků, které byly osazeny v nejnižších místech spádované podkladní konstrukce horního pláště. Do průchozí dutiny mezi



Tabulka 01

Datum	Teplota vzduchu [°C]	Relativní vlhkost vzduchu [%]	Měrná vlhkost [g/kg s.v.]
24. 12. 2010	26,9	59,2 – max.	13,3
16. 12. 2010	28,6	35,2 – min.	8,7
02. 01. 2011	24,1 – min.	58,8	11,2
20. 12. 2010	29,2 – max.	42,6	10,9

vazníky (pod horní plášť střechy) a do exteriéru byla při první prohlídce umístěna čidla snímající v pravidelném intervalu teplotu a vlhkost vzduchu pro pozdější kalibraci tepelnětechnických posouzení /tab. 01/.

Po Novém roce došlo k oteplení, a tak bylo možné provést prohlídku hlavní hydroizolace a sondy do horního pláště. Podrobnou vizuální prohlídkou nebyly ve fólii zjištěny netěsnosti. Tepelnětechnické posouzení skladby horního pláště střechy z hlediska 1-D šíření tepla a vlhkosti ani nebylo třeba provádět – skladba s parozábranou ze dvou modifikovaných asfaltových pásů, z nichž jeden měl dokonce

hliníkovou vložku, a hlavní hydroizolace z fólie z měkčeného PVC, musela být výpočtově aktivní. V sondách u vtoků (nejnižší místa podkladu horního pláště) však na parozábraně z asfaltového pásu stálo 10 cm vody /obr. 05/. Bylo zřejmé, že parozábrana v místě napojení na prostupující potrubí kanalizace tlakovému působení sloupce vody neodolala a právě v těchto místech zatékalo do interiéru. Kde se ale takové množství vody ve skladbě střechy vzalo, když byla hlavní hydroizolace těsná a výpočtová bilance vlhkosti skladby střechy na první pohled aktivní? Rozšířením sondy jsme zjistili, že v napojení střechy na stěnu je výrazná netěsnost. Došlo k odchylce od projektu,

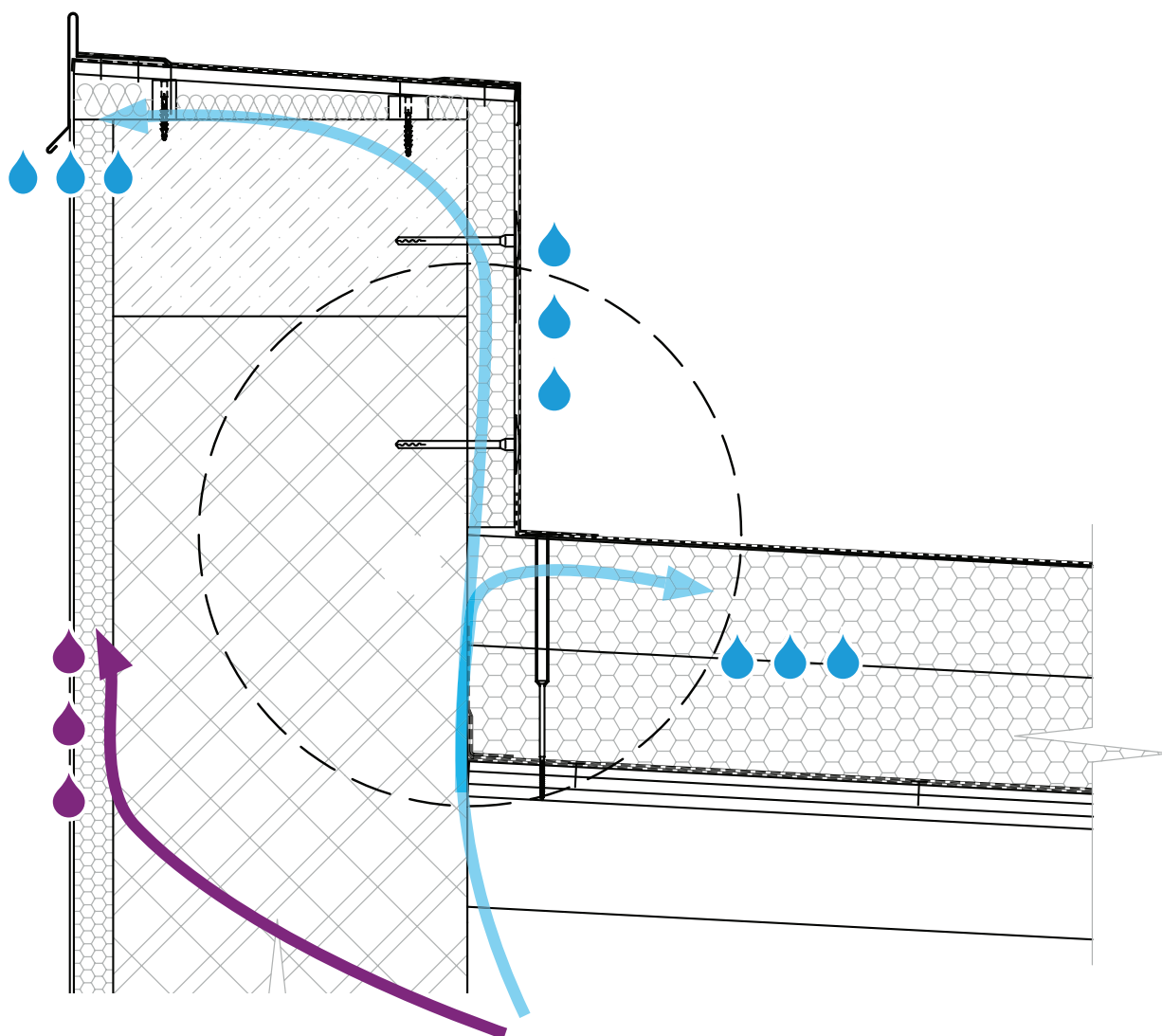
parozábrana byla ukončena pod úrovní hydroizolace /obr. 06/. Vodorovná hydroizolace byla ukončena na zateplení atiky, takže její lišta nemohla přitlačit okraje parozábrany (navíc ukončena nízko). Volná spára mezi parozábranou střechy a atikou umožnila proudění vnitřního teplého vzduchu (obsahujícího značné množství vody ve formě páry – viz /tab. 1/) do skladby horního pláště a pod konstrukci na atice. Vodní pára v chladných partiích skladby kondenzovala, případně dále pronikala k obvodu stavby. Tomu nasvědčoval zmražený kondenzát na vnitřní straně oplechování ukončujícího fólii /obr. 07/. Schéma poruchy je znázorněno modrou šipkou na /obr. 08/.



07



08





09

Je třeba podotknout, že tlakový rozdíl vyvolávající proudění mezi interiérem a exteriérem byl vedle gradientu teploty umocněn přetlakovým režimem vzduchotechniky. Vnitřní teplý a vlhký vzduch tak byl do obvodových konstrukcí tlačěn. To bylo patrné z vyboulení fólie na stěnách atiky /obr. 09/.



10

Netěsná spára mezi střechou a stěnou byla hlavní příčinou poruchy. Nikoliv však jedinou. Pokud se podíváme na detail napojení střechy a stěny důkladněji, všimneme si, že zdivo obvodové stěny z dutinových cihel není omítnuté, v místě uložení vazníků je struktura zdiva otevřena vysekanými kapsami /obr. 10/. Cesta pro pronikání vzduchu do exteriéru je tak otevřená i labyrinthem dutin zdiva a nedokonale promaltovaných ložných spár (na /obr. 08/ znázorňuje fialová šipka). Touto cestou také zřejmě docházelo k šíření vodní páry do kontaktního zateplení stěny, což vedlo k poruchám /obr. 11/.

NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ LZE V TOMTO PŘÍPADĚ SHRNOUT STRUČNĚ V BODECH:

- zajištění vzduchotěsnicí úpravy na vnitřním povrchu obvodového zdiva v úrovni střechy (např. omítnutím);
- těsné ukončení parotěsnicí vrstvy na atice (optimálně vyvedením a plošným navařením až po její korunu, aby se omezilo riziko průběžné netěsnosti);
- navýšení tloušťky tepelné izolace detailu atiky pro zajištění konstrukční ochrany dřeva horního pláště (vyloučení takových tepelněvlhkostních podmínek, při kterých by hmotnostní vlhkost dřevěných vazníků resp. záklopu horního pláště překročila 18%).

HOTEL

V tomto případě se jednalo o novostavbu hotelu v podhůří Beskyd. Zde se ještě před dokončením stavby subdodavateli střechy nedařilo předat jeho část díla, protože opakovaně docházelo k viditelné deformaci OSB desek



