

TEPELNÉ MOSTY ROSNÝ BOD A VZNIK PLÍSNÍ

Stavební fyzika • Diagnostika • Prevence poruch

Datum vydání a ověření zdrojů 11. 10. 2026

Vlhké kouty, orosená okna a opakující se plíseň mají často společný základ: příliš chladný povrch ve spojení s vlhkým vnitřním vzduchem. Stejný vzhled poruchy však může vyvolat i zatékání nebo vztlínající voda. Účinná oprava proto začíná určením příčiny, měřením vnitřního klimatu a posouzením konstrukce.

Hlavní sdělení: Riziko plísní nevzniká až při viditelné kondenzaci. Rozhoduje dlouhodobá vlhkost u povrchu. Trvalá náprava spojuje vhodně navrženou obálku budovy, odvod vodní páry a odstranění případného přísunu kapalné vody.



Obr. 1 Kondenzace a porost u okna vlevo, stavební diagnostika vpravo. Ilustrační obrázky.

Co článek vysvětluje

A Rosný bod: vztah teploty a vlhkosti, výpočet a odlišení kondenzace od podmínek pro růst plísní.

B Tepelné mosty: příčiny vlhnutí, výpočtové příklady izolace a řešení detailů.

C Termovize: možnosti, podmínky měření a správná interpretace.

D Plísně: běžné rody, toxikologie, zdravotní rizika a postup nápravy.

Text je určen vlastníkům budov, správcům a stavebníkům. Číselné příklady vysvětlují principy; posouzení konkrétní budovy musí vycházet z jejích materiálů, detailů, klimatu a způsobu užívání. Právní a normové souvislosti jsou shrnuty v závěru.

A Rosný bod a jeho problematika

1 Co znamená rosný bod

Rosný bod θ_d je teplota, při níž vodní pára dosáhne nasycení při ochlazování vzduchu za přibližně stálého tlaku a bez změny obsahu páry. Při dalším ochlazení může část páry přejít na kapalnou vodu. Na chladném stavebním povrchu dochází k povrchové kondenzaci, pokud jeho teplota θ_{si} dosáhne rosného bodu okolního vzduchu nebo klesne pod něj. [1, 2]

Relativní vlhkost φ vyjadřuje poměr skutečného parciálního tlaku vodní páry k tlaku nasycené páry při stejné teplotě. Není to přímo množství vody v místnosti. Vzduch s relativní vlhkostí 60 % při 20 °C obsahuje více páry než vzduch se stejnou relativní vlhkostí při 5 °C.

2 Výpočet pro běžné vnitřní podmínky

Pro orientační výpočet nad kapalnou vodou použijeme Magnusovu–Tetensovu aproximaci v podobě vztahu NWS. Přepis exponenciálního vztahu dává $a = 7,5 \cdot \ln 10 \approx 17,2694$, $b = 237,3$ °C a tlakový základ 611 Pa. Teplota θ se dosazuje v °C a φ jako číselná hodnota v procentech. Konstanty a , b platí pro vodu, tedy teploty nad 0 °C. [2]

$$\gamma = \ln\left(\frac{\varphi}{100}\right) + \frac{a \cdot \theta}{b + \theta} \quad \theta_d = \frac{b \cdot \gamma}{a - \gamma}$$

Při **20 °C a 50 %** vychází $\gamma \approx 0,6492$ a $\theta_d \approx \mathbf{9,3$ °C. Povrch s teplotou 14 °C se tedy ještě neorosí. To samo o sobě ovšem neznamená, že je chráněn před plísní. Při $\varphi = 100$ % je rosný bod roven teplotě vzduchu; při $\varphi = 0$ % uvedený logaritmický vztah nelze použít. Pod bodem mrazu se rozlišuje nasycení nad vodou a nad ledem.

Teplota vzduchu	$\varphi = 40$ %	$\varphi = 50$ %	$\varphi = 60$ %	$\varphi = 70$ %	$\varphi = 80$ %
18 °C	4,2 °C	7,4 °C	10,1 °C	12,5 °C	14,5 °C
20 °C	6,0 °C	9,3 °C	12,0 °C	14,4 °C	16,4 °C
22 °C	7,8 °C	11,1 °C	13,9 °C	16,3 °C	18,4 °C
24 °C	9,6 °C	12,9 °C	15,8 °C	18,2 °C	20,3 °C

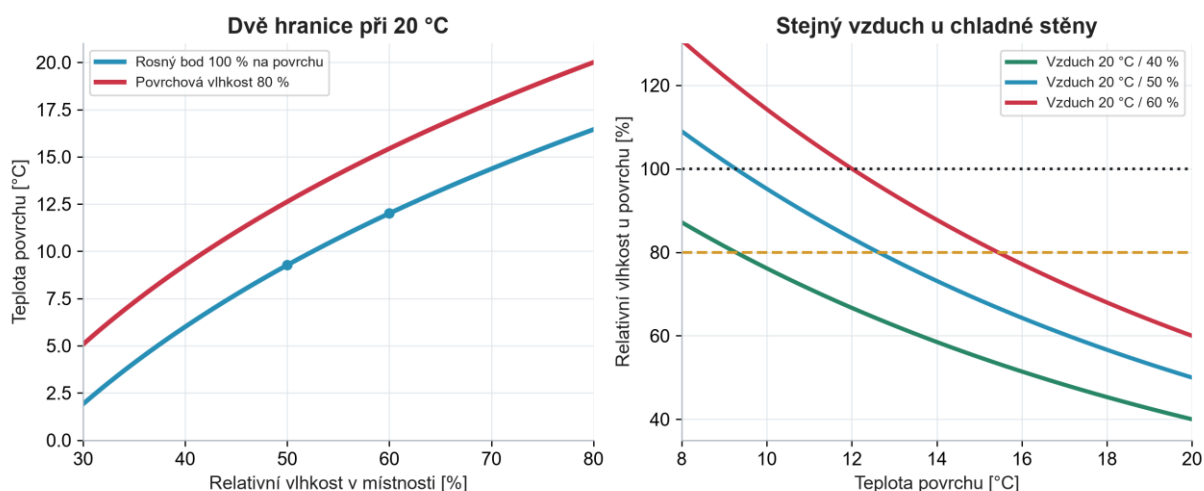
Tab. 1 Vlastní výpočet rosného bodu podle vztahu [2], zaokrouhleno na 0,1 °C. Pro 20 °C / 50 % odpovídá i tabulce Sika [1].

Pozor na účel tabulky Sika: Rezerva +3 °C uvedená pro aplikaci povlakových systémů slouží podmínkám práce s daným výrobkem. Není univerzálním normovým kritériem bezpečnosti stavebního povrchu proti plísním. [1]

3 Proč může plíseň vznikat bez orosení

Při stejné koncentraci páry má chladnější přívodový vzduch vyšší relativní vlhkost. Přibližně platí $\psi_i = \varphi_i \cdot p_{\text{sat}}(\theta_i) / p_{\text{sat}}(\theta_{\text{si}})$, kde p_{sat} je tlak nasycené vodní páry. Rovnost tlaků v místnosti a u povrchu je zjednodušení; nezahrnuje lokální zdroje páry ani proudění.

Pro vzduch **20 °C / 60 %** a povrch **14 °C** vychází $\psi_i \approx 88 \%$, přestože rosný bod je jen **12,0 °C**. Dlouhodobě vysoká povrchová vlhkost již může umožnit růst plísní. Hodnota 80 % je běžné orientační kritérium stavebně fyzikálního posouzení, nikoli přesná biologická hranice pro všechny materiály a druhy. Záleží i na délce zvlhčení, teplotě a podkladu. [3, 13]



Obr. 2 Vlastní výpočet podle [2]. Vlevo teploty pro nasycení a 80% povrchovou vlhkost při 20 °C; vpravo změna povrchové vlhkosti s teplotou. Hodnoty nad 100 % pouze označují stav, kdy jednoduchý výpočet již předpokládá kondenzaci.

4 Co hodnotu mění v domácnosti

Přísun páry při vaření, sprchování nebo sušení prádla zvyšuje parciální tlak a rosný bod.

Větrání rosný bod sníží, pokud vyměňuje vnitřní vzduch za vzduch s menším obsahem páry. V zimě bývá účinné i při vysoké venkovní relativní vlhkosti; v létě může přívod teplého vlhkého vzduchu naopak zvlhčovat studený sklep.

Příklad: venkovní letní vzduch o teplotě 28 °C a relativní vlhkosti 65 % má rosný bod přes 20,5 °C. Vnikne-li do nevytápěného sklepa s teplotou stěn 14 °C, dojde k okamžité masivní povrchové kondenzaci a rozvoji plísní, ačkoliv venku panuje horké a „suché“ letní počasí.

Samotné vytápění při stejném obsahu páry sníží relativní vlhkost vzduchu, ale rosný bod přibližně nezmění. Pomáhá tím, že ohřeje povrchy. Ohřev z 20 na 22 °C sníží původních 60 % přibližně na 53 %, zatímco θ_d zůstane 12 °C. Při porovnávání různých teplot se stejnou relativní vlhkostí ovšem rosný bod stoupá, protože jde o různé obsahy páry.

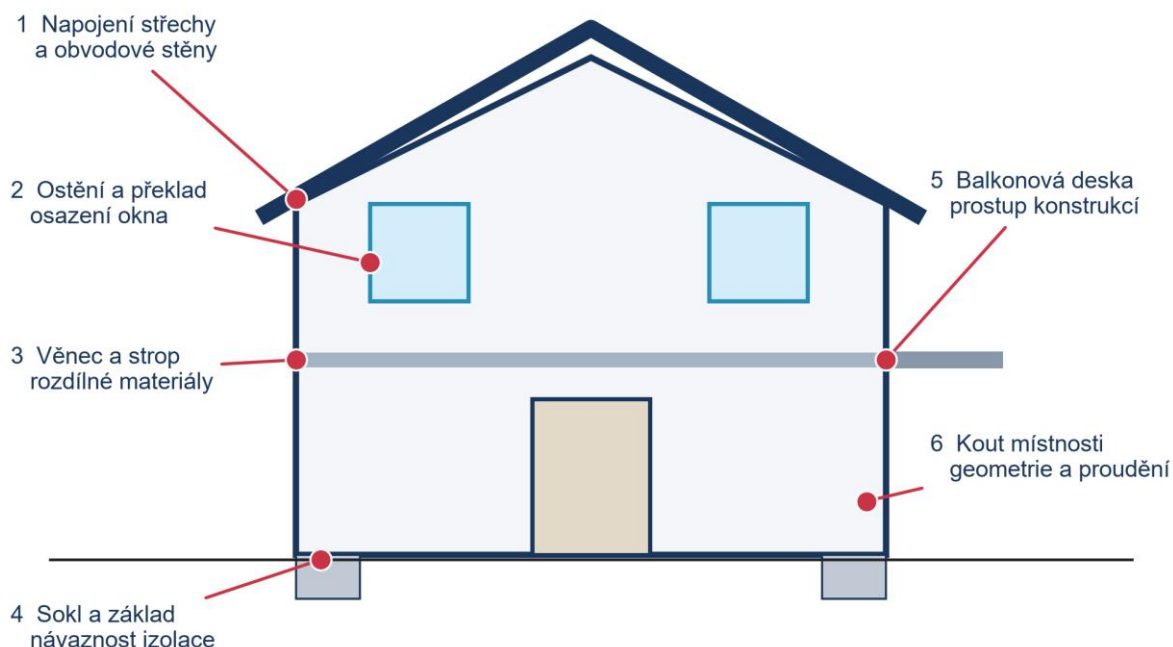
Nábytek a těžké závěsy omezují ohřívání povrchu z místnosti. Čidlo teploty a vlhkosti proto patří do reprezentativního místa, nikoli přímo nad radiátor nebo na studené ostění. Vedle jednorázové hodnoty je užitečný záznam průběhu během běžného provozu.

B Tepelné mosty a vlhnutí zdiva

1 Jak vzniká chladné místo

Tepelný most je oblast se zvýšeným přenosem tepla vůči navazující konstrukci. Příčinou může být materiál s vyšší vodivostí, ztenčená nebo přerušená izolace, případně geometrie. V české praxi se pro styky konstrukcí používá také pojem **tepelná vazba**. V zimě se porucha často projeví nižší vnitřní povrchovou teplotou a vyšší vlhkostí u povrchu. [4–6]

Materiálový most vzniká například v železobetonovém věnci ve zděné stěně. **Geometrický most** je typický pro kout obvodových stěn. Podle rozměru se rozlišují liniové mosty, například napojení stropu, a bodové mosty, například ocelová kotva. Ostění nebo napojení balkonu bývá převážně liniovým detailem; nelze je automaticky označovat za bodové mosty.



Obr. 3 Typická místa tepelných mostů a vazeb. Vlastní orientační schéma; nejde o projekt ani o hodnocení konkrétní stavby. Geometrické a materiálové vlivy se často kombinují.

2 Vlhká zeď nemusí být důsledkem kondenzace

Vlhkost zdiva může pocházet z netěsné střechy, vadného parapetu, rozvodu vody, kontaktu se zeminou či ze stavebních procesů. Hygroscopické soli navíc přijímají vlhkost ze vzduchu. Kondenzaci obvykle podporuje chladné počasí a vysoká vnitřní vlhkost, zatímco zatékání často navazuje na déšť. Příčiny se mohou překrývat. [12]

Diagnostický princip: Tepelná izolace řeší přenos tepla. Hydroizolace řeší přísun kapalné vody. Nátěr proti plísním řeší porost na povrchu. Správná oprava vychází z prokázané příčiny; jeden z těchto zásahů nemůže automaticky zastoupit ostatní.

Výpočtový příklad vnějšího zateplení

3 Jedna skladba a jasně stanovené vstupy

Uvažujme homogenní zděnou stěnu **450 mm**, $\lambda_z = 0,80 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, bez započtení omítek. Vnitřní vzduch má $20 \text{ }^\circ\text{C}$, venkovní $-10 \text{ }^\circ\text{C}$. Přidáváme souvislou vnější izolaci s návrhovou $\lambda_{iz} = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Pro model rovné svislé stěny použijeme $R_{si} = 0,13$ a $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$. Výpočet je ustálený a jednorozměrný, bez slunce, větru nad rámec zvoleného přestupu a vlhkostních změn materiálu. [7]

$$R_{iz} = \frac{d_{iz}}{\lambda_{iz}} \quad R_T = R_{si} + \frac{d_z}{\lambda_z} + \frac{d_{iz}}{\lambda_{iz}} + R_{se}$$

$$U = \frac{1}{R_T} \quad q = U \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad \theta_{si} = \theta_i - q \cdot R_{si}$$

R je tepelný odpor v $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$, **U** součinitel prostupu tepla ve $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$, **q** hustota tepelného toku ve W/m^2 . Tloušťky **d** se dosazují v metrech. Nižší **λ** a větší tloušťka zvětšují odpor izolace. Pro konkrétní návrh se použije návrhová tepelná vodivost pro dané podmínky, nikoli bez kontroly pouze deklarovaná laboratorní **λ_D** výrobku.

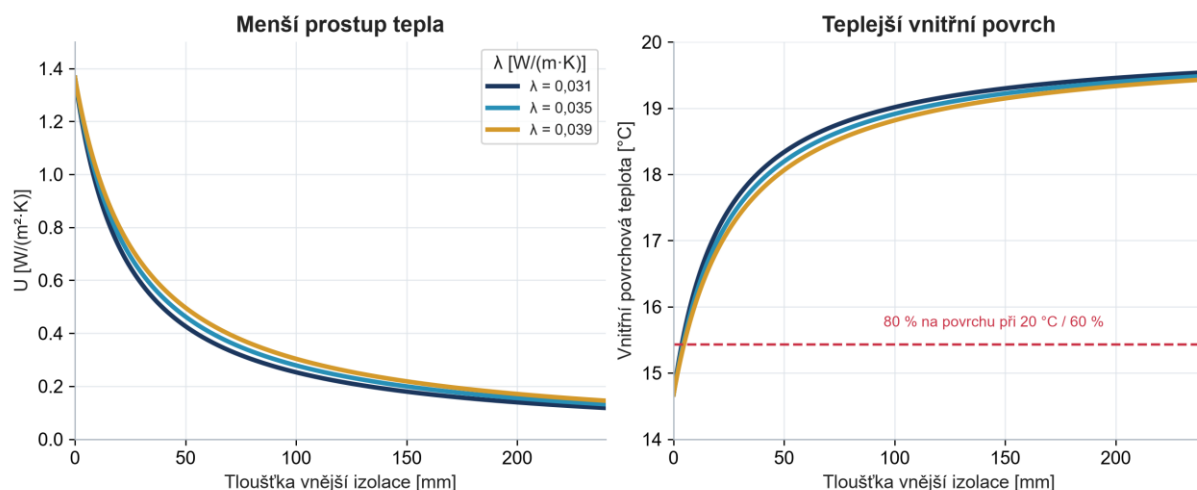
Izolace	U W/(m ² ·K)	q W/m ²	θ _{si}	Snížení toku
0 mm	1,365	41,0	14,7 °C	—
40 mm	0,533	16,0	17,9 °C	61 %
80 mm	0,331	9,9	18,7 °C	76 %
120 mm	0,240	7,2	19,1 °C	82 %
160 mm	0,189	5,7	19,3 °C	86 %
200 mm	0,155	4,7	19,4 °C	89 %

Tab. 2 Vlastní výpočet pro $\lambda_{iz} = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Snížení toku je relativní změna prostupu tepla touto stěnou při stejné teplotní diferenci; není to úspora vytápění celé budovy.

Při 160 mm vychází $R_T \approx 5,304 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$, $U \approx 0,189 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ a $\theta_{si} \approx 19,3 \text{ }^\circ\text{C}$. Tepelný tok se proti nezateplené ploše sníží asi o 86 %. Ustálený výkon přes 100 m^2 této modelové stěny klesne z přibližně 4,10 na 0,57 kW. Roční úspora závisí na počasí, větrání, ostatních konstrukcích a účinnosti vytápění.

Rozsah výsledku: Dobrá hodnota U rovné plochy neprokazuje dostatečnou teplotu kouta, ostění, soklu ani věnce. Pro detail je třeba zjistit nejnižší povrchovou teplotu a podle potřeby provést dvourozměrný či trojrozměrný výpočet. [8]

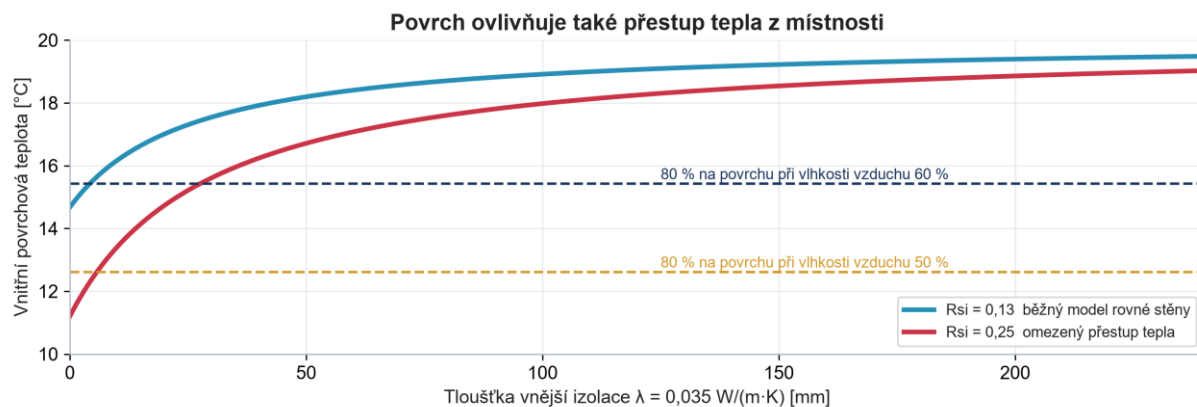
Jak se projeví tloušťka a hodnota lambda



Obr. 4 Vlastní výpočet stejné stěny pro λ 0,031 / 0,035 / 0,039 W/(m·K). Vlevo U , vpravo θ_{si} . Přerušovaná čára je orientační 80% povrchová vlhkost při 20 °C / 60 %; není to univerzální normový limit.

Největší relativní změna přichází s prvními centimetry izolace, další tloušťka ale stále snižuje tepelné ztráty. Při 160 mm vychází U přibližně 0,170 / 0,189 / 0,207 W/(m²·K) pro uvedené hodnoty λ . Stejný odpor jako 160 mm izolace s $\lambda = 0,035$ poskytne přibližně 142 mm při $\lambda = 0,031$ nebo 178 mm při $\lambda = 0,039$.

Graf neurčuje optimální tloušťku pro libovolný dům. Volba vychází také z požadavků na obálku budovy, návazností, požární bezpečnosti, ceny a prostorových možností. U skutečně vlhkého zdiva je nejprve nutné vyřešit zdroj vody a ověřit podmínky vysychání.

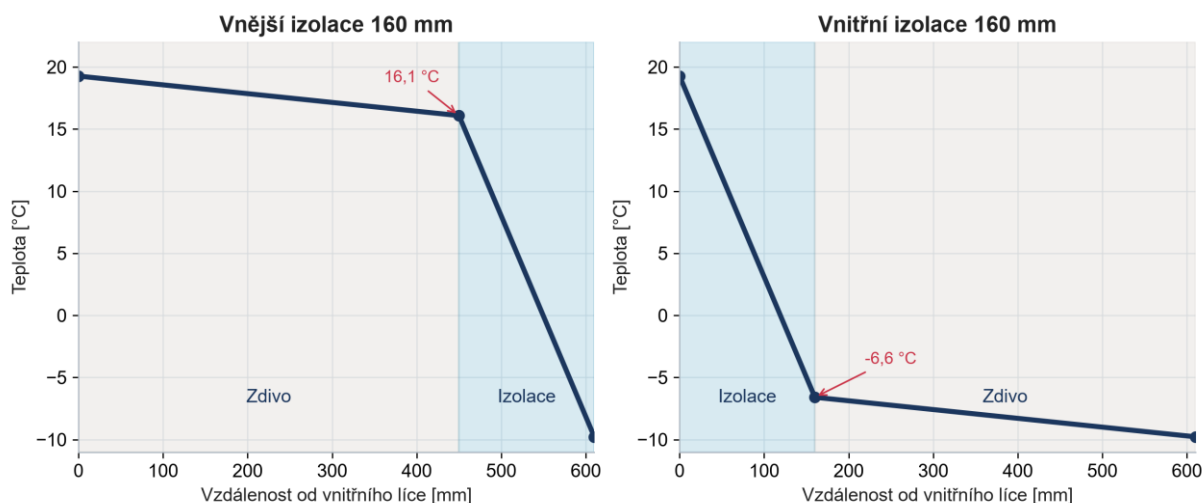


Obr. 5 Citlivost modelu na vnitřní odpor při přestupu tepla. $R_{si} = 0,25$ představuje model omezeného přestupu; není přesným výpočtem nábytku ani náhradou normových okrajových podmínek pro konkrétní detail.

Při slabším ohřívání stěny zevnitř může povrch zůstat chladnější, i když je tepelný tok menší. Nezateplená plocha zde klesne z 14,7 na 11,2 °C. Proto může porost vznikat za skříní, zatímco volná stěna ve stejné místnosti zůstává bez viditelné vady. Odstup nábytku a proudění pomáhají, avšak rozměr mezery není univerzální zárukou bezpečnosti.

