

Jaroslav SOLAŘ<sup>1</sup>

## NAVRHOVÁNÍ PODLAH V RÁMCI SANACE VLHKÉHO ZDIVA

### DESIGNING OF FLOORS WITHIN REHABILITATION OF WET MASONRY

#### Abstrakt

Při sanacích vlhkého zdiva odchází často k zásahu do podlahových konstrukcí. V příspěvku je pojednáno o možnosti návrhu skladeb podlah s tepelnou izolací uloženou přímo na zemině. Dále pak je zde popsána problematika stavebně fyzikálního návrhu a posouzení podlahových vzduchových mezer, které se běžně aplikují při sanacích vlhkého zdiva zejména u historických objektů. V příspěvku je také zmíněna problematika rekonstrukcí stávajících podlahových vzduchových dutin.

#### Abstract

During rehabilitation of wet masonry, intervention into floor structures often occurs. The article deals with possibility of floor structure designing with thermal insulation laid directly on soil. The issue of building and physical design and assessment of floor air cavities that is commonly applied in rehabilitation of wet masonry mainly with historical buildings is described. In the article the issue of reconstruction of current floor air cavities is mentioned.

## 1 ÚVOD

Při sanaci vlhkého zdiva u stávajících objektů dochází často také k zásahu do podlahových konstrukcí, resp. k provádění podlah nových. Ve většině případů se jedná o podlahy situované na terénu. **Důvodem pro zásah do stávající podlahy může být:**

1. **Nutnost provedení nové hydroizolace v podlaze.**
2. **Napojení hydroizolace v podlaze na novou hydroizolaci ve stěnách; ukončení hydroizolace v podlaze v návaznosti na jiné hydroizolační opatření ve stěnách.**
3. **Nutnost dodatečného provedení protiradonového opatření v podlaze.**
4. **Nutnost dodatečného vložení tepelné izolace do podlahy.**
5. **Nutnost provedení nové nášlapné vrstvy podlahy.**

**Provedení nové hydroizolace v podlaze** je nutné zpravidla tehdy, jestliže stávající hydroizolace má již prošlou životnost a neplní svou funkci, nebo hydroizolace v podlaze nebyla provedena vůbec (což je u objektů postavených před více jak padesáti lety zcela běžné).

**Napojení hydroizolace v podlaze na novou hydroizolaci ve stěnách**, pokud byla provedena jejich sanace některou z mechanických metod (např. podřezáváním zdiva, probouráváním zdiva či HW systémem) je nutné z důvodu zajištění celistvosti hydroizolačního povlaku. Taktéž je nutno zajistit řádné spolupůsobení sanačních opatření, tedy návaznost hydroizolace v podlaze v místě jejího napojení na zdivo při sanaci chemickou injektáží, některou z elektroosmotických metod apod.

**Nutnost provedení dodatečné tepelné izolace v podlaze** může vyplynout z požadavků na hodnotu součinitele prostupu tepla  $U$ , jež jsou uvedeny v ČSN 73 0540-2 [3],

---

<sup>1</sup> Doc. Ing. Jaroslav Solař, Ph.D., Katedra pozemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební (FAST), Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 301, e-mail: jaroslav.solar@vsb.cz.

a které jsou v současné době také na podlahové konstrukce situované na terénu poměrně vysoké. Dalším důvodem může být nutnost vyřešení kondenzace vodní páry ve vodorovných koutech u podlahy (zejména u obvodových stěn).

**Nutnost dodatečného provedení protiradonového opatření v podlaze** může vyvstat zejména u nepodsklepených místností, jestliže jsou zde situovány pobytové prostory (definice – viz Vyhláška MMR č. 137/1998 Sb. [4]). a pokud v nich byla zjištěna koncentrace radonu vyšší, než je směrná hodnota objemové aktivity radonu v interiéru, která je uvedena ve Vyhlášce č. 307/2002 Sb [5] a činí  $400 \text{ Bq/m}^3$  pro stávající stavby (pro nové stavby pak  $200 \text{ Bq/m}^3$ ). Konkrétně se zde jedná o vložení protiradonové izolace, případně také vložení trub pro odvětrání podloží, nebo provedení ventilační vrstvy v konstrukci podlahy.

**Nutnost provedení nové nášlapné vrstvy podlahy** může vyvstat z důvodu jejího opotřebení, nebo z důvodu změny užívání dané místnosti.

Pokud se již do konstrukce podlahy v rámci realizace sanace vlhkého zdiva zasahuje z jakéhokoli důvodu, je třeba již v rámci zpracování projektu **navrhnout novou skladbu podlahy komplexně tak, aby kromě požadavků, které jsou uvedeny v ČSN 74 4505 [7] byly splněny také požadavky:**

1. **Na ochranu proti působení zemní vlhkosti (případně tlakové vody)** v souladu s ČSN P 73 0600 [1] a ČSN P 73 0606 [2].
2. **Na ochranu proti pronikání radonu z podloží** – viz ČSN 73 0601 [6].
3. **Z hlediska stavební tepelné techniky**, které jsou uvedeny v ČSN 73 0540-2 [3].

Dále je nutno **řádně vyřešit detail napojení hydroizolace** v podlaze na novou hydroizolaci ve stěnách; resp. ukončení hydroizolace v podlaze v návaznosti na jiné hydroizolační opatření ve stěnách.

## 2 DODATEČNÉ VLOŽENÍ TEPELNÉ IZOLACE DO PODLAHY

Pokud v rámci projekčního návrhu sanačních prací vyvstane potřeba k celoplošnému zásahu do podlahy situované na terénu (tedy v suterénu u podsklepených objektů, nebo v 1. nadzemním podlaží u nepodsklepených objektů), pak **je nutno zvážit možnost, resp. nutnost dodatečného vložení tepelné izolace do podlahy**. A to tak, aby byl splněn požadavek ČSN 73 0540-2 [3] na hodnotu součinitele prostupu tepla  $U$  (pokud to bude možné). **To z následujících důvodů:**

1. **Výrazně se sníží tepelné ztráty postupem skrze konstrukci podlahy.**
2. **Dojde ke zvýšení povrchových teplot ve vodorovném koutu v místě podlahy.**

Tepelně technické posouzení se provede vhodným výpočetním programem (např. TEPLO 2009 [8]).

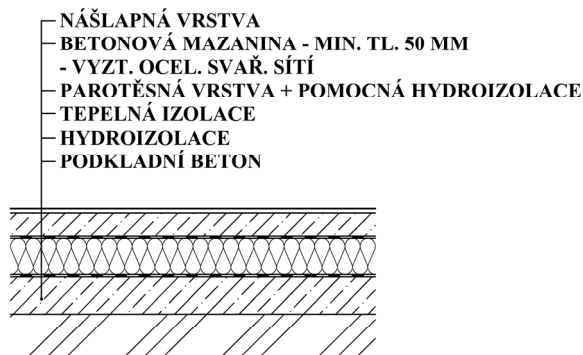
Pokud je to možné, **je vhodné položit tepelnou izolaci** ne způsobem doposud obvyklým (viz obr. 1), ale **přímo na zeminu** (viz obr. 2). **Návrh takovéto skladby podlahy má dvě zásadní přednosti:**

1. **Oproti obvyklému způsobu (viz obr. 1) je skladba s tepelnou izolací uloženou přímo na zemině (viz obr. 2) výhodná z hlediska průběhů parciálních tlaků a tedy i kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce.** To proto, že uvedená skladba respektuje oba základní stavebně fyzikální požadavky (resp. konstrukční zásady), které jsou v našich klimatických podmínkách obecně platné pro veškeré obvodové konstrukce. Jedná se o:

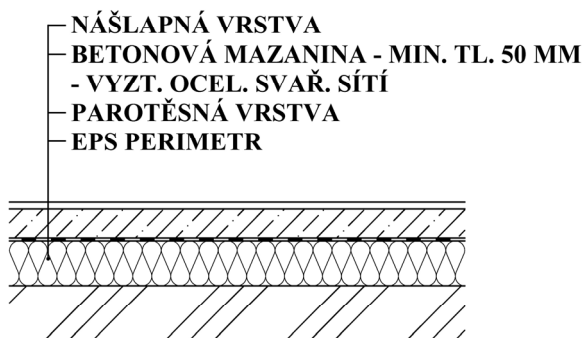
- a) **Požadavek na průběh tepelných odporů  $R$**  – tepelný odpor  $R$  obvodové konstrukce (podlahy, svislé obvodové konstrukce, střešního pláště) se musí ve směru od interiéru k exteriéru zvyšovat.
- b) **Požadavek na průběh difúzních odporů  $R_d$**  – difúzní odpor  $R_d$ , resp. ekvivalentní difúzní tloušťka  $r_d$  obvodové konstrukce (podlahy, svislé obvodové konstrukce, střešního pláště) se musí ve směru od interiéru k exteriéru snižovat.

To je dáno tím, že asfaltový pás tvořící hydroizolaci a parozábranu zároveň blíže interiéru, tedy před tepelnou izolací, což má pozitivní vliv na průběh parciálních tlaků vodní páry v konstrukci podlahy, čímž je prakticky vyloučena možnost kondenzace vodní páry v tepelné izolaci. Tepelná izolace v tomto případě musí být z pěnového polystyrénu typu Perimetr, nebo z extrudovaného polystyrénu (XPS).

## 2. Dochází zde k úspoře podkladní betonové vrstvy a jedné vrstvy hydroizolace.

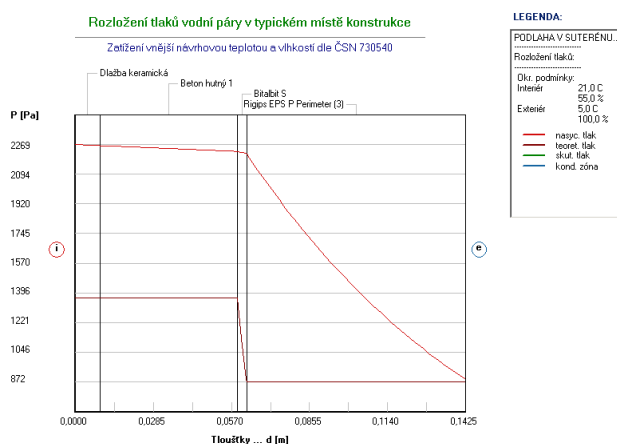


Obr.1: Princip obvyklé skladby podlah situovaných na terénu.



Obr.2: Princip skladby podlahy s tepelnou izolací uloženou přímo na zemině.

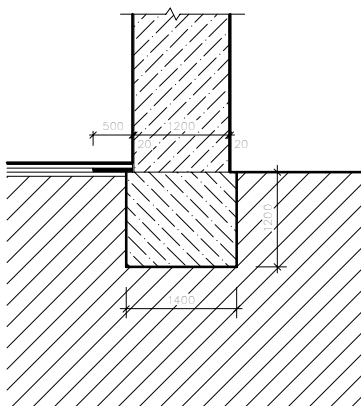
Na obr. 3 je znázorněn příklad průběhu parciálních tlaků vodní páry u podlahy s tepelnou izolací z EPS typu Perimetr o tl. 80 mm položenou přímo na zemině.



Obr.3: Průběh parciálních tlaků vodní páry u podlahy s tepelnou izolací z EPS typu Perimetr o tl. 80 mm. Výstup z programu TEPLO 2009 [8].

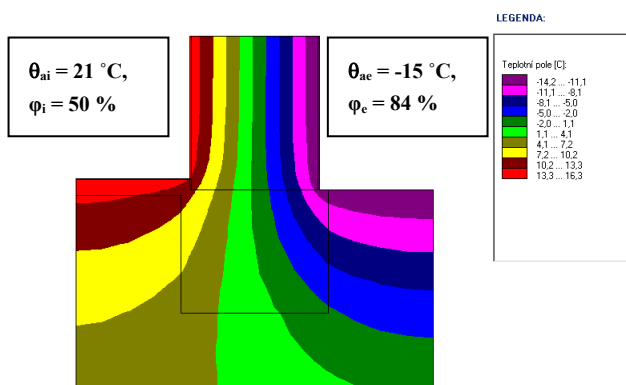
Pokud jde o snížení tepelných ztrát, toto bude nutno zejména u podlah ve vytápěných místnostech situovaných na terénu.

U nevytápěných místností může být dodatečné vložení tepelné izolace neekonomické. Zde je pak vhodné vložit tepelnou izolaci nikoliv v celé ploše podlahy, ale pouze v místě vodorovného koutu za účelem zvýšení povrchových teplot, což má vliv nejen na tepelné ztráty v místě koutu, ale také na snížení, resp. úplné vyloučení kondenzace vodní páry v daném místě. Na stěně v místě koutu je také možno provést vhodný typ tepelně izolační omítky. Návrh tepelné izolace v místě vodorovného koutu může mít velký význam zejména u objektů s vysokou tepelnou setrvačností, což jsou zděné objekty s velkými tloušťkami obvodových stěn (zejména historické budovy). Příklad řešení je znázorněn na obr. 4.

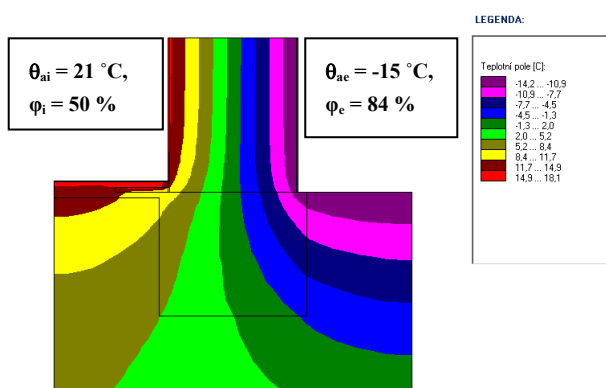


Obr.4: Schéma vodorovného dolního koutu s tepelnou izolací – EPS typu Perimetr, event. extrudovaný polystyrén (XPS) v podlaze.

Tepelně technické posouzení se provede podle ČSN 73 0540-2 [1] řešením dvourozměrného teplotního pole (např. pomocí výpočtového programu AREA 2009 [9]). Viz obr. 5 a 6.



Obr.5: Průběh teplot ve vodorovném dolním koutu bez úpravy. Výstup z programu AREA 2005 (předchozí verze AREA 2009 [9]).



Obr.6: Průběh teplot ve vodorovném dolním koutu s extrudovaným polystyrénem v podlaze (viz obr. 3). Výstup z programu AREA 2005 (předchozí verze AREA 2009 [9]).

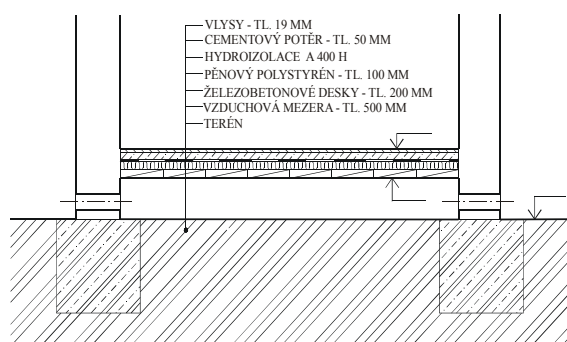
### 3 PODLAHOVÉ VZDUCHOVÉ MEZERY

V souvislosti s prováděním sanací vlhkého zdiva se v České republice běžně používá větraných vzduchových mezer pod podlahami, které jsou v kontaktu s podloží. Větrané vzduchové mezery je možno použít také jako ochranu proti radonu pronikajícímu z podloží. Z konstrukčního hlediska mohou být vzduchové mezery řešeny dvěma způsoby:

1. Zastropením pomocí vodorovné nosné konstrukce.
2. Pomocí speciálních tvarovek z plastických hmot (např. typu IGLU, IPT desky apod.).

#### 3.1 Vzduchová mezera vytvořená zastropením

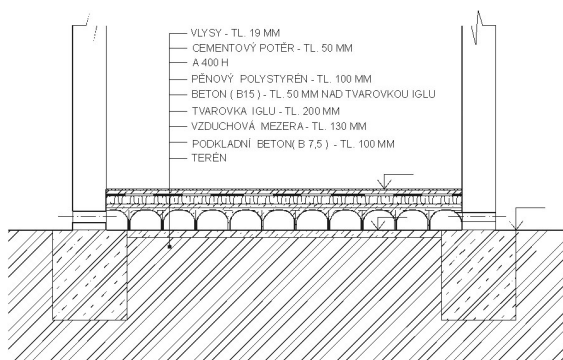
Zastropení vzduchové mezery se provede pomocí vodorovné nosné konstrukce, která může být tvořena například železobetonovými stropními deskami, dřevěnými trámy a prkny (zde však bude nutná její ochrana proti biologickým škůdcům), ocelovými profilovanými plechy, atd. Tento způsob je vhodný zejména v případě historických objektů a u objektů, které jsou na seznamu kulturních památek České republiky. Způsob zastropení musí respektovat případný památkový charakter objektu. Příklad řešení dutiny tímto způsobem je uveden na obr. 7.



Obr.7: Příklad vodorovné vzduchové mezery pod podlahou, vytvořené zastropením.

#### 3.2 Vzduchová mezera vytvořená pomocí speciálních tvarovek z plastických hmot

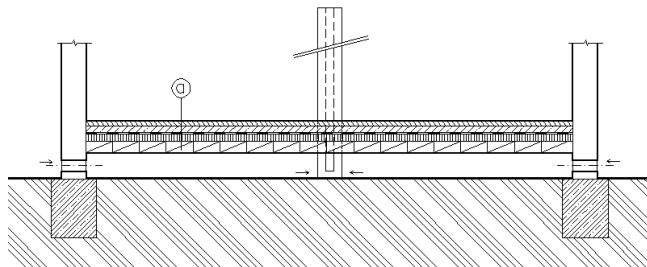
Před několika lety se na českém trhu objevily různé typy tvarovek určených pro tento účel. Způsob řešení podlahové dutiny pomocí zmíněných tvarovek spočívá v provedení podkladní betonové vrstvy, popřípadě pouze zhutněného štěrkopískového podsypu. Na podkladní vrstvu se položí tvarovky, které se pak zalijí betonovou zálivkou, na kterou se posléze provedou další vrstvy podlahy. Použití tohoto způsobu řešení vzduchové mezery u památkově chráněných objektů bude zřejmě problematické.



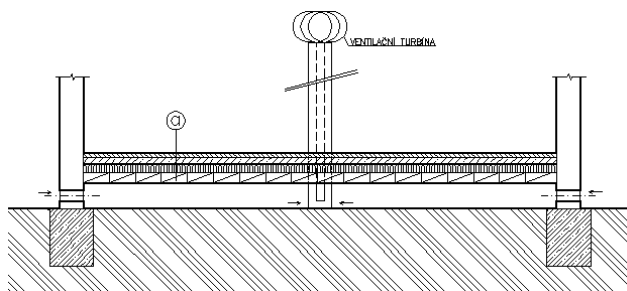
Obr.8: Příklad vodorovné vzduchové mezery pod podlahou, vytvořené pomocí tvarovek z plastických hmot.

V obou uvedených případech je vhodné, pokud se výšková úroveň okraje vlhkostní mapy ve zdivu nachází nad úrovní nášlapné vrstvy nové podlahy, nebo v úrovni její konstrukce, oddělit konstrukci nové podlahy od stěny dělicí spárou o tl. 10 mm, která se překryje podlahovou lištou.

Pokud je to možné, provedeme napojení vzduchové mezery na stávající nepoužívaný komínový průduch (viz obr. 9). Pro zlepšení funkce (zvýšení rychlosti proudění vzduchu) osadíme v místě komínové hlavy vhodný typ ventilační turbíny (viz obr. 10).



Obr.9: Příklad vodorovné vzduchové mezery pod podlahou, vytvořené zastropením s napojením na nepoužívaný komínový průduch.



Obr.10: Příklad vodorovné vzduchové mezery pod podlahou, vytvořené zastropením s napojením na nepoužívaný komínový průduch a s ventilační turbínou osazenou v místě komínové hlavy.

### 3.3 Návrh výšky vzduchové mezery

Výška vzduchové mezery závisí u obou uvedených způsobů:

- Na vzdálenosti nasávacích a výdechových otvorů.
- Na osové vzdálenosti a celkové ploše nasávacích a výdechových otvorů.

Nutnou podmínkou je zajištění proudění vzduchu tak, aby nedocházelo ke kondenzaci vodní páry uvnitř vzduchové mezery. V případě vzduchové mezery řešené pomocí tvarovek je třeba respektovat výšky ve kterých se tyto tvarovky vyrábějí. V současné době se v projekční praxi podlahové vzduchové mezery navrhuji pouze na základě empirie. Aby však byla zajištěna jejich správná funkce je třeba, aby návrh výšky vzduchové mezery a návrh plochy a polohy nasávacích a výdechových otvorů musí být doložen tepelně technickým výpočtem.

V obou uvedených případech dojde k určitému snížení světlé výšky příslušné místnosti. Pokud by toto bylo na závadu, pak bude třeba odstranit stávající podlahu v celé tloušťce (včetně podkladních vrstev) a provést prohloubení na takovou úroveň, aby byla zajištěna potřebná světlá výška. Zde však bude hrát roli také úroveň základové spáry. Mezi dolním povrchem vzduchové mezery a úrovní základové spáry musí být dodržena nezámrazná hloubka, která v našich klimatických podmínkách činí minimálně 800 mm.

### 3.4 Tepelně technické posouzení podlahových konstrukcí s větranou vzduchovou mezerou

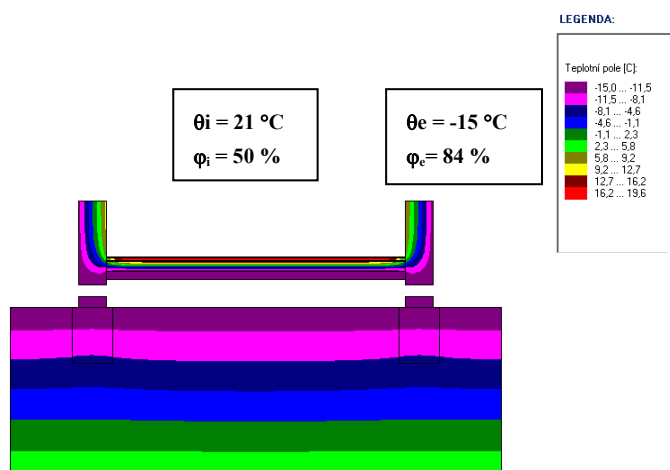
Z tepelně technického hlediska je uvedený problém částečně analogický s problematikou plochých dvouplášťových větraných střeš. Z tohoto důvodu zde není v rámci jednotlivých částí níže uvedeného tepelně technického posouzení tato problematika podrobně rozebírána, neboť je uvedena v dostupné literatuře z oblasti plochých střeš či tepelné techniky. Tepelně technické posouzení se provede podle ČSN 73 5040-2 [3].

**Tepelně technické posouzení podlahových konstrukcí s větranou vzduchovou mezerou sestává z:**

1. Posouzení hodnoty součinitele prostupu tepla  $U$  [ $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ] konstrukce podlahy nad vzduchovou mezerou.
2. Posouzení teplotního faktoru vnitřního povrchu  $f_{\text{Rsi}}$  v dolních koutech místností v rizikových detailech (venkovní stěna, vnitřní stěna sousedící s nevytápěnou místností apod.).
3. Posouzení kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce podlahy.
4. Posouzení poklesu dotykové teploty podlahy.
5. Posouzení proudění vzduchu a kondenzace vodní páry ve vzduchové mezeře.

Zmíněné tepelně technické posouzení je podrobně popsáno v [15]. Je vhodné použít výpočtových programů – např. TEPLLO 2009 [8], AREA 2009 [9] a MEZERA 2009 [12].

Pro doplnění výpočtu uvedeného v bodě 2. je vhodné ověřit také průběh teplotních polí (například pomocí výpočetního programu AREA 2009 [9]).



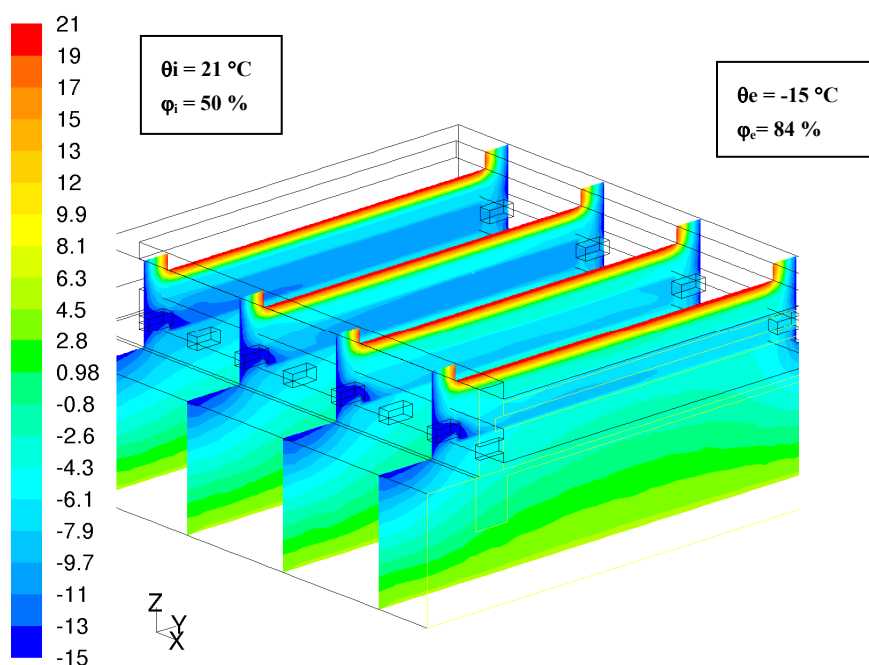
Obr.11: Průběh teplot v konstrukcích tvořících vodorovnou vzduchovou dutinu pod podlahou Výstup z programu AREA 2007 (předchozí vrze programu AREA 2009 [9]).

Pokud bude podlahová vzduchová mezera navrhována u nových objektů (např. z důvodu ochrany proti pronikání radonu z podloží), pak se příslušná riziková místa navrhnou tak, aby nevytvářela tepelné mosty a nemohlo v nich docházet ke kondenzaci vodní páry.

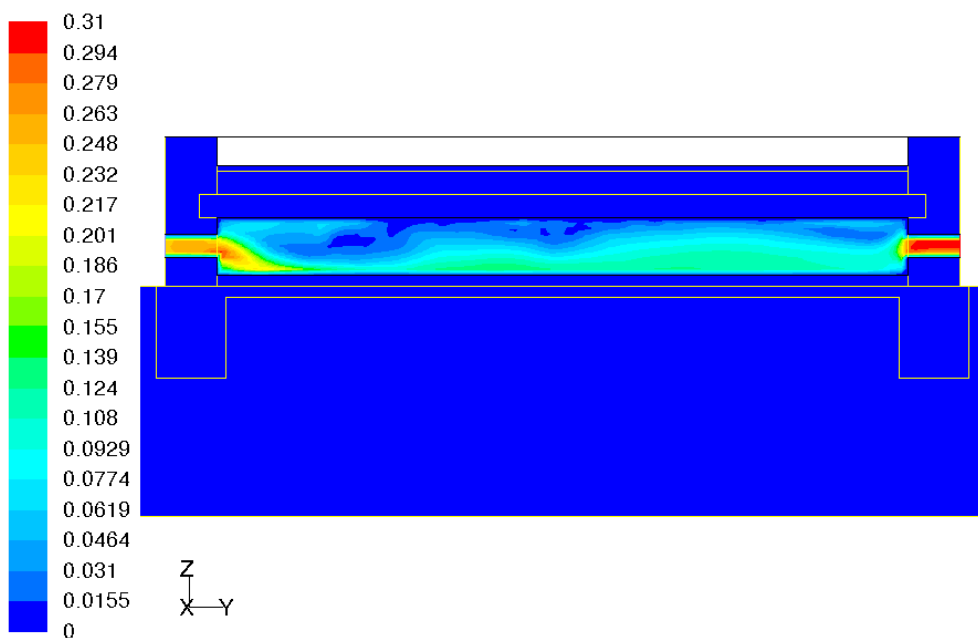
### 3.4.1. Posouzení podlahových vzduchových dutin metodou CFD (computational fluid dynamics)

Posouzení proudění vzduchu ve vzduchové mezeře (jeho rychlostí a průběhu teplot) a průběhů teplot v přilehlých konstrukcích je vhodné provést metodou CFD (např. pomocí výpočetního programu ANSYS [13]). To zejména tehdy, jestliže geometrie vzduchové mezery je taková, že posouzení například pomocí programu MEZERA 2009 [12] je již neproveditelné (složitější půdorysný tvar, překážky ve vzduchové mezeře, napojení vzduchové mezery na nepoužívaný komínový průduch – ať už bez použití ventilační turbíny, nebo s ventilační turbínou apod.).

Na obr. 12 a 13 jsou pro ilustraci znázorněny průběhy teplot a rychlostí proudění vzduchu ve vodorovné vzduchové mezeře, které byly vypočteny metodou CFD pomocí výpočtového programu ANSYS [13]. Výpočty provedl M. Kalousek. O problematice posuzování vzduchových dutin metodou CFD je podrobněji pojednáno v [11].

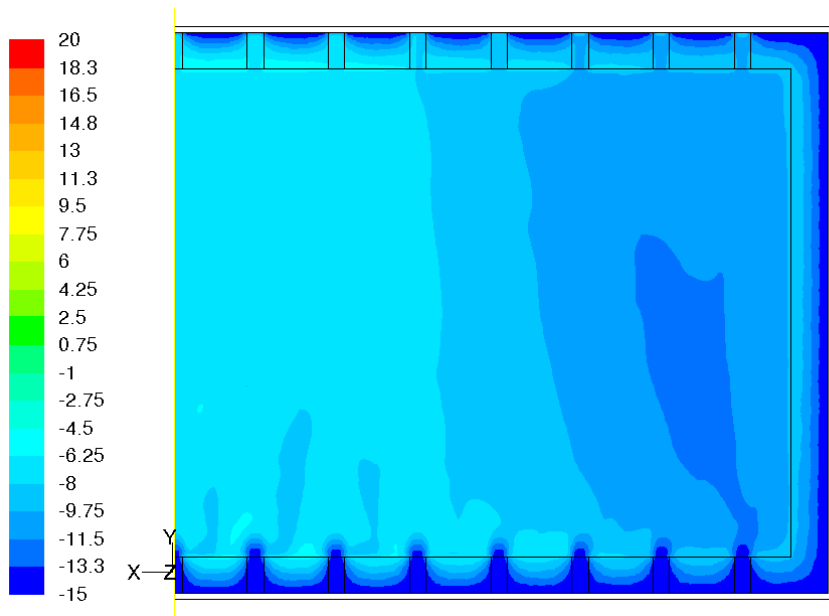


Obr.12: Pole teplot [ $^{\circ}\text{C}$ ] ve vybraných řezech ve svislé rovině mezery v místech větracích otvorů pro rychlost větru  $2,5\text{ m.s}^{-1}$ .

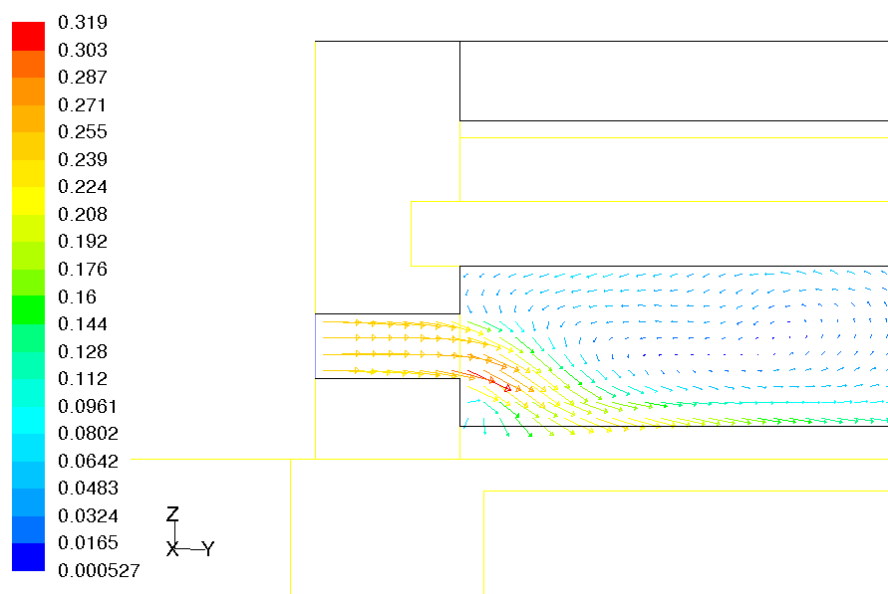


Obr.13: Pole rychlostí proudění vzduchu v řezu v ose větracích otvorů pro rychlost větru  $2,5\text{ m.s}^{-1}$ .





Obr.14: Pole teplot v půdoryse v ose mezery [°C] pro rychlost větru  $2,5 \text{ m.s}^{-1}$ .



Obr.15: Pole rychlostí proudění vzduchu v řezu v ose větracích otvorů [ $\text{m.s}^{-1}$ ].

### 3.5 Rekonstrukce podlahových dutin

Oprava nebo rekonstrukce podlahové vzduchové dutiny musí být navržena a provedena odborným způsobem. Je tedy třeba, aby návrhu opravy či rekonstrukce dutiny vždy předcházela přesná diagnóza poruchy, a to formou **odborného posudku**, který musí obsahovat:

1. **Výsledek vizuální prohlídky** – konstrukce podlahy, koutů v místech přilehlých svislých stěn, nasávacích a výdechových otvorů, atd.
2. **Měření teplot** – na povrchu podlahy a v koutech přilehlých svislých stěn, a to v návaznosti na příslušné okrajové podmínky (teplota a relativní vlhkost v interiéru a v exteriéru). Zde je vhodné využít také termovize.
3. **Výsledky měření vlhkosti zdiva přilehlých svislých stěn** – v souladu s ČSN P 73 0610 [14]. Určení příčiny jejich případné nadměrné vlhkosti.
4. **Výsledek sondy do konstrukce podlahy a dutiny** – skladba podlahy, tloušťky jednotlivých vrstev a jejich hmotnostní vlhkost. Dále pak velikost dutiny, případně překážky uvnitř dutiny, bránící proudění vzduchu. V případě průzkumu dutiny je možno využít endoskopie.
5. **Tepelně technické posouzení.**

### PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl vypracován za finančního přispění MŠMT, projekt 1M0571 v rámci činnosti výzkumného centra CIDEAS.

### LITERATURA

- [1] ČSN P 73 0600 Hydroizolace staveb – Základní ustanovení (2000)
- [2] ČSN P 73 0606 Hydroizolace staveb – Povlakové hydroizolace – Základní ustanovení (2000)
- [3] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Část 2: Požadavky (2007).
- [4] Vyhláška MMR č. 137/1998 Sb. o obecných požadavcích na výstavbu.
- [5] Vyhláška č. 307/2002 Sb. Státního úřadu pro jadernou bezpečnost ze dne 13. června 2002 o radiační ochraně.
- [6] ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti pronikání radonu z podloží (2006).
- [7] ČSN 74 4505 Podlahy. Společná ustanovení (2008).
- [8] SVOBODA, Z. *TEPLO 2009. Výpočtový program pro PC.*
- [9] SVOBODA, Z. *AREA 2009. Výpočtový program pro PC.*
- [10] WTA 2-2-04/D Sanační a omítkové systémy.
- [11] SOLAŘ, J., KALOUSEK, M. *Posouzení proudění vzduchu v podlahové vzduchové dutině metodou CFD.* Tepelná ochrana budov č. 2/2008, str. 3 – 9. ISSN 1213-0907.
- [12] SVOBODA, Z. *MEZERA 2009. Výpočtový program pro PC.*
- [13] *ANSYS – FLUENT. Výpočtový program pro PC.*
- [14] ČSN P 73 0610 Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – základní ustanovení (2000)
- [15] BALÍK, M. a kol: Odvlhčování staveb. Grada Publishing, a. s., 2008. ISBN 978-80-247-2693-9.

### Oponentní posudek vypracoval:

Doc. Dr. Ing. Zbyněk Svoboda, ČVUT Praha, Fakulta stavební.