11

na koruně atiky /obr. 12/. Dodavatel střechy se nejprve domníval, že rozpracovaný okraj střechy před dokončením fasády dostatečně provizorně neochránil proti dešti, což způsobilo deformaci desek. Když se tak ovšem stalo opakovaně po výměně deformovaných desek a zvýšeném dohledu na jejich provizorní ochranu, bylo třeba hledat skutečnou příčinu. Při konzultaci na stavbě jsme z exteriéru provedli sondy do nedokončené dvouplášťové fasády v místě styku s plochou střechou. Nejprve jsme zjistili, že spodní povrch OSB desek je vlhký, na podkladních latích se vyskytovaly zárodky plísní /obr. 13/. Rozšiřováním sondy směrem dolů jsme obnažili volnou spáru mezi železobetonovým stropem a vyzdívkou obvodové stěny z dutinových cihel do skeletu /obr. 14/. Mezi tepelnou izolací z minerálních vláken a vyzdívkou byla průběžná dutina. Vlhký vzduch z interiéru, kde právě probíhala mokrá pokládka těžkých plovoucích podlah, tak pronikal spárou mezi vyzdívkou a okrajem stropu do dutiny za tepelnou izolací a dutinou dále vzhůru k atice. Na chladné OSB desce v koruně atiky vodní pára ve vzduchu obsažená kondenzovala a tím zapříčinila jejich deformaci.

RODINNÝ DŮM

V předchozích dvou případech byla vlhkostní porucha zapříčiněna umožněním pohybu vzduchu z interiéru do exteriéru (obvykle z rozdílu tlaků mezi interiérem a exteriérem daný rozdílem teplot, režimem VZT, ev. vlivem sání větru na závětrné straně konstrukce). Vzduch mezi interiérem a exteriérem může konstrukcí pronikat i v opačném směru (obvykle tlakem větru na návětrné straně konstrukce, případně při podtlakovém režimu VZT). Zaznamenali jsme řadu případů, kdy obyvatelé domů provedených z dutinového zdiva neomítnutého z vnější strany a opatřeného vnějším kontaktním zateplením zaznamenali průvan chladného vzduchu kolem zásuvek elektroinstalace. Tento typ poruchy je přitom obvykle spojován spíše s lehkými konstrukcemi sendvičového typu, kde má být



vzduchotěsnost zajištěna fóliemi lehkého typu. V tomto případě však chladný vzduch pronikal pod zakládací lištou ETICS do spáry mezi ETICS a zdivem, styčnými, ev. neproploštěnými promaltovanými ložnými spárami dále do struktury zdiva a labyrintem dutin pak k místu rozvodu elektroinstalace a podél něj dále do interiéru.

Z POZNÁNÍ UVEDENÝCH PŘÍKLADŮ JE MOŽNÉ VYVODIT TYTO ZÁVĚRY:

- vzduchotěsností je třeba se zabývat nejen v ploše konstrukcí, kde je dána jejich skladbou, ale i v detailech jejich vzájemného styku, kde závisí na konstrukčním řešení spár, resp. vzájemném propojení vzduchotěsnicích vrstev;
- vzduchotěsnosti konstrukcí z dutinového zdiva je třeba věnovat obzvlášť velikou pozornost.

U zdiva z plných cihel je vzduchotěsnosti docíleno prakticky jen samotnou plnou cihlou a plošně promaltovanou ložnou a styčnou spárou. Takové zdivo je možné považovat za vzduchotěsné i poté, co se do něj provedou např. rozvody instalací (pokud nejsou provedeny skrz konstrukci).

U dutinového zdiva tomu tak není právě z důvodu dutinové struktury zdicích prvků. Má-li být pro porovnání dosaženo téhož výsledku u konstrukce zděné z dutinových cihel, je z našeho pohledu nutné provést na zdivo z obou stran omítku a také se zabývat těsností paty i koruny stěny, a samozřejmě vzduchotěsností prostupů skrz

zdivo. Nepromaltované styčné a případně pouze částečně promaltované (ev. lepené) ložné spáry totiž umožňují propojení labyrintu dutin jednotlivých zdicích prvků na celou tloušťku i výšku zdiva /obr. 17/. Jakékoliv lokální obnažení interiérového povrchu dutinových cihel, např. drážkami pro rozvody instalací /obr. 15/, lokální absencí omítky např. nad podhledem /obr. 16/ apod., pak umožní šíření vzduchu konstrukcí směrem k exteriéru. Za riziková také považujeme řešení, kde je na dutinovém zdivu vnitřní omítká nahrazena obkladem z desek (např. sádkartonových).

Vnější omítká je důležitá i u systémů z dutinových cihel doplněných vnějším kontaktním zateplovacím systémem. Trvale uzavírá vnější povrch nepromaltovaných styčných spár, čímž eliminuje pronikání interiérového vzduchu do spáry mezi zdivo a zateplovací systém. Ani dokonale provedený obvodový rámeček z lepidla na desce ETICS by totiž nezabránil proudění vzduchu spárou, rámeček by byl vzduchem obcházen právě nepromaltovanými styčnými spárami /obr. 17/. Společnost DEKTRADE u svých značkových skladeb a systémů tuto vrstvou prosazuje. Domníváme se, že často doporučované pouhé zatření spár lepidlem pro dlouhodobé zajištění vzduchotěsnosti nestačí.

Utěsnění dutinového zdiva u paty a koruny je třeba řešit zejména u systémů bez plošně promaltovaných ložných spár. Má za cíl vyloučit pronikání vzduchu spárami v napojení na ostatní

konstrukce (aby byla konstrukce z dutinového zdiva uzavřena po celém svém povrchu, nejen na vnější a vnitřní ploše). Za bezpečné přerušení labyrintu dutin lze považovat vytvoření železobetonového věnce na plnou tloušťku zdiva. Za riziková lze považovat taková řešení, kde není uzavřen celý spodní povrch (systémy s uskočeným založením zdiva) resp. horní povrch zdiva (systémy s přerušením tepelného mostu v úrovni stropu). To se vyskytuje především u jednovrstvého zdiva z dutinových cihel. Obzvláště v místech, kde jsou dále na zděnou konstrukci uloženy dřevěné prvky v chladné poloze (nadezdívky pod krovem), by pronikání teplého vzduchu dutinami zdiva a následná kondenzace vlhkosti ve vzduchu obsažené mohla vést k rychlé degradaci dřeva.

Projektanti by měli být při navrhování konstrukcí z dutinových cihel obzvláště obezřetní. Ani technologické předpisy výrobců systému dutinových cihel totiž neřeší problematiku vzduchotěsnosti uceleně. Některé katalogové konstrukční detaily lze považovat za rizikové.

Vzduchotěsnost obálky staveb lze před jejich dokončením a předáním k užívání spolehlivě zkontrolovat blower-door testem. Ten jsou schopni zajistit zkušební pracovníci Ateliéru DEK, z jejichž poznatků článek vychází.

<Jan Matička>



Schéma pronikání ložnou spárou:
tenkovrstvé maltové lože

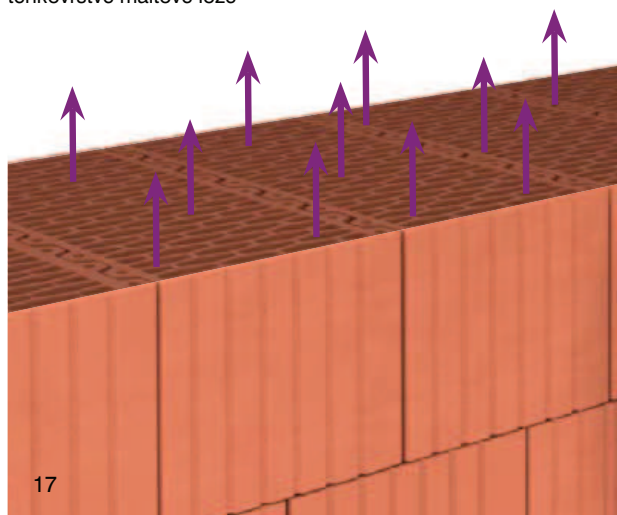


Schéma pronikání ložnou spárou:
zdicí pěna

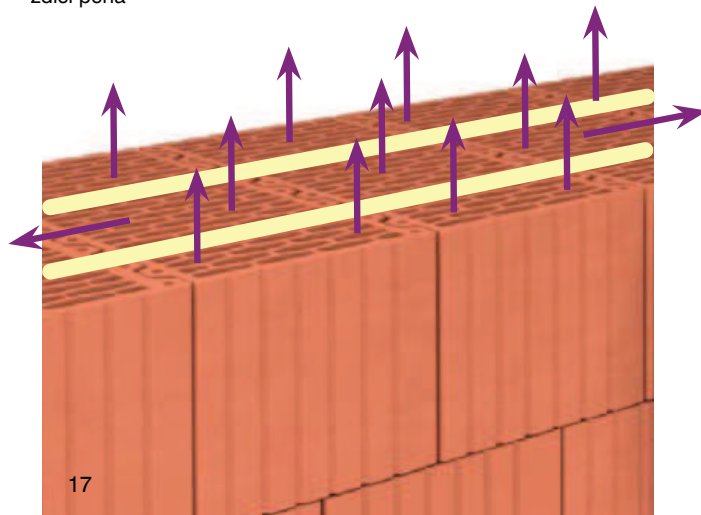


Schéma pronikání vzduchu stěnou z dutinových cihel bez vzduchotěsnících opatření (pro směr INTERIÉR → EXTERIÉR)

- 1 omítnutý vnitřní povrch
- 2 absence vnitřní omítky – otevřená struktura zdiva
- 3 prvek elektroinstalace (zásuvka, vypínač, svorkovnice apod.) – otvor do struktury zdiva
- 4 kabelový rozvod elektroinstalace
- 5 obvodový rámeček lepidla na spodním povrchu desky izolantu