4 Vnější a vnitřní izolace mění teploty různě

Při vnějším zateplení zůstává původní zdivo převážně v teplejší části skladby. Při vnitřním zateplení se od místnosti tepelně oddělí a výrazně ochladí. Následující srovnání má stejné vrstvy a stejné tepelné odpory; liší se pouze jejich pořadím.



Obr. 6 Vlastní ustálený 1D výpočet pro zdivo 450 mm / $\lambda = 0,80$ a izolaci 160 mm / $\lambda = 0,035$ W/(m·K), 20 °C uvnitř a -10 °C venku, $R_{si} = 0,13$ a $R_{se} = 0,04$ m²·K/W. Křivky zachycují teplotu, nikoli množství kondenzátu.

U vnější izolace je rozhraní zdivo–izolace přibližně 16,1 °C; u vnitřní izolace asi -6,6 °C. Vnitřní líc má v obou ideálních skladbách přibližně 19,3 °C. Teplý viditelný povrch u vnitřního zateplení tedy ještě neprokazuje bezpečnost chladného rozhraní ani navazujících stropů a příček.

5 Proč nestačí do grafu vložit rosný bod místnosti

Vodní pára při difuzi konstrukcí nemá všude stejný parciální tlak jako v místnosti. Místní tlak závisí na difuzních odporech vrstev; nasycený tlak zase na místní teplotě. **Kondenzace se posuzuje porovnáním těchto dvou tlaků**, ne pouze průřezem teplotního profilu s rosným bodem vnitřního vzduchu. Důležitá je i bilance kondenzace a vysychání a citlivost materiálů. [3]

Zjednodušený výpočet podle ČSN EN ISO 13788 nezahrnuje například kapilární přenos vody, sorpci a proudění vlhkého vzduchu netěsnostmi. Pro rizikové skladby, zejména vnitřní izolaci historického nebo vlhkého zdiva, je vhodná podrobnější nestacionární tepelně vlhkostní simulace podle ČSN EN 15026. Ta pracuje s časem, klimatem a materiálovými vlastnostmi. [3, 9]

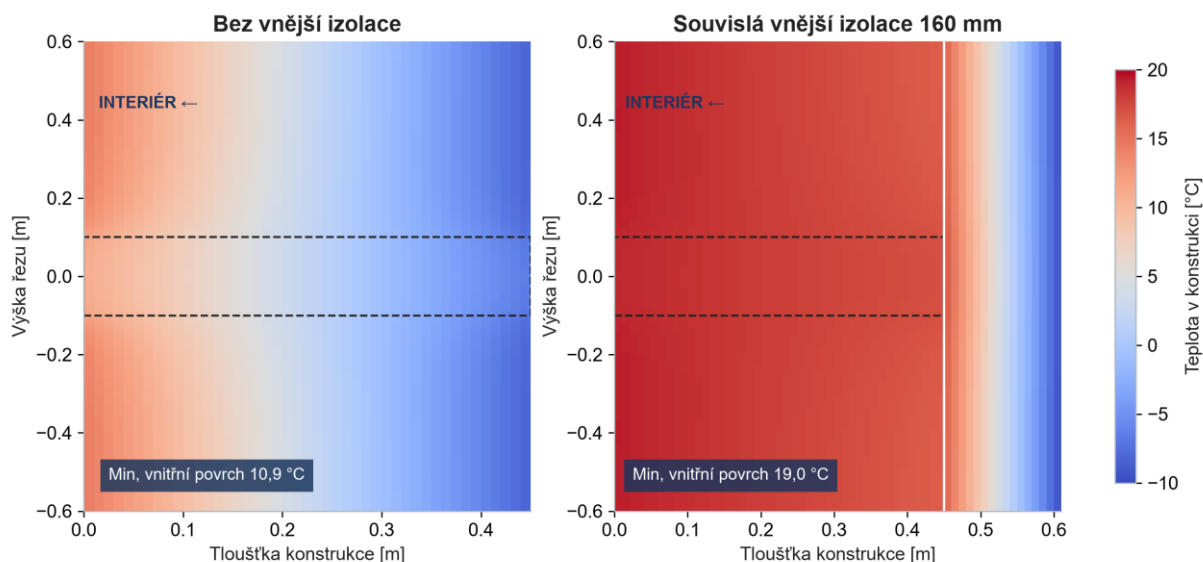
Vnitřní izolace potřebuje samostatný návrh. Univerzální doporučení „přidejte parozábranu“ neplatí pro všechny konstrukce.

Obrácený difuzní tok v letním období: V létě sluneční záření prohřívá vnější líc fasády a žene vlhkost ze zdiva směrem do interiéru. Pokud je zevnitř aplikována neprodyšná parozábrana, vlhkost kondenzuje přímo pod ní.

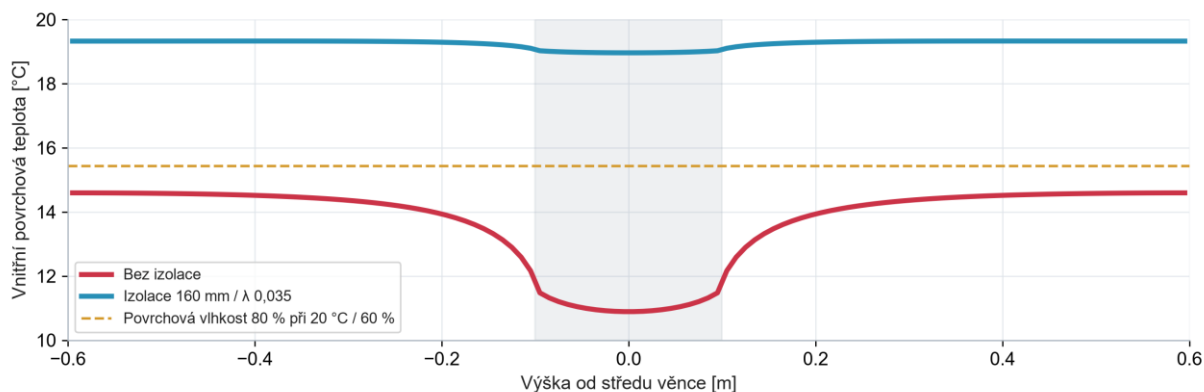
Zhlaví dřevěných trámů: Při vnitřním zateplení zůstává obvodová stěna trvale chladná, což vede k posunu rosného bodu přímo do kapes se zhlavími dřevěných stropních trámů, kde dochází k jejich skryté biotické degradaci dřevokaznými houbami.

6 Dvourozměrný model ukazuje lokální minimum

Modelový svislý řez má výšku 1,20 m. Ve stěně tloušťky 450 mm / $\lambda = 0,80 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ je ve středu železobetonový pás výšky 200 mm / $\lambda = 2,30 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Porovnáváme nezateplený stav a souvislou vnější izolaci 160 mm / $\lambda = 0,035$. Teploty vzduchu jsou 20 a $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$; přestupové odpory 0,13 a $0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$. Horní a dolní okraj řezu jsou adiabatické.



Obr. 7 Vlastní ilustrativní výpočet vedení tepla metodou konečných objemů. Přerušovaně je ohraničen věnec; obě mapy mají stejnou stupnici. Minimum se vztahuje k vnitřnímu povrchu, nikoli k nejméně chladnější buňce mapy.

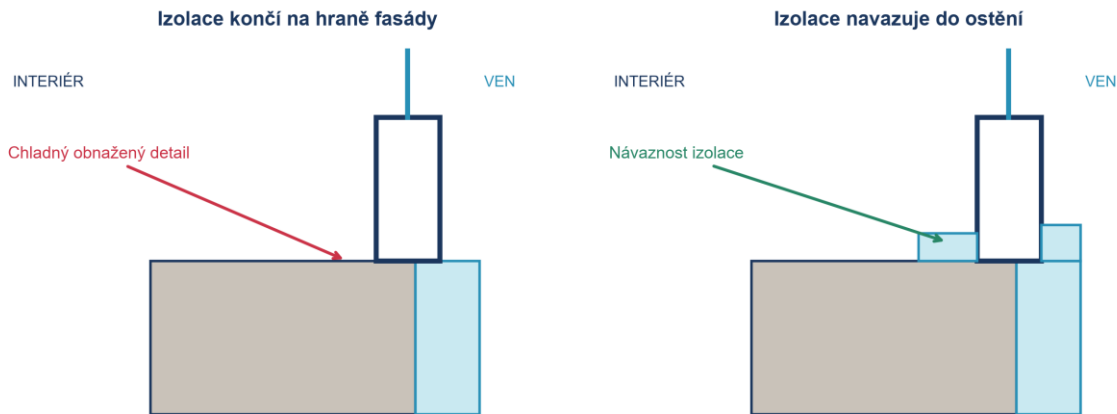


Obr. 8 Vnitřní povrchová teplota po výšce řezu. Šedý pruh označuje věnec. Souvislá izolace zvyšuje minimum z přibližně 10,9 na 19,0 $^{\circ}\text{C}$. Hranice 80 % je orientační pro zvolené vnitřní klima.

Při 20 $^{\circ}\text{C}$ / 60 % je rosný bod 12,0 $^{\circ}\text{C}$: nezateplený věnec se v modelu dostává pod něj, zatímco rovná zděná plocha má 14,7 $^{\circ}\text{C}$. Výsledek potvrzuje význam lokálního detailu. Sít 10 mm byla ověřena zjemněním na 5 mm; změna minima je menší než 0,01 $^{\circ}\text{C}$. Kontrola homogenní stěny odpovídá 1D řešení a tepelná bilance je uzavřená. Jde o vysvětlující model, nikoli o ověřený návrhový software nebo posudek dle ČSN EN ISO 10211. [8]

7 Spojitá izolace a promyšlené návaznosti

Návrh musí sledovat souvislost izolační obálky v půdorysu i řezu. Plošné zateplení nemá končit bez návaznosti na sokl, střechu nebo okenní rám. Současně musí zůstat funkční odvod vody, mechanické kotvení a vzduchotěsné vrstvy. Konstrukční změny v nosných prvcích se řeší s projektantem a statikem.



Obr. 9 Princip návaznosti izolace u okna. Vlastní schéma bez měřítka; skutečnou polohu rámu, tloušťku ostění, kotvení a utěsnění určuje projekt a použitý systém.

Detail	Co bývá rizikové	Princip řešení
Okno a ostění	Izolace končí na hraně fasády; netěsná připojovací spára.	Návaznost izolace na rám, vhodné osazení, těsnění a odvod vody.
Věnc a překlad	Železobeton tvoří vodivou cestu k exteriéru.	Souvislá vnější izolace; ověřit lokální minimum teploty.
Balkon	Nosná deska prochází obálkou.	Návrh prvku pro omezení tepelného mostu nebo samostatné nosné konstrukce.
Sokl a základ	Přerušená izolace, kontakt s vodou, nevhodná výška ukončení.	Návaznost na podlahu a základ; izolant a hydroizolace pro dané zatížení.
Střecha a podkroví	Mezery v izolaci; netěsná vzduchotěsná vrstva.	Spojitá izolace a utěsnění prostupů, kontrola vlhkostní bilance.

Lokální tenký izolační nátěr nelze bez doložených tepelných vlastností pokládat za ekvivalent běžného zateplení. U tloušťky 1 mm a $\lambda = 0,10 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ činí odpor pouze $0,01 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$; 160 mm modelové izolace má odpor $4,57 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$. Porovnává se tepelný odpor, nikoli obchodní název výrobku.

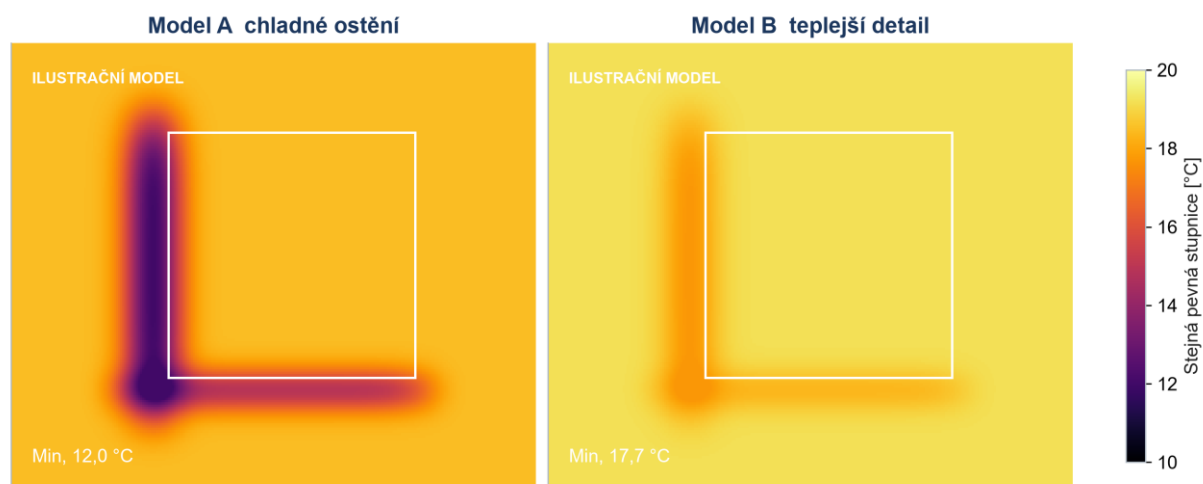
Bezpečná náprava: Nejdříve určit příčinu, potom navrhnout celek a ověřit detaily. Oprava viditelného místa má být součástí řešení, které nevyvolá nové chladné nebo vlhkostně rizikové rozhraní.

C Termovize a posouzení tepelných mostů

1 Co termokamera skutečně zjišťuje

Termokamera zaznamenává infračervené záření přicházející od povrchu a z něj odvozuje zdánlivou povrchovou teplotu. Výsledek ovlivňuje emisivita, odražené záření okolí, vzdálenost a podmínky mezi povrchem a kamerou. Neposkytuje přímý obraz vrstev uvnitř stěny. [10, 11]

Za vhodných zimních podmínek se tepelný most zevnitř obvykle jeví chladnější a zvenku teplejší než okolí. Podobnou anomálii ale může způsobit proudění netěsností, vlhkost, sluneční ohřev nebo odraz. Termogram proto tvoří část diagnostiky spolu s fotografií, měřením klimatu a znalostí konstrukce. [6, 10]



Obr. 10 Dvě uměle vytvořené teplotní mapy ostění se stejnou stupnicí 10–20 °C. Nejde o skutečné termogramy ani důkaz účinku konkrétní opravy. Srovnání vysvětluje význam číselné stupnice; kresba okna pouze orientuje čtenáře.

2 Barevný obraz není automaticky závada

Při automatickém rozsahu může malý rozdíl 1 °C vypadat stejně výrazně jako rozdíl 8 °C na jiném snímku. Proto se porovnávají skutečné hodnoty a pokud možno jednotná stupnice. Lesklý kov nebo sklo může odrážet okolí; chladná skvrna tak může zachycovat odraz, nikoli studenou konstrukci. Podezřelé místo je vhodné prověřit z jiného úhlu nebo kontaktním čidlem. [11]

Z jednoho termogramu nelze spolehlivě určit součinitel U , λ ani množství vlhkosti ve zdi. Kvantitativní určení prostupu tepla vyžaduje vhodnou měřicí metodu a podmínky. Vlhkoměr může diagnostiku doplnit, jeho orientační odečet však ovlivňuje materiál a obsah solí; podle potřeby se ověřuje vzorkem a laboratorní metodou.

Rychlost větru: Při venkovní termovizi je nutné zmínit mezní rychlost větru (dle normy obvykle $v < 5$ m/s, ideálně pod 2 m/s). Vyšší rychlost větru strhává mezní vrstvu vzduchu na fasádě, zvyšuje součinitel přestupu tepla konvekcí a zcela maže teplotní anomálie na vnějším povrchu.

Solární paměť konstrukce: U masivních staveb (cihla, beton) přetrvává vliv oslunění na vnějším plášti 8 až 12 hodin po západu slunce. Měření na osluněných fasádách je proto nutné provádět výhradně nad ránem před východem slunce.

Doporučuje se teplotní spád $\Delta T \approx 10$ až 15 K a absence oslunění.

3 Podmínky pro použitelný výsledek

Pro běžné hledání tepelných úniků se volí období s dostatečným rozdílem vnitřní a venkovní teploty; jako praktický orientační cíl lze použít zhruba **10–15 K**. Potřebná diference a doba ustálení závisí na metodě, materiálu a hmotnosti konstrukce. Nejde o univerzální mez platnosti všech termovizních vyšetření. [6, 10]

Měření má proběhnout po stabilním vytápění, bez přímého oslunění a s vědomím tepelné paměti konstrukce. Déšť, silný vítr nebo rychlé změny počasí mohou závěr zkreslit. Odsunutí nábytku těsně před snímkováním mění podmínky přestupu; je proto nutné zaznamenat původní stav i čas změny.

Pro průzkum netěsností může pomoci řízený tlakový rozdíl při zkoušce průvzdušnosti. Způsob měření se přizpůsobí cíli: hledání tepelných vazeb, proudění vzduchu nebo vlhkostních anomálií vyžaduje odlišnou interpretaci. Obecný rámec termografické služby poskytuje ČSN EN ISO 6781-1. [10]

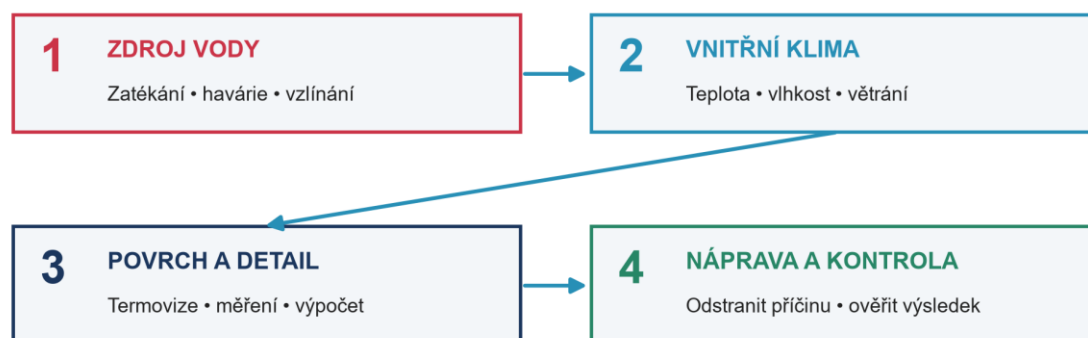
4 Co má obsahovat protokol

Zaznamená se identifikace místa a konstrukce, datum a čas, venkovní i vnitřní teplota, relativní vlhkost, počasí a režim vytápění. K termogramu patří běžná fotografie, rozsah stupnice, vyznačené body nebo oblasti, emisivita, odražená zdánlivá teplota a údaje o přístroji. Závěr má odlišit pozorování, pravděpodobnou příčinu a navržené ověření.

5 Spojení teploty s vlhkostním rizikem

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Teplotní faktor f_{Rsi} vyjadřuje, jak blízko je vnitřní povrch teplotě místnosti. Pro $\theta_{si} = 14\text{ °C}$, $\theta_i = 20\text{ °C}$ a $\theta_e = -10\text{ °C}$ vychází 0,80. Požadovaná hodnota závisí na posuzovaných podmínkách a metodice. Nelze bez dalšího převzít jedinou univerzální hodnotu ani přímo zaměnit okamžitý faktor z měření za návrhový výpočet detailu. [3, 8]



Obr. 11 Doporučená návaznost stavební diagnostiky. Vlastní schéma. Jednotlivé zdroje vody mohou působit současně; termovize nenahrazuje jejich ověření.

D Vznik plísní v budovách

1 Voda substrát a čas

Plísně jsou mikroskopické vláknité houby. Spory se běžně vyskytují v prostředí; porost vzniká, když na vhodném podkladu získají dostatek využitelné vody a vhodné podmínky. Živiny mohou poskytovat papír, dřevo, prach nebo organické složky nátěrů. Povrch omítky proto nemusí být organickým materiálem, aby na něm plíseň rostla. [12, 13]

Důležitá je vodní aktivita podkladu a dlouhodobé poměry u povrchu, nikoli pouze vlhkost uprostřed místnosti. Výskyt nemusí čekat na kapky kondenzátu. Některé druhy zvládají sušší podmínky než jiné, zatímco dlouhodobé promočení podporuje další skupiny. Viditelná skvrna také nemusí odpovídat celému rozsahu napadení pod tapetou nebo uvnitř dutiny. [13]

2 Běžné rody a příklady druhů

Pro české vnitřní prostředí jsou relevantní zejména následující rody. Uvedené druhy představují příklady nálezů ve vlhkých budovách, nikoli pořadí četnosti pro celou ČR. Takové pořadí by vyžadovalo reprezentativní český průzkum. Přesné určení druhu patří laboratoři; z barvy kolonie je spolehlivě nepoznáme. [12–14]

Rod a příklady	Typická souvislost	Význam
Cladosporium např. C. herbarum	Venkovní spory; vlhké povrchy a okenní okolí.	Významné alergen; rozlišit venkovní přívod a místní růst.
Penicillium např. P. chrysogenum	Prach, organické materiály a vlhkostí poškozené vybavení.	Alergenní potenciál; některé druhy mohou tvořit mykotoxiny.
Aspergillus např. A. versicolor, A. niger	Prach a řada stavebních materiálů; různé nároky na vodu.	Druhově rozdílné vlastnosti; A. fumigatus je významný při těžké poruše imunity.
Alternaria např. A. alternata	Často venkovní a rostlinný původ, může být i uvnitř.	Významný alergen; přítomnost spor neprokazuje růst na stěně.
Mucor a Rhizopus	Silně vlhké organické podklady.	Některé druhy jsou oportunní patogeny.
Stachybotrys S. chartarum	Dlouhodobě mokré materiály s celulórou.	Může tvořit mykotoxiny; není totožná s každou černou skvrnou.

Xerofilní / xerotolerantní druhy (např. *Aspergillus versicolor*, *Penicillium chrysogenum*, *Wallemia sebi*): vyžadují nižší vodní aktivitu ($a_w \approx 0,75$ až $0,85$), a proto rostou právě v chladných koutech a za nábytkem vlivem pouhé zvýšené relativní vlhkosti bez kapalného kondenzátu.

Hydrofilní druhy (např. *Stachybotrys chartarum*, *Chaetomium*, *Trichoderma*): vyžadují trvale vysokou vodní aktivitu ($a_w > 0,90$ až $0,95$). Tento biologický fakt je zásadním důkazním argumentem pro stavební diagnostiku: nález *Stachybotrys chartarum* neindikuje pouhý tepelný most a špatné větrání, ale téměř vždy svědčí o masivní havárii vody, zatékání nebo vztlínání.

Barva není diagnóza: Viditelný porost se řeší bez ohledu na barvu.

3 Co je doloženo a koho chránit

Pobyt ve vlhkých a plísni zasažených budovách je spojen se zvýšeným výskytem dýchacích obtíží a se vznikem nebo zhoršováním astmatu. Expozice může vyvolávat alergickou rýmu, kašel, sípání a podráždění očí nebo sliznic. Citlivost jednotlivých lidí se liší; stejná budova nevyvolá stejné příznaky u všech obyvatel. [17, 18]

Alergie je reakce imunitního systému na alergený spor a dalších částí hub. **Podráždění** může souviset i s částicemi, mikrobiálními produkty a dalšími látkami ve vlhké budově. **Infekční onemocnění** představuje jiný mechanismus: invazivní mykózy nejsou obvyklým následkem domácí expozice u zdravého člověka, ale mohou být závažné u lidí s výrazně oslabenou imunitou. Vzácně se v souvislosti s expozicí popisuje hypersenzitivní pneumonitida. [12, 18]

Zvláštní pozornost potřebují děti, lidé s astmatem nebo alergií, nemocní s chronickým onemocněním plic a osoby s poruchou imunity. Obtíže s dýcháním či opakované zhoršení příznaků v konkrétní místnosti jsou důvodem k lékařskému posouzení a k omezení expozice; stavební nález sám nestanoví diagnózu. [14, 18]

4 Mykotoxiny a skutečná expozice

Některé plísně za určitých podmínek produkují **mykotoxiny**, tedy toxické sekundární metabolity. Schopnost jejich tvorby závisí na druhu, kmeni, podkladu a podmínkách růstu. Přítomnost potenciálně toxinogenní plísně neprokazuje množství vzniklého toxinu ani dávku, která se dostala do organismu. Mykotoxiny nejsou synonymem pro veškeré látky způsobující zatuchlý pach. [12, 15]

Toxikologicky se rozlišuje nebezpečnost látky a riziko při konkrétní dávce a cestě expozice. Z poznatků o požití mykotoxinů v potravinách nelze automaticky odvodit stejné následky z malé skvrny na zdi. Epidemiologické souvislosti vlhkých budov jsou podkladem k nápravě, ale příčinu každého nespecifického příznaku nelze připsat konkrétnímu toxinu. [17]

CDC upozorňuje, že u *Stachybotrys chartarum* nelze určit souvislost s konkrétními zdravotními příznaky jednoduchým testem. Ani nevalidované vyšetření mykotoxinů v moči samo neprokazuje nemoc způsobenou daným bytem; výsledek může souviset také s potravní expozicí. Vyšetření a jeho interpretaci má řídit lékař. [16, 19]

Praktický závěr: Zdravotní riziko není nutné dramatizovat, aby bylo nutné porost odstranit. Je vhodné omezit expozici, odstranit vlhkostní příčinu a zajistit, aby se plíseň nevracela. [17]

5 Postup od příčiny k obnově povrchu

Nejdříve zastavit přísun vody. Opravit netěsnosti, odstranit havarijní stav a zajistit vysychání. U kondenzace prověřit teplotu povrchu, tvorbu páry, větrání a vytápění. U promočených materiálů je důležité rychlé vysušení; doporučení 24–48 hodin je preventivní cíl po zvlhnutí, nikoli záruka, že plíseň před tímto časem nemůže růst. [20]

Potom řešit rozsah napadení. Malý povrchový porost na omyvatelném podkladu se řeší šetrným čištěním a vysušením; případný fungicidní přípravek se použije podle schváleného návodu a se zohledněním podkladu. Silně napadené porézní materiály, například papírové obklady nebo poškozený sádkokarton, mohou vyžadovat odstranění. Pouhé přemalování nebo vybělení neprokazuje odstranění příčiny ani kontaminace. [15, 21]

Omezit šíření a expozici. Porost neobrušovat a nekartáčovat nasucho v obývaném prostoru. Zvolit ochranu očí, rukavice a vhodnou ochranu dýchání proti částicím; ta sama nechrání před chemickými výpary. Při práci s čisticími látkami zajistit potřebné větrání. Chlorové prostředky nemíchat s kyselinami ani s jinými čističi. Děti a zvláště citlivé osoby nemají být u čištění přítomny. [14, 21, 22]

Rozsáhlé nebo skryté napadení řešit odborně. Důvodem je opakovaný návrat porostu, hluboké poškození, dutiny, zasažené vzduchotechnické zařízení nebo voda kontaminovaná odpadními látkami. Rozsah sanace a ochranná opatření se určují podle konkrétní situace; nelze je bezpečně odvozovat jen z fotografie.

6 Jak poznat že opatření funguje

Po opravě musí být odstraněn zdroj vody, materiály vhodně vysušeny a zasažené plochy vyčištěny nebo obnoveny. Nesmí přetrvávat zatuchlý zápach ani nový porost. Zaznamenávají se teplota a vlhkost během běžného užívání; chladná místa je vhodné ověřit i v následujícím zimním období. Kontrola má doložit účinek konkrétních opatření. [15]

Laboratorní odběr je účelný, když zodpovídá konkrétní otázku: rozsah skrytého napadení, druhová identifikace, sporné prostředí nebo kontrola odborné sanace. Jednorázový negativní vzorek vzduchu nevylučuje problém. Petriho miska ponechaná v místnosti neposkytuje spolehlivou kvantifikaci expozice. Viditelná plíseň je důvodem k nápravě bez čekání na rutinní druhové určení. [12, 15]

Prevence v provozu: Sledovat vlhkost, odvádět páru u zdroje, vytápět přiměřeně a větrat podle podmínek. Jako praktické zimní rozmezí lze obvykle cílit zhruba 40–55 % při běžné pokojové teplotě; chladné detaily však mohou vyžadovat nižší vlhkost nebo stavební opravu. Samotné číslo na vlhkoměru nezaručuje bezpečný povrch. [20]

1 Požadavky na stavbu a vnitřní prostředí

Vyhláška č. **146/2024 Sb.**, v aktuálním znění od 1. 7. 2026 po novele č. 97/2026 Sb., upravuje v § 22 tepelnou ochranu, nejnižší vnitřní povrchovou teplotu s uvedenou výjimkou pro výplně vnějších otvorů, průvzdušnost a ochranu proti vodě a negativnímu šíření vlhkosti. U konkrétní stavby je třeba zohlednit použitelné místní předpisy a přechodný režim. [23]

Aktuální požadavkovou normou je **ČSN 73 0540-2 z roku 2025**, vydaná 1. 8. 2025 a účinná od 1. 9. 2025; nahradila vydání z roku 2011. Technické normy se uplatňují v návaznosti na předpis, určení normy a smluvní či projektové požadavky. Staré internetové tabulky nelze bez ověření vydávat za aktuální požadavky. [24]

Dokument	Použití pro tuto problematiku
ČSN 73 0540-2	Požadavky tepelné ochrany; použít aktuální znění pro konkrétní konstrukci.
ČSN EN ISO 6946	Tepelný odpor a U stavebních prvků v rozsahu této metody.
ČSN EN ISO 10211	2D a 3D výpočet mostů, toků a povrchových teplot.
ČSN EN ISO 13788	Zjednodušené posouzení kritické povrchové vlhkosti a difuzní kondenzace.
ČSN EN 15026	Nestacionární numerické posouzení přenosu tepla a vlhkosti.
ČSN EN ISO 6781-1	Postupy termografické diagnostiky budov a vykazování výsledků.

Článek neuvádí univerzální nejmenší tloušťku izolace ani univerzální přípustné množství kondenzátu. Požadavky a okrajové podmínky se přebírají z platných dokumentů pro příslušnou konstrukci. Modelové 80% kritérium, teploty a λ uvedené v grafech slouží vysvětlení, nikoli prohlášení o normové shodě. [3, 7–10, 24]

2 Hygienický limit nelze automaticky přenést na byt

Vyhláška č. **43/2025 Sb.** upravuje vybrané pobytové místnosti některých staveb. Pro jejich prostředí stanoví mimo jiné limit plísní 500 KTJ/m³ vzduchu za stanovených podmínek vyšetření. Není to obecný zákonný limit pro každý běžný byt ani hranice, pod níž je viditelná plíseň bezpečná. KTJ zachycují kultivovatelné mikroorganismy, nikoli veškeré spory, fragmenty a toxiny. [12, 25]

Soulad v praxi: Vyhovující posouzení se opírá o platné požadavky, správné návrhové podmínky, provedení detailů a doložený výsledek. Ilustrativní graf nebo jeden termogram tento soubor podkladů nenahradí.

Praktický příklad a závěrečné doporučení

Místnost má 20 °C a vlhkost 60 %

V koutě za skříní se naměří povrch 14 °C a opakovaně se tvoří plíseň. Jednoduchý výpočet dává rosný bod 12,0 °C. Argument „zeď je nad rosným bodem, takže plíseň není možná“ je chybný: u povrchu vychází vlhkost přibližně 88 %. Vysoká vlhkost může stačit k růstu, i když zeď není viditelně mokrá.

Snížení vlhkosti místnosti na **50 %** při stejné teplotě a stejném povrchu 14 °C sníží vypočtenou povrchovou vlhkost přibližně na **73 %**. Alternativně zvýšení povrchu na **16 °C** při původních 60 % sníží místní vlhkost asi na **77 %**. Obě změny ukazují význam provozu i stavebního řešení. Výsledek je orientační; neprokazuje okamžité zastavení již vzniklého porostu.

Krok	Jaký podklad má přinést
1 Prověřit vodu	Kontrola střechy, parapetu, potrubí a kontaktu konstrukce se zeminou.
2 Zaznamenat klima	Časový průběh teploty a vlhkosti při běžném užívání místnosti.
3 Ověřit povrch	Vhodně provedená termovize nebo kontaktní měření včetně podmínek.
4 Posoudit detail	Skladba, geometrie a návrhový výpočet při zjištěném stavebním riziku.
5 Provést nápravu	Odvod páry a vhodné vytápění, oprava detailu či přísunu vody, sanace porostu.
6 Zkontrolovat účinek	Opakované měření a prohlídka po opravě a během chladného období.

Co si odnést pro návrh a správu budovy

Rosný bod je vlastnost vlhkého vzduchu. Chladný povrch k němu může dospět, ale plísně mohou mít vhodné podmínky už při nižší než 100% povrchové vlhkosti. Proto je potřebné sledovat teplotu i vlhkost současně.

Zateplení je účinné, když funguje celek. Souvislá vnější izolace obvykle zvyšuje teplotu původního zdiva a vnitřního povrchu. O výsledku u rizikového místa rozhodují návaznosti. Vnitřní izolace vyžaduje zvláštní vlhkostní návrh.

Termovize pomáhá najít a popsat anomálie. Příčinu a závažnost prokazuje její spojení s dalšími údaji. O plísní a zdraví se rozhoduje podle skutečné expozice a zdravotního stavu, nikoli podle dramatickosti snímku.

Trvalé řešení: Zastavit vodu, omezit nadbytečnou páru, zajistit dostatečně teplý povrch, odstranit napadení a ověřit výsledek. Bez odstranění příčiny se porost může vrátit i po kvalitním čištění.

Zdroje a odborné podklady

Odkazy v textu označují podklady pro konkrétní tvrzení. Webové zdroje a veřejné katalogy byly ověřeny 11. 10. 2026. Citované normy se pro projektové posouzení používají v platném znění včetně změn; veřejný katalog potvrzuje jejich identitu a rozsah, nenahrazuje úplný text.

[1] Sika CZ Tabulka pro stanovení rosného bodu. Tabulka a podmínky aplikace povlakových systémů. [\[ZDROJ\]](#)

[2] National Weather Service Vapor Pressure. Vztah pro tlak nasycené páry a relativní vlhkost; základ vlastních výpočtů. [\[ZDROJ\]](#)

[3] ISO 13788 2012 Hygrothermal performance. Veřejný rozsah metod pro povrchovou vlhkost a difuzní kondenzaci. [\[ZDROJ\]](#)

[4] ESTAV Co je tepelný most kde a jak vzniká. Vysvětlení pojmů a principů. [\[ZDROJ\]](#)

[5] ESTAV Tepelný most Základní fyzikální veličiny. Tepelná vodivost, odpor a prostup tepla. [\[ZDROJ\]](#)

[6] ESTAV Kde se vyskytují tepelné mosty na domě a na co dát pozor na snímku z termokamery. Typické detaily a interpretace termografie. [\[ZDROJ\]](#)

[7] ISO 6946 2017 Thermal resistance and thermal transmittance. Výpočet U; veřejný katalog, opravená verze 2021. [\[ZDROJ\]](#)

[8] ISO 10211 2017 Thermal bridges in building construction. Rozsah 2D a 3D posouzení toků a povrchových teplot. [\[ZDROJ\]](#)

[9] EVS EN 15026 2023. Veřejný popis evropské metody nestacionární simulace přenosu vlhkosti. [\[ZDROJ\]](#)

[10] ISO 6781 1 2023 Performance of buildings. Obecné postupy termografické diagnostiky budov. [\[ZDROJ\]](#)

[11] FLIR Measuring temperatures. Vliv emisivity, odražené teploty a měřicích parametrů. [\[ZDROJ\]](#)

[12] Státní zdravotní ústav Problematika plísní stanovisko SZÚ. Příčiny, zdravotní význam a české hygienické souvislosti. [\[ZDROJ\]](#)

[13] Damp Buildings Associated Fungi and How to Find Them. Odborný přehled hub ve vlhkých budovách a nároků na vodní aktivitu. [\[ZDROJ\]](#)

[14] CDC Mold. Běžné rody, rizikové osoby a zásady prevence. [\[ZDROJ\]](#)

Zdroje a metodika vlastních obrázků

- [15] CDC NIOSH Mold Testing and Remediation. Aktualizace 25. 2. 2025; interpretace barev, vzorkování a kontrola nápravy. [\[ZDROJ\]](#)
- [16] CDC Facts About Stachybotrys chartarum. Omezení závěrů z výskytu tohoto druhu. [\[ZDROJ\]](#)
- [17] WHO Guidelines for indoor air quality dampness and mould. 2009; evidence o zdravotních souvislostech a prevence vlhkosti. [\[ZDROJ\]](#)
- [18] CDC NIOSH Health Problems. Dýchací, alergické a další zdravotní souvislosti vlhkých budov. [\[ZDROJ\]](#)
- [19] CDC Use of Unvalidated Urine Mycotoxin Tests. MMWR 2015; limity klinické interpretace testů. [\[ZDROJ\]](#)
- [20] US EPA What are ten things I need to know about mold. Odstranění vlhkosti, prevence a vysušení po zvlhnutí. [\[ZDROJ\]](#)
- [21] US EPA A Brief Guide to Mold Moisture and Your Home. Čištění, porézní materiály a ochrana při práci. [\[ZDROJ\]](#)
- [22] US EPA Homeowners and Renters Guide to Mold Cleanup after Disasters. Ochranné prostředky a bezpečná sanace. [\[ZDROJ\]](#)
- [23] e Sbírka Vyhláška č 146 2024 Sb. Aktuální znění od 1. 7. 2026; zejména § 22. [\[ZDROJ\]](#)
- [24] Česká agentura pro standardizaci ČSN 73 0540 2. Katalog č. 520674; vydání srpen 2025, účinnost září 2025. [\[ZDROJ\]](#)
- [25] e Sbírka Vyhláška č 43 2025 Sb. Vnitřní prostředí vybraných pobytových místností; biologické ukazatele. [\[ZDROJ\]](#)

Metodika a původ grafiky

Obr. 1 je původní ilustrační diptych na zadání kondenzace a plísně u okna a odborné termovizní kontroly. Obr. 2–11 a tabulky jsou vlastní. Výpočtové grafy používají vstupy uvedené u příslušných obrázků; termogramy jsou výslovně ilustrativní.

Obr. 7 a 8 vycházejí z popsaného modelu konečných objemů. Barevnost a typografická hierarchie navazují na poskytnutý dokument rešerše stavebního zákona; jeho právní obsah nebyl použit jako podklad tohoto článku.

Další inspirační podklady poskytnuté k tématu: SP SAN, Tepelné mosty (spsan.cz/tepelne-mosty/), a AZ Zateplení, Rosný bod a kondenzace (az-zatepleni.cz/rosny-bod-a-kondenzace/). Sloužily k orientaci v tématu; výpočty a normové závěry vycházejí z výše citovaných podkladů.