



DEK

TIME

SPECIÁL 01 | 2007

ČASOPIS SPOLEČNOSTI DEK PRO PROJEKTANTY A ARCHITEKTY
ČASOPIS SPOLEČNOSTI DEK PRE PROJEKTANTOV A ARCHITEKTOV

NAVRHOVÁNÍ STŘECH **BAZÉNOVÝCH HAL**

VYBRANÉ ZMĚNY V NORMÁCH NA
**DENNÍ OSVĚTLENÍ
BUDOV**

TEPELNĚ-VLHKOSTNÍ
PROBLEMY
CHLADÍREN

VÝPOČET VZDUCHOVÉ
NEPRŮZVUCNOSTI
STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ
V LABORATORNÍ SITUACI



NOVÁ DIVIZE SPOLEČNOSTI DEKTRADE S NÁZVEM DEKSTAVIVA DOPLŇUJE SPECIALIZOVANÝ SORTIMENT PRODUKTŮ PRO STŘECHY, FASÁDY A IZOLACE O MATERIÁLY PRO HRUBOU STAVBU

K produktům ze sortimentu divize DEKSTAVIVA je poskytována technická podpora specializovaného střediska ATELIER DEK.

Naším zákazníkům nabízíme sortiment materiálů dle platného ceníku DEKTRADE doplněný o regionální nabídku poжив, stavebního železa a betonářské oceli. Podrobnější informace o regionálním sortimentu poskytnou jednotlivé pobočky DEKSTAVIVA.

Prodejní síť divize DEKSTAVIVA se neustále rozšiřuje. Informace o nejbližší pobočce naleznete na www.dekstaviva.cz.

Vážení DEKPARTNEŘI a stavitelé,

právě otevíráte první letošní speciál časopisu DEKTIME, určený užšímu okruhu čtenářů z řad projektantů a realizačních firem spolupracujících se společností DEKTRADE a.s. Všechny články v tomto speciálu spojuje téma stavební fyziky, věnujeme se v nich tepelné technice, dennímu osvětlení a stavební akustice.

Jednotlivé texty zpracovali odborníci působící ve společnosti DEKPROJEKT s.r.o. v oddělení zabývající se právě stavební fyzikou. Stejní specialisté včetně techniků působících na pobočkách společnosti DEKTRADE a.s. pro Vás zajišťují technickou podporu v rámci programu DEKPARTNER.

Věříme, že informace zpracované na následujících stránkách budou pro Vaši praxi přínosem.

Petr Bohuslávka
šéfredaktor

OBSAH

NAVRHOVÁNÍ STŘECH BAZÉNOVÝCH HAL
Ing. Jiří NOVÁČEK

**VYBRANÉ ZMĚNY V NORMÁCH
NA DENNÍ OSVĚTLENÍ BUDOV**
Lenka CHLOUPKOVÁ, Ing. Viktor ZWIENER, PhD.

**TEPELNĚ-VLHKOSTNÍ PROBLÉMY
CHLADÍREN**
Ondřej HEC, Ing. Viktor ZWIENER, PhD.

**VÝPOČET VZDUCHOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI
STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ
V LABORATORNÍ SITUACI**
Ing. Jiří NOVÁČEK

PROGRAM DEKPARTNER
Roman LANÍK

SPECIÁL 01 | 2007

04

16

20

26

32

DEKTIME
časopis společnosti DEK
pro projektanty a architektky
MÍSTO VYDÁNÍ: Praha
ČÍSLO: SPECIÁL 01 | 2007
DATUM VYDÁNÍ: 25. 9. 2007
VYDAVATEL: DEK a.s.
Týskářská 10, 108 00 Praha 10,
IČO: 27636801

zdarma, neprodejné

REDAKCE: Atelier DEK, Týskářská 10
108 00 Praha 10

ŠÉFREDAKTOR: Ing. Petr Bohuslávka
tel.: 234 054 285, fax: 234 054 291
e-mail: petr.bohuslavec@dek-cz.com
ODBORNÁ KOREKTURA: Ing. Luboš Káně
GRAFICKÁ ÚPRAVA: Eva Nečasová,
Ing. arch. Viktor Černý
SÁZBA: Eva Nečasová, Ing. Milan Hanuška
FOTOGRAFIE: Ing. arch. Viktor Černý
Eva Nečasová, archiv redakce

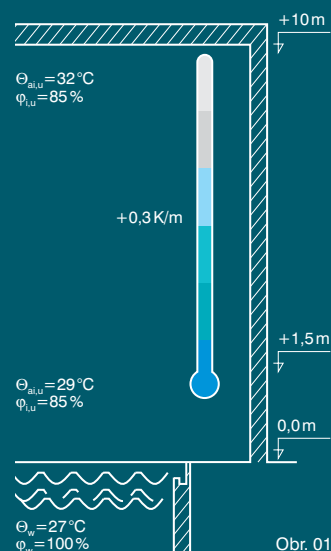
Pokud si nepřejete odebírat tento časopis,
pokud dostáváte více výtisků, příp. pokud je vám
časopis zaslán na chybnou adresu, prosíme,
kontaktujte nás na výše uvedený e-mail.

Pokud se zabýváte projektováním
nebo inženýringem a přejete si trvale odebírat
veškerá čísla časopisu DEKTIME, registrujte
se na www.dekpartner.cz do programu
DEKPARTNER.

MK ČR E 15898
MK SR 3491/2005
ISSN 1802-4009

NAVROVÁNÍ STRECH BAZÉNOVÝCH HAL

ČLÁNEK SEZNAMUJE ČTENÁŘE SE ZÁKLADNÍ PROBLÉMATIKOU NAVROVÁNÍ STŘECH KRYTÝCH BAZÉNOVÝCH HAL Z POHLEDU STAVEBNÍ FYZIKY (STAVEBNÍ TEPELNÉ TECHNIKY A PROSTOROVÉ AKUSTIKY). PŘEDKLÁDÁ STRUČNÝ PŘEHLED LEGISLATIVNÍCH POŽADAVKŮ NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ BAZÉNOVÝCH HAL A NA JEJICH STŘEŠNÍ PLÁŠTĚ A UVÁDÍ PROJEKČNÍ ZÁSADY A PRINCIPY, JAK LZE TĚCHTO POŽADOVANÝCH PARAMETRŮ DOSÁHNOUT. V ČLÁNKU JSOU UVEDENY I VZOROVÉ PŘÍKLADY SKLÁDEB STŘECH A ŘEŠENÍ DETAILŮ, KTERÉ MOHOU SLOUŽIT PROJEKTANTŮVI JAKO PODKLAD PŘI TVORBĚ VLASTNÍ KONCEPCE KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ STŘECHY BAZÉNOVÉ HALY.



Obr. 01

ZÁKLADNÍ SPECIFIKA VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ KRYTÝCH BAZÉNOVÝCH HAL

Prostředí bazénových hal je charakteristické vysokou teplotou a relativní vlhkostí vnitřního vzduchu. Zdrojem vzdušné vlhkosti je odpařování vody z hladiny bazénu. Vnější obálka takového prostoru je vždy velice náchylná ke vzniku vlhkostních poruch (orosování, růstu plísní). Prevencí vzniku poruch je výhradně spolehlivý a realizovatelný tepelnotechnický návrh obálky v kombinaci s vhodným systémem pro aktivní snižování relativní vlhkosti vnitřního vzduchu na přijatelnou úroveň.

TERMINOLOGIE, POŽADAVKY NA VNITŘNÍ MIKROKLIMA

Základním právním předpisem definujícím závazné požadavky na bazény je vyhláška č. 135/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch [1]. Bazény se dle této vyhlášky rozdělují na bazény s teplotou vody do 28 °C (tzv. „plavecké bazény“), bazény s teplotou vody vyšší než 28 °C (tzv. „koupelové bazény“), bazény pro kojence a batolata a na brouzdaliště. V tomto článku se budeme zabývat především první skupinou bazénů, tj. bazény plaveckými. Pro správný návrh obalového pláště haly s plaveckým bazénem

je třeba přesně znát parametry vnitřního prostředí. Mikroklimatické požadavky na haly s krytými bazény jsou definovány v příloze č. 8 vyhlášky č. 135/2004 Sb. [1] následovně: teplota vzduchu v hale bazénu musí být o 1-3 °C vyšší než teplota vody v bazénu, relativní vlhkost vzduchu nesmí překročit 65% a intenzita výměny vzduchu musí být nejméně dvojnásobná.

STAVEBNĚFYZIKÁLNÍ POŽADAVKY

STAVEBNÍ TEPELNÁ TECHNIKA

Návrhové okrajové podmínky

Při navrhování a posuzování obalových pláštů bazénových hal z hlediska stavební tepelné techniky se používají návrhové hodnoty parametrů vnitřního prostředí dle ČSN 73 0540-3 [3]. Pro bazénové haly (pro dospělé) je návrhová vnitřní teplota v zimním období dle tabulky I.1 této normy 28 °C a relativní vlhkost vnitřního vzduchu 85%. Návrhová vnitřní teplota se používá pro výpočty požadovaných/doporučených hodnot součinitele prostupu tepla. Pro posuzování obalových pláštů z hlediska nejnižších vnitřních povrchových teplot a z hlediska šíření vlhkosti konstrukcemi se použije tzv. návrhová teplota vnitřního vzduchu v zimním období, kterou lze přibližně uvažovat o 1 °C vyšší než je vnitřní návrhová teplota. Hodnota návrhové teploty vnitřního vzduchu je proměnná v závislosti

na výšce nad podlahou. Norma udává hodnotu teplotního gradientu 0,3 K/m. Při posuzování střešních konstrukcí bazénových hal, kdy výška střechy nad vodní hladinou může být i přes deset metrů, je návrhová teplota vzduchu pod střechou až o 3 °C vyšší než teplota vzduchu v zóně pobytu lidí. Zvýšení teploty vzduchu pod střechou má vliv na bezpečnost prováděného tepelné technického výpočtu a nelze je tedy v žádném případě opomenout.

Tepelnotechnické požadavky

Tepelnotechnické požadavky na střechy bazénových hal lze stanovit postupy popsány v ČSN 73 0540-2 [2] v závislosti na hodnotách parametrů vnitřního a venkovního prostředí. Pouhé převzetí tabulkových hodnot požadavků tak, jak se tomu občas v běžné projekční praxi stává (obzvláště při stanovování požadované hodnoty součinitele prostupu tepla), je zcela nepřipustné. Na vnitřní prostor s bazénem je vždy třeba pohlížet jako na samostatnou vytápěnou zónu ve smyslu ČSN EN 832 [9], i když se jedná o bazénovou halu s přiléhajícími prostory zázemí nebo o místnost s bazénem v rodinném domě. Vnitřní teplota v prostoru s bazénem je výrazně vyšší než teplota ve zbývající části objektu a požadavky na tepelnou izolaci obvodového pláště jsou tedy logicky přísnější. Kromě toho je vnitřní prostor s bazénem zpravidla

Obr. 01 | Průběh návrhových parametrů vnitřního vzduchu po výšce haly

Tabulka 01 | Tepelnotechnické požadavky na střechu dle ČSN 73 0540-2

Vnitřní prostředí	32°C, 85%	21°C, 50%
Hodnocený parametr konstrukce	požadovaná /doporučená hodnota	
Součinitel prostupu tepla [W.m ² .K ⁻¹]	0,14/0,09	0,24/0,16
Množství zkondenzované vodní páry[kg.m ⁻² .rok ⁻¹]	< 0,1 nebo 0,5	
Celoroční bilance vlhkosti	aktivní	
Požadovaná hodnota kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]	> 0,940	> 0,793



01



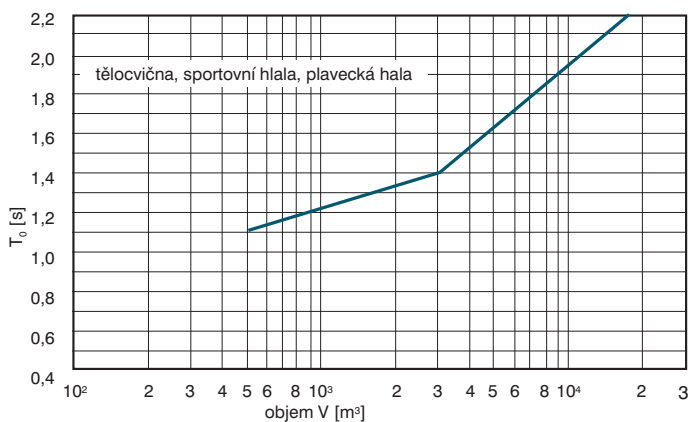
02

- 01 | Zakrývání hladiny bazénu
- 02 | Přívod teplého vzduchu pod prosklenou stěnu
- 03 | Bazénová hala

zcela odlišně větrán. Pro srovnání jsou v tab. /01/ uvedeny požadavky na střechu nad bazénem i nad prostorem s převažující návrhovou vnitřní teplotou 20 °C. Hodnoty platí pro běžnou návrhovou teplotu venkovního vzduchu v zimě -15 °C. Norma [2] předepisuje nejnižší přípustné povrchové teploty s ohledem na riziko orosování konstrukcí (kritická vnitřní povrchová vlhkost 100 %) a na riziko růstu plísní (kritická vnitřní povrchová vlhkost 80 %).

Splnění požadavků na vnitřní povrchové teploty se nově prokazuje prostřednictvím tzv. teplotního faktoru vnitřního povrchu pro návrhové parametry venkovního prostředí v zimním období. Konstrukce, které v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_1 > 60\%$ v zimním období nesplní požadavek na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu pro vyloučení rizika růstu plísní, musí při splnění požadavku na součinitel prostupu tepla zajistit bezchybnou funkci konstrukce při povrchové kondenzaci a vyloučení nepříznivého působení kondenzátu na navazující konstrukce, popř. zajistit odvod kondenzátu. Protože návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu je v případě bazénových hal vyšší než 80 % (dle /tab. 01/ $\varphi_1 = 85\%$), je jasné, že požadavek na vyloučení rizika růstu plísní nelze pro návrhové okrajové podmínky bez ohřívání vnitřního povrchu splnit. Je tedy alespoň nezbytné vyloučit orosování spodního povrchu střechy tam, kde nelze zajistit odvod kondenzátu. Splnění tohoto požadavku se zpravidla prokazuje pro nejnižší návrhovou venkovní teplotu v zimním období. Vždy je však třeba mít na paměti, že ojediněle, například při výpadku vzduchotechniky, nelze vyloučení povrchové kondenzace garantovat nikdy a střešní plášť by měl být i na tento stav dimenzován.

Skutečná relativní vlhkost vnitřního vzduchu nesmí dle vyhlášky č. 135/2004 Sb. [1] překročit 65 % (návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu dle ČSN 73 0540-3 [3] je 85 %). Pro takovou hodnotu „dlouhodobé“ relativní vlhkosti vnitřního vzduchu už je vhodné



Graf 01 | Optimální doba dozvuku T_0 v závislosti na objemu bazénové haly V



03

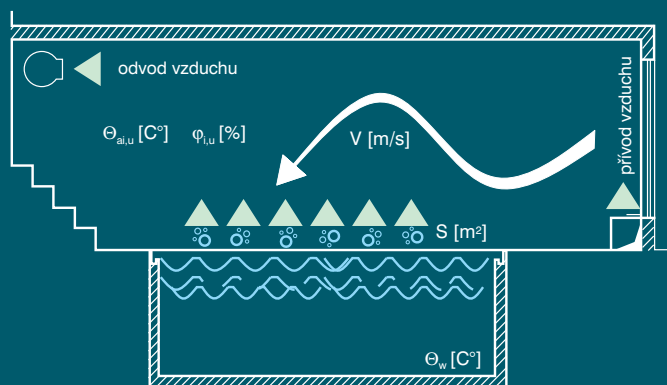
ověřit, zda na konstrukci nebude docházet nejen k orosování (kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 100\%$), ale ani k růstu plísní (kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 80\%$). To může být u střechy, kde prakticky neexistuje možnost jejího omývání, obzvláště důležité. Základním předpokladem pro vyloučení růstu plísní na spodním povrchu střešního pláště je samozřejmě dostatečné větrání prostoru pod střešou v celé její ploše.

PROSTOROVÁ AKUSTIKA

Požadavky

Podle nařízení vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací [10] musejí být v bazénových halách dodrženy hodnoty optimální doby dozvuku dle ČSN 73 0527 [4]. Hodnota optimální doby dozvuku T_0 pro oktávové pásmo 1 000 Hz se v závislosti na objemu uzavřeného prostoru určí z grafu /01/.

Vypočtená doba dozvuku T bazénové haly pro neobsazený stav musí v oktávových pásmech se středními kmitočty od 250 Hz do 2 000 Hz ležet v přípustném rozmezí hodnot poměru dob dozvuku T/T_0 . Pro plavecké haly je tento poměr 0,8 až 1,2. Dodržení předepsané doby dozvuku je základním předpokladem například pro snížení hluku pozadí na požadovanou úroveň ($L_{Aeq} = 60$ dB) a zajištění potřebné srozumitelnosti bezpečnostního hlášení.



Obr. 02 | Odpařování vody z hladiny bazénu

f [Hz]			
250	500	1 000	2 000
0,78	0,80	0,75	0,85

Tabulka 02 | Činitele zvukové pohltivosti α_s [-] minerálního podhledu

Varianta	f [Hz]			
	250	500	1 000	2 000
Bez úprav	10,17	8,27	6,97	5,17
S podhledem	2,43	2,37	2,42	1,97

Tabulka 03 | Doba dozvuku T_0 [s] před a po provedení akustických úprav

04 | Bazénová hala s podhledem



04

POŽADAVKY POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI STAVEB

Střechy bazénových hal musí kromě tepelnětechnických a akustických požadavků splnit i požadavky požární bezpečnosti staveb. V případě, že vnitřní prostor s bazénem splňuje podmínky shromažďovacího prostoru dle ČSN 73 0831 [11], musí být tepelněizolační vrstva z hmot stupně hořlavosti A nebo B, aniž by bylo použito plastických hmot anebo musí být od shromažďovacích prostorů požárně odděleny konstrukcí druhu DP1 vyhovující nejméně meznímu stavu EI15. Tato problematika je podrobně popsána v článku Ing. Martiny Žižkové v časopise DEKTIME 02/2007 [6]. „Shromažďovací prostor“ je prostor pro 200 a více osob, ve kterém současně na jednu osobu připadá půdorysná plocha 5 m² a méně. Počet osob v prostoru s bazénem se určí dle tabulky 5.2.2. ČSN 73 0818 [12] z celkové projektované kapacity šaten pro sportovce a návštěvníky vynásobené součinitelem 1,3.

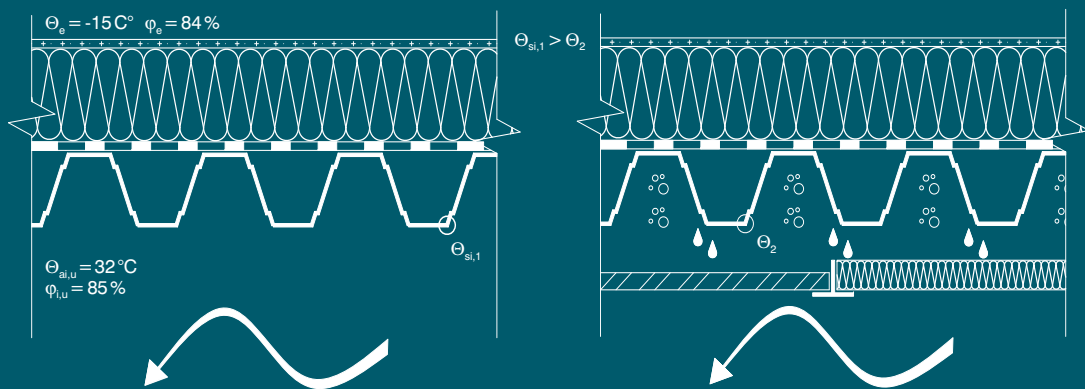
PROJEKČNÍ ZÁSADY A PRINCIPY

VNITŘNÍ MIKROKLIMA

Ještě předtím, než se podíváme zblízka na vlastní problematiku navrhování střeš bazénových hal, je dobré si připomenout hlavní charakteristiky vnitřního prostředí těchto staveb, kterými jsou vysoká teplota a relativní vlhkost vnitřního vzduchu. Příčinou vysoké relativní vlhkosti, jak již bylo zmíněno v úvodu, je odpařování vody z hladiny bazénu. Pro výpočtový odhad míry odparu existuje mnoho metodických postupů. Zjednodušeně se dá říci, že množství odpařené vody závisí na:

- ploše vodní hladiny S [m²]
- teplotě vody θ_w [°C]
- parametrech vzduchu nad vodní hladinou $\theta_{ai,u}$ [°C], $\varphi_{i,u}$ [%]
- rychlosti proudění vzduchu podél hladiny v [m/s]
- nadmořské výšce bazénu
- „aktivitě“ vodní hladiny.

Například u veřejných bazénů, kde je větší aktivita vodní hladiny než



Obr. 03 | Riziko vzniku kondenzace nad podhledem

u bazénů v rodinných domech, lze předpokládat i výrazně vyšší hodnoty odparu z 1m^2 vodní plochy. Oproti tomu zakrývání vodní hladiny /foto 01/ může vlhkostní zatížení interiéru výrazně snížit (uvádí se až desetinásobně).

Z hlediska redukce odparu vody z hladiny bazénu je důležité udržování teploty vzduchu v hale nad teplotou vody v bazénu tak, jak předepisuje vyhláška [1]. Například při dodržení rozdílu teplot 3°C dojde k vyrovnání parciálních tlaků ve vodě a ve vzduchu nad hladinou přibližně při 85 % relativní vlhkosti vnitřního vzduchu. Tato hodnota je sice s ohledem na požadovanou úroveň relativní vlhkosti 65 % nedostačující, avšak může výrazně omezit riziko orosování konstrukcí v ploše a zároveň podstatně snížit vlhkostní zatížení interiéru a tím i potřebné množství větracího vzduchu pro odvod vlhkosti.

Pro zajištění předepsaných parametrů vnitřního prostředí se v bazénových halách používají systémy nuceného větrání. Přiváděním suchého ohřátého vzduchu lze snížit relativní vlhkost v interiéru na požadovanou úroveň. Potřebná výměna vzduchu se stanovuje na základě vlhkostní bilance vnitřního prostoru.

Nejmenší hodnota výměny vzduchu předepsaná vyhláškou

[1] je dvojnásobná. Taková hodnota výměny vzduchu už předpokládá osazení účinného zařízení ke zpětnému získávání tepla z odpadního vzduchu. Větrání haly se navrhuje zpravidla jako mírně podtlakové, aby nedocházelo k šíření vzdušné vlhkosti do sousedních prostorů navazujících na bazénovou halu. Snížení tlaku uvnitř haly může omezit i pronikání vlhkosti do konstrukcí obalového pláště difuzí. Z hlediska účinnosti větracího systému je nesmírně důležitá správná distribuce přiváděného suchého vzduchu.

Přívod vzduchu se zpravidla volí mimo vodní hladinu a vyústky se směřují tak, aby bylo zajištěno dostatečné proudění vzduchu podél ochlazovaných konstrukcí, především prosklených částí obvodového pláště. Příkladem takového řešení je průběžná přívodní podokenní šterbina /foto 02/.

Naopak co nejnižší rychlost by měl vzduch mít těsně nad vodní hladinou. Odvod vzduchu se většinou umísťuje do horní části haly pod střechem. Přestože samotná střecha nebývá při vzduchotechnickém návrhu nejdůležitější konstrukcí, jistá míra proudění vzduchu podél spodního povrchu střechy by měla být vždy zajištěna.

Nevětraná místa pod střechou mohou být příčinou pozdějšího

vzniku vlhkostních poruch, především růstu plísní. U rodinných domů, kde se ke snižování vlhkosti často používají lokální kondenzační odvlhčovače pracující na principu tepelného čerpadla, je riziko vzniku nevětraných míst v rámci vnitřního prostoru s bazénem ještě vyšší.

Účinnost takového odvlhčovače je pak závislá především na správném umístění vnějšího hygrostatu.

STAVEBNÍ TEPELNÁ TECHNIKA A PROSTOROVÁ AKUSTIKA

Podívejme se nyní na projekční souvislosti vyplývající z plnění požadavků na prostorovou akustiku bazénových hal. Dodržení hodnoty optimální doby dozvuku nutně vyžaduje akustické úpravy interiéru. Vnitřní povrchy v hale jsou zpravidla koncipované jako co nejméně pórovité a pokud možno omyvatelné (například keramické obklady, omyvatelné nátěry apod.).

Z hlediska prostorové akustiky jsou také povrchy, stejně jako vodní hladina, odrazivé a přispívají spíše k prodloužení doby dozvuku a k nárůstu hlučnosti vnitřního prostoru.

Pro akustické úpravy se většinou používají konstrukce pórovité nebo děrované. Umísťují se zpravidla rovnoměrně v půdoryse upravované místnosti nebo v závislosti



05



06



07



08

- 05| Akustický pohled z dřevěných palubek v bazénové hale
- 06| Projevy zvýšené vlhkosti na dřevěném pohledu
- 07| Tvorba vlhkých map na minerálním pohledu nad bazénem
- 08| Degradace pohledu z děrovaných desek nad bazénem

na specifických akustických požadavcích. U bazénových hal je jejich umístění třeba pečlivě zvážit i s ohledem na riziko jejich přímého ostříkávání vodou.

Z tohoto důvodu je v bazénových halách vhodné jejich zavěšování pod střechu, kde je jen minimální riziko přímého kontaktu s vodou. Střecha navíc ve většině případů poskytuje dostatečnou plochu pro provedení akustických opatření. Pro představu si ukážeme příklad výpočtu doby dozvuku modelové bazénové haly bez akustických opatření a po obložení cca 1/2 plochy střechy minerálním podhledem se vzduchovou vrstvou tloušťky 200 mm s hodnotami činitele zvukové pohltivosti α_s dle tab. /02/.

Na zbývající části půdorysné plochy střechy můžeme předpokládat běžný sádkokartonový podhled bez perforace a bez akusticky pohltivé vložky ve vzduchové vrstvě. Uvažovaná hala s bazénem 21×50 m má rozměry ($\text{š} \times \text{d} \times \text{v}$) $30 \times 65 \times 8$ m. Vnitřní povrchy stěn a podlah jsou obloženy keramickým obkladem, ve dvou stěnách je pás prosklené fasády výšky 4 m.

Pro objem haly $15\,600 \text{ m}^3$ vychází optimální doba dozvuku $T_0 = 2,14$ s. Přípustné rozmezí hodnot vypočtené doby dozvuku 1,71 až 2,57 s je tedy ve variantě s podhledem splněno a halu lze z hlediska požadavků prostorové akustiky považovat za vyhovující. Na tomto místě je však třeba si uvědomit, že navržený podhled může výrazně ovlivnit tepelnotechnické chování střechy.

Představme si nyní běžnou skladbu lehké střechy s nosnou vrstvou z trapézového plechu, parozábranou, s tepelným izolantem zaručujícím splnění požadované hodnoty součinitele prostupu tepla střechy $U_N = 0,14 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ a s hydroizolační vrstvou z PVC-P fólie.

Zvolme návrhové parametry vnitřního vzduchu pod střešou modelové haly v souladu s [3] například 32°C a 85% a návrhové parametry venkovního prostředí v zimním období -15°C a 84%. Vylučme přípustnost orosování konstrukce z důvodu nepřiznivého

působení kondenzátu na konstrukce a jeho možného odkapávání na uživatele bazénu.

V takovém případě je dle [2] požadována hodnota tzv. teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi} \geq 0,955$ (resp. vnitřní povrchová teplota vyšší než je teplota rosného bodu interiéru zvětšená o bezpečnostní teplotní přírážku $0,5^\circ\text{C}$ pro lehkou konstrukci).

Na základě tepelnětechnického výpočtu stanovíme hodnotu nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu střechy $f_{Rsi} = 0,965$. Podmínka je tedy splněna a k orosování konstrukce v zimním období výpočtové nedochází. Situace je o něco komplikovanější, pokud pod střechu umístíme podhled. V takovém případě může dojít k ochlazení vrstev nad podhledem a ke kondenzaci vzdušné vlhkosti, nejčastěji na spodním povrchu střešní konstrukce. Vzniklý kondenzát může následně odkapávat zpět do podhledu a degradovat jej /obr. 03/, obzvláště jedná-li se o minerální podhled, který přímému působení vlhkosti z rubové strany prakticky není schopen odolávat (kromě vzniku estetických vad může dojít i k tvarové deformaci desek a k jejich vypadávání z nosného roštu).

Při navrhování podhledů střeš bazénových hal je proto vždy nutné ověřit, že k uvedenému jevu nedochází. V našem případě modelové haly výpočtově kondenzuje nad minerálním podhledem i nad podhledem ze sádkartonových desek. Odstranění kondenzace z vrstev mezi podhledem a parozábranou

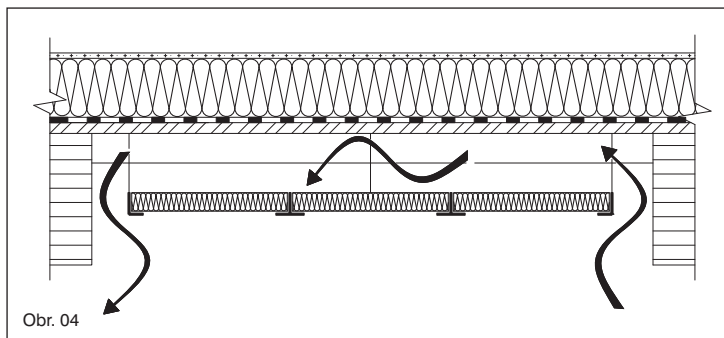
lze dosáhnout několika způsoby, například:

- nuceným větráním vzduchové vrstvy nad podhledem,
- rozdělením podhledu do více samostatných ploch, po obvodě napojených na vnitřní prostor haly /obr. 04/,
- změnou konceptu akustických úprav haly.

Zvětšování tloušťky tepelného izolantu ve střeše nebývá účinné. Pro úplné odstranění rizika kondenzace, zvláště u minerálních podhledů, by bylo třeba velkých tloušťek tepelného izolantu.

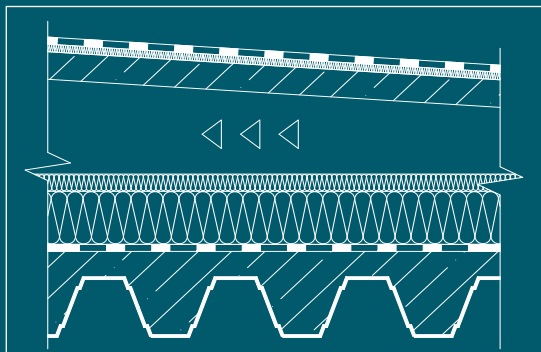
Samotné přidání tepelného izolantu navíc neřeší problém s nízkými povrchovými teplotami nad podhledem v detailech (například ve styku střechy s vnější stěnou). Občas se lze setkat i se snahou o „zparotěsnění“ vrstvy podhledu podtmelněním minerálních kazet v uložení na nosný kovový rošt. Takové řešení nepřináší očekávaný efekt. Z technického hlediska je (i s ohledem na časté umístění světel do podhledu) prakticky nemožné provést podhled jako trvale vzduchotěsnou a parotěsnou vrstvu. Daleko účinnější, obzvláště je-li vzduchová vrstva průlezná nebo průchozí, může být nucené větrání vzduchové vrstvy nad podhledem suchým teplým vzduchem.

Větrání vzduchové vrstvy by mělo být navrženo spíše jako mírné přetlakové. Při větších objemech vzduchu je vhodné zvažít i použití samostatné vzduchotechnické jednotky napojené na záložní zdroj energie. Takto lze výrazně eliminovat riziko vzniku poruch v podhledu i pro případ výpadku vzduchotechniky v hale. Naproti



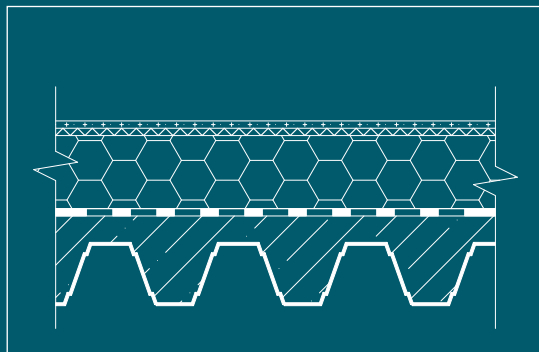
09| Výskyt kondenzace na horním plášti dvouplášťové střechy nad bazénem

Obr. 04| Odstranění kondenzace nad podhledem



Obr. 05 | Dvouplášťová střecha

- horní plášť – na nosné konstrukci hydroizolační vrstva z asf. pásů řady ELASTEK nebo PVC-P fólie ALKORPLAN 35 176
- větraná vzduchová vrstva
- desky z minerálních vláken (horní vrstva optimálně z desek z vyšší objemovou hmotností)
- GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL nebo ROOFTEK AL MINERAL
- nosná konstrukce



Obr. 06 | Jednoplášťová střecha s trapezovým plechem nad shromažďovacím prostorem

- ALKORPLAN 35 176
- FILTEK 300
- EPS 100 nebo PIR (KINGSPAN THERMAROOF)
- ROOFTEK AL MINERAL
- nosná konstrukce DP1 (EI15)

tomu nevýhodou nuceného větrání mohou být vyšší provozní náklady. Další možností je rozdělení pohledu do více samostatných ploch, po obvodě napojených na vnitřní prostor haly. To je vhodné zejména při malé tloušťce vzduchové vrstvy nebo při vkládání pohledu mezi nosné prvky střechy (například mezi dřevěné lepené vazníky). Mezi okrajem pohledu a dělicí konstrukcí musí být zachován dostatečný odstup, kterým může teplý vzduch pronikat do prostoru nad pohledem.

Zajímavou alternativou z hlediska akustiky i tepelné techniky je použití zavěšených akustických těles, tzv. „baffelů“. Jedná se o desky ze skleněných vláken uzavřené do speciální membrány, zajišťující omyvatelnost a odolnost prvků vůči působení vody. Zavěšením panelů pod střechu lze dosáhnout potřebné úpravy prostorové akustiky haly bez negativního vlivu na tepelnou techniku.

Při rozhodování o konceptu řešení vlastní střechy z pohledu stavební tepelné techniky je třeba respektovat především její značné zatížení vlhkostí ze strany interiéru. Střechy bazénových hal se dle [2] přednostně doporučuje řešit jako dvouplášťové, v případě potřeby i s nucenou výměnou vzduchu ve větrané vzduchové vrstvě (při zajištění vzduchotěsnosti spodního pláště) / . Hlavní výhodou

dvouplášťové střechy je odvětrání difundující vodní páry ze skladby střechy dřív, než přijde do kontaktu s málo difúzně propustnými a přitom chladnými vrstvami na vnější straně konstrukce, v nichž může následně zkondenzovat. Dosažení takového „ideálního“ chování střechy však není samozřejmostí a je podmíněno splněním celé řady dílčích předpokladů.

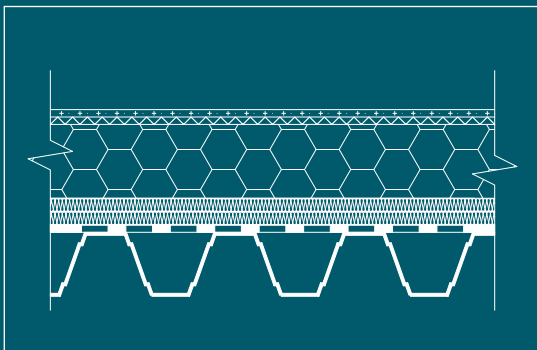
Především se jedná o návrh skutečně účinného větrání vzduchové vrstvy střechy a o zajištění trvalé vzduchotěsnosti spodního pláště. Při jejich nesplnění může paradoxně větraná vzduchová vrstva situaci ještě zhoršit. Například při nedodržení podmínky vzduchotěsnosti spodního pláště může docházet k přísávání vlhkého vzduchu z interiéru do skladby střechy a následně i k masivní kondenzaci /foto 09/.

S ohledem na zmíněná rizika proto doporučujeme vždy zvážit i jiné varianty řešení střechy, které mohou být v daných podmínkách méně rizikové. Takovou střechou může být i střecha jednoplášťová s vhodným poměrem difúzních odporů jednotlivých vrstev /obr. 06/. Parozábranu jednoplášťové střechy nad bazénem s kotvenou hydroizolační navrhujeme zásadně z SBS modifikovaných asfaltových pásů, které jsou lépe schopné zajistit její vzduchotěsnost v místě prostupu

kotevních prvků a samotných spojů než plastové fólie.

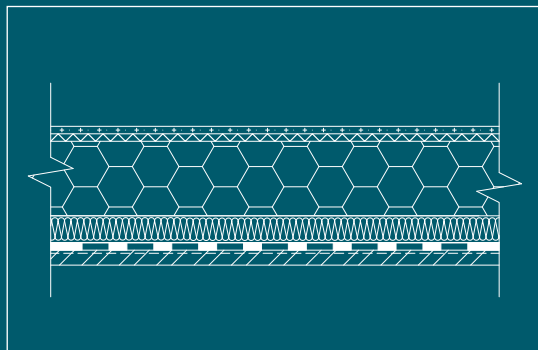
Jednoplášťová střecha má oproti dvouplášťové mnoho výhod. Lze ji například snadněji realizovat s vyloučením vlivu tepelných mostů (u dvouplášťové střechy je eliminace tepelných mostů často velmi náročná vlivem nosného spojení obou střešních plášťů). U jednoplášťové střechy také nehrozí zafoukávání studeného vzduchu do vrstvy tepelného izolantu jako u větrané vzduchové vrstvy dvouplášťové střechy. Zatímco u jednoplášťové střechy je použití tepelného izolantu z EPS běžné, u dvouplášťových střech se z důvodů zajištění celistvosti tepelněizolační vrstvy používají spíše desky z minerálních vláken. Přitom vlivem zabudování do střechy nad vlhkým bazénovým prostředím je třeba u desek z minerálních vláken počítat se zhoršením jejich tepelněizolačních vlastností až o 20 %, zatímco návrhová hodnota součinitele tepelné vodivosti EPS se prakticky nemění.

Z konstrukčních materiálů se ve střechách bazénových hal často uplatňují dřevěné prvky /foto 10, 11/. Architektonicky velmi zajímavé jsou zejména lepené dřevěné vazníky. Hlavní výhodou dřevěných prvků je jejich dobrá únosnost při poměrně malé vlastní tíze. Dřevo má také ve srovnání s ostatními konstrukčními materiály pro nosné



Obr. 07 | Jednoplášťová střecha s trapézovým plechem mimo shromažďovací prostor

- ALKORPLAN 35 176
- FILTEK 300
- EPS 100 nebo PIR (KINGSPAN THERMAROOF)
- 2 vrstvy desek z minerálních vláken 125 kg/m³ tl. 30 mm
- DACO KSD
- trapézový plech



Obr. 08 | Jednoplášťová střecha na dřevěné konstrukci mimo shromažďovací prostor

- ALKORPLAN 35 176
- FILTEK 300
- EPS 100 nebo PIR (KINGSPAN THERMAROOF)
- desky z minerálních vláken
- ROOFTEK AL MINERAL + V13
- OSB

konstrukce výrazně nižší tepelnou vodivost, a tak lze s jeho použitím daleko snadněji eliminovat tepelné mosty v obalových konstrukcích. Při zabudovávání dřeva do skladeb střech je třeba zajistit podmínky jeho konstrukční ochrany před napadením dřevokaznými organismy. Hmotnostní vlhkost dřeva by dlouhodobě neměla přesáhnout 18%. Problematikou dřevěných konstrukcí se podrobně zabývá článek Josefa Strouhala, DiS. v časopise DEKTIME 01/2007 [13].

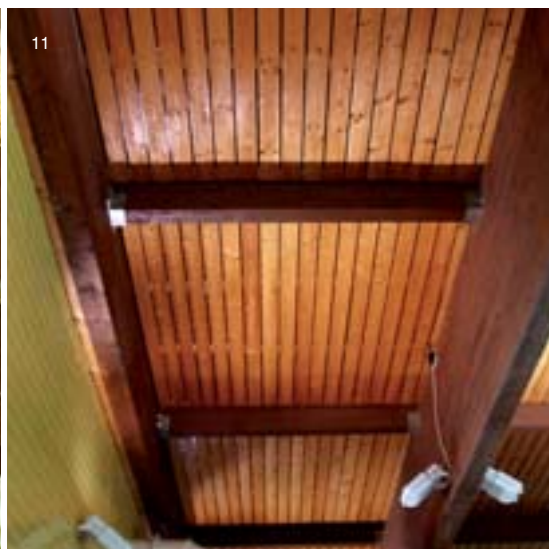
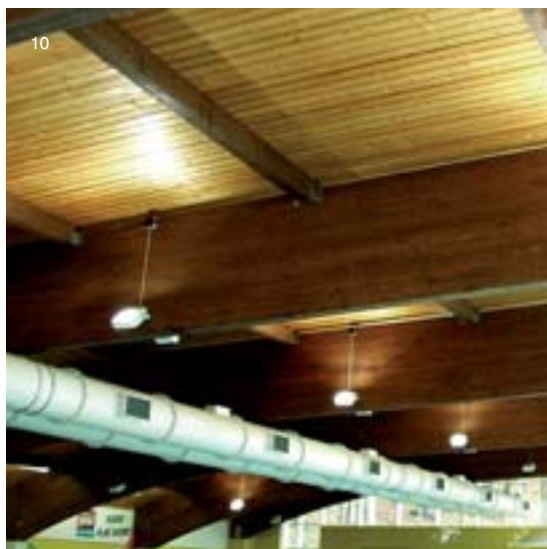
Při navrhování ocelových prvků do střech bazénových hal se vyžaduje jejich antikorozi ochrana v souladu

s ČSN EN ISO 12944 [5]. Plavecké bazény jsou klasifikovány stupněm korozi agresivity prostředí C4 (vysoká). Úprava ocelových prvků se zpravidla provádí žárovým zinkováním, vícevrstevnými epoxidovými a polyuretanovými nátěry nebo, nejlépe, jejich kombinací. Volba vlastního systému antikorozi ochrany je vždy závislá na požadované životnosti konstrukce. Přítomnost chloridů ve vzduchu může korozi působit i na některé druhy nerezových ocelí. Při navrhování minerálních podhledů je třeba počítat s tím, že ocelové nosné rošty většinou mají deklarovanou odolnost

proti korozi jen do stupně korozi agresivity prostředí C3 (střední).

DETAILY

Při navrhování střech nad bazény je třeba věnovat velkou pozornost všem souvisejícím detailům, především návaznosti střechy na vnější stěnu. V tomto místě prakticky nikdy nelze při extrémních návrhových podmínkách v zimě vyloučit orosování konstrukcí. Správným návrhem by však mělo být zajištěno, aby v detailu při průměrných okrajových podmínkách nedocházelo k růstu



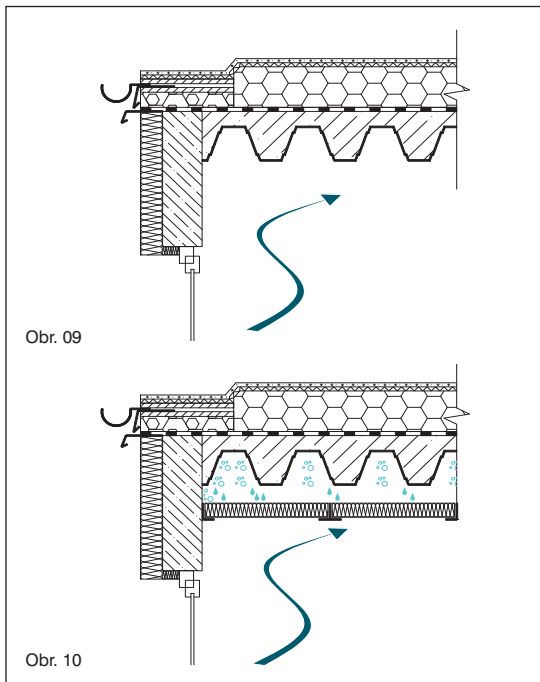


12



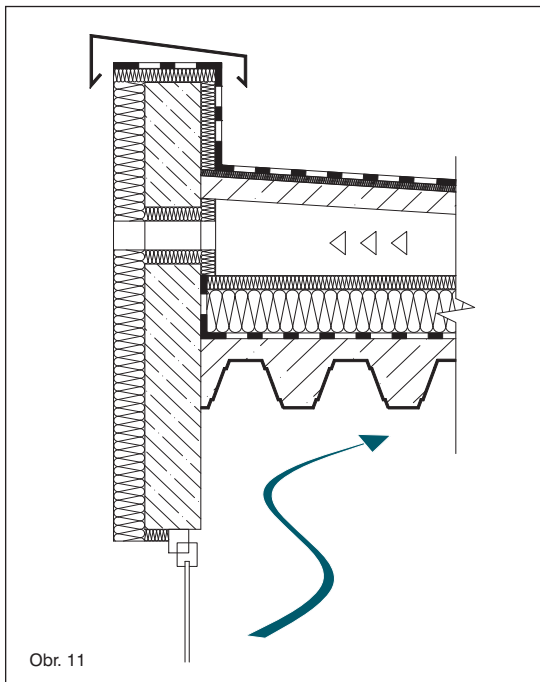
13

- 10-11 | Dřevěné prvky ve střechách bazénových hal
- 12 | Nosná příhradová konstrukce dvoupříhradové střechy nad bazénem
- 13 | Koroze ocelových prvků ve střechě nad bazénem
- Obr. 09 | Ofukování detailu teplým suchým vzduchem, výrazně omezujícím vznik kondenzace
- Obr. 10 | Nežádoucí zakryvání detailu pohledem, omezujícím proudění vzduchu podél ochlazované konstrukce
- Obr. 11 | Dvoupříhradová střecha – doplněný tepelný izolant na vnější stěně i ze strany vzduchové vrstvy



Obr. 09

Obr. 10



Obr. 11

plísni. Negativní působení kondenzátu na konstrukce lze výrazně omezit ofukováním detailu teplým suchým vzduchem /obr. 09/. Pro přívod vzduchu může sloužit štěrbina pod okny v obvodové stěně nebo, při větší výšce haly (s ohledem na maximální výfukovou rychlost), další přírodní prvky např. v polovině výšky haly. Velmi nežádoucí je zakrývání detailu podhledem, který omezuje proudění vzduchu podél ochlazované konstrukce a tím riziko orosování ještě zvyšuje /obr. 10/. U dvouplášťové střechy je třeba navíc doplnit tepelný izolant na vnější stěně i ze strany vzduchové vrstvy v tloušce ověřené tepelnotechnickým výpočtem /obr. 11/ a vhodnými úpravami vyloučit zařoukávání studeného vzduchu do izolantu v blízkosti větracích otvorů. Dále je nezbytné zajistit trvale těsné napojení parozábrany na stěnu, neboť styk nosné vrstvy střechy a stěny zpravidla nelze považovat za vzduchotěsný. Parozábranu je ve vytažení na stěnu vhodné mechanicky fixovat.

ZÁVĚR – SHRNUTÍ

Bezvadný návrh střechy bazénové haly vyžaduje úzkou

spolupráci specialistů z oblasti tzb, tepelné techniky, akustiky a požární bezpečnosti staveb už v rozhodovacím procesu o vlastním koncepčním řešení střechy. Vždy je třeba pečlivě zvážit, které návrhové stavy mohou být pro střechu kritické a těmto pak řešení střechy i ve všech navazujících detailech. Jedině tak lze předejít budoucímu vzniku vlhkostních poruch.

< Jiří Nováček >
< Ctibor Hůlka >

Foto:

Radka Pernicová, David Tesař
Leoš Martiš, Tomáš Kupsa
Pavel Chlum, Jan Karásek
Petr Bohuslávka

Kresba obrázků:
Jiří Nováček

Literatura:

- [1] Vyhláška č. 135/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch
- [2] ČSN 73 0540-2:2007 (73 0540-2) Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- [3] ČSN 73 0540-3:2005 (73 0540-3)

Tepelná ochrana budov – Část 3:
Návrhové hodnoty veličin

- [4] ČSN 73 0527 (73 0527) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely
- [5] ČSN EN ISO 12944 (03 8241) – Nátěrové hmoty – soubor norem
- [6] Požární odolnost ploché střechy s nosnou konstrukcí z trapézového plechu a tepelnou izolací z desek z tužené minerální vaty a EPS, Ing. Martina Žižková, DEKTIME 02/2007
- [7] KUTNAR – Ploché střechy – skladby a detaily, leden 2007, odborná publikace
- [8] www.tzb-info.cz
- [9] ČSN EN 832:2000 (73 0564) Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění – Obytné budovy
- [10] Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- [11] ČSN 73 0831:2001 Požární bezpečnost staveb – Shromáždovací prostory
- [12] ČSN 73 0818:1997 (Z1:2002) Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektů osobami
- [13] Dřevo a dřevěné konstrukce DEKWOOD, Ing. Josef Strouhal, DEKTIME 01/2007

VYBRANÉ ZMĚNY V NORMÁCH NA DENNÍ OSVĚTLENÍ BUDOV

ZMĚNY V LEGISLATIVĚ

Od 1. 7. 2007 platí dvě nové normy pro denní osvětlení budov: ČSN 73 0580-1 *Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky*, která nahrazuje normu z října 1999 a ČSN 73 0580-2 *Denní osvětlení obytných budov*, nahrazující normu z října 1992. Oproti předchozím verzím došlo k některým podstatným změnám, se kterými vás chceme seznámit.

HODNOCENÍ DENNÍHO OSVĚTLENÍ OBECNĚ

Hledisky pro hodnocení denního osvětlení vnitřních prostor budov jsou úroveň denního osvětlení, rovnoměrnost osvětlení, oslnění, rozložení světelného toku a převažující směr světla a výskyt dalších jevů ovlivňujících zrakovou pohodu (např. barva světla). Úroveň denního osvětlení se hodnotí poměrnou veličinou, tzv. činitelem denní osvětlenosti. Ten je dán podílem osvětlenosti v kontrolním bodě a osvětlenosti venkovní vodorovné nezacloněné roviny a vyjadřuje se v procentech.

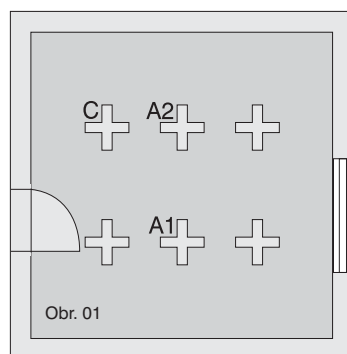
Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnostech se zjišťují v kontrolních bodech, rozmístěných v pravidelné síti na vodorovné srovnávací rovině. Výška srovnávací roviny je obvykle 0,85 m nad podlahou. Dle funkce vnitřního prostoru však může být uvažována

i výška jiná (např. v úrovni podlahy). Krajní body se umísťují 1 m od stěn, počet mezilehlých bodů se volí v závislosti na druhu a velikosti vnitřního prostoru.

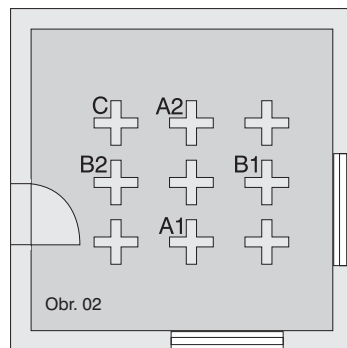
Hodnota činitele denní osvětlenosti se stanovuje výpočtem, měřením v budově či na modelu. Měření denního osvětlení v místnostech není snadnou záležitostí, protože vyžaduje přesně definovaný stav zatažené oblohy a ten v reálu není příliš častý, měření na modelu se užívá jen ve výjimečných případech. Nejvýhodnější metodou se tedy jeví výpočet pomocí specializovaných programů, ve kterých lze posoudit konkrétní situaci již ve fázi návrhu objektu.

POŽADAVKY NA DENNÍ OSVĚTLENÍ OBYTNÝCH BUDOV

Obytné místnosti bytů v nově navrhovaných budovách musí mít dle ČSN 73 0580-1 [1] vždy vyhovující denní osvětlení. Přesné požadavky pro denní osvětlení obytných budov jsou uvedeny v ČSN 73 0580-2 [2]. Hodnoty činitele denní osvětlenosti se nově uvádějí zaokrouhlené na jedno desetinné místo. Oproti předchozí normě byl zrušen požadavek na minimální hodnotu činitele denní osvětlenosti 0,5%, která musela být splněna ve všech kontrolních bodech v obytné místnosti. Obvykle se jednalo o posouzení nejvzdálenějšího bodu od okenního otvoru (bod C na obrázku /01/).



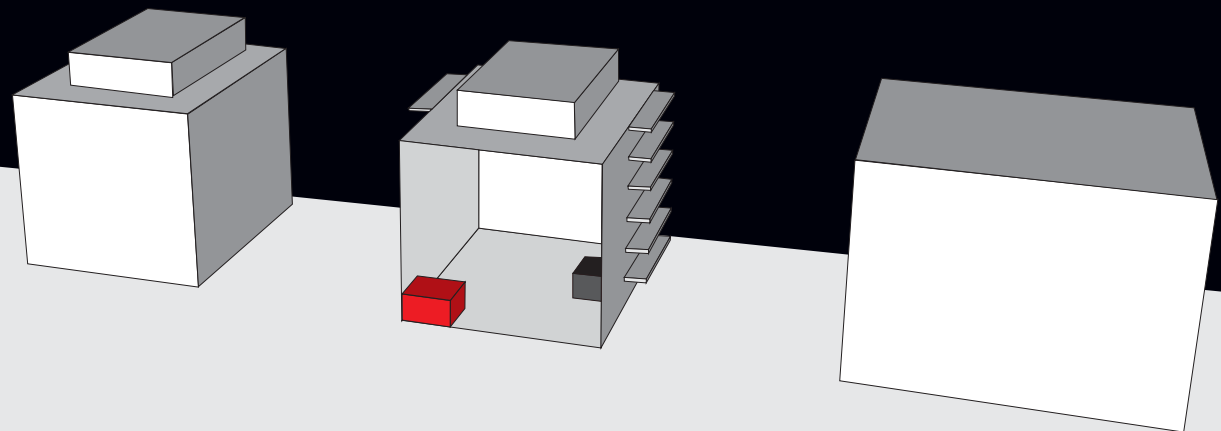
Obr. 01



Obr. 02

Obr. 01 | Kontrolní body pro osvětlovací otvor v jedné stěně

Obr. 02 | Kontrolní body pro osvětlovací otvor ve dvou stěnách



Obr. 03

Dále musí být ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti, ale nejdále 3 m od okna (body A1, A2 na obr.1, 2 a body B1, B2 na obr.2), hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,7 % (dříve bylo požadováno 0,75 %). Požadovaná průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti z obou těchto bodů zůstala stejná, tj. nejméně 0,9%. Jsou-li okna ve dvou stýkajících se stěnách, postačí, jsou-li tyto požadavky splněny alespoň u jedné z obou dvojic kontrolních bodů (obr. 02). Dříve se posuzovalo obě dvojice kontrolních bodů a hodnota činitele denní osvětlenosti v nejméně příznivém kontrolním bodě musela být minimálně 1%.

Zmírnění požadavku vychází vstříc současnému trendu navrhování velkých a hlubokých obytných místností, kdy je často více místností spojeno v jednu, nebo tvoří obytnou část dokonce jen jedna místnost. V takových případech by byl

požadavek na minimální činitel denní osvětlenosti 0,5% v části místnosti protilehlé od okna jen těžko splnitelný.

Při posuzování denního osvětlení je třeba mít na paměti také související činitele, mezi které patří např. větrání, ochrana proti hluku, spotřeba energie na vytápění apod. Z tohoto hlediska umožňuje zmírnění požadavků použití např. menších oken v některých místnostech (ložnicích), kde člověk v průběhu dne tráví méně času.

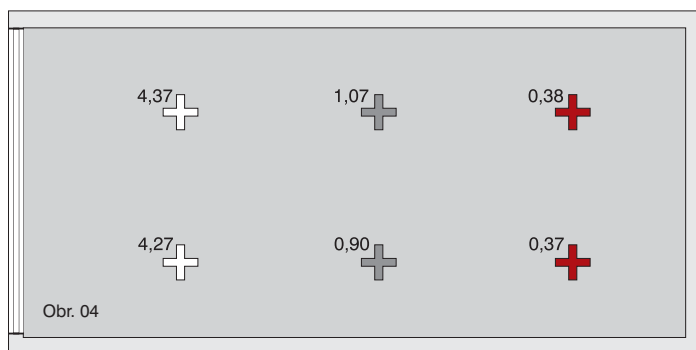
PŘÍKLAD VÝPOČTU ÚROVNĚ DENNÍHO OSVĚTLENÍ V OBYTNÝCH MÍSTNOSTECH

Na následujícím příkladu si ukážeme, jak se tyto změny projeví při posuzování denního osvětlení. Jedná se o novostavbu dvou sedmipatrových bytových domů, v jejichž blízkosti se nachází stávající bytový dům. Na obrázku

/03/ je znázorněna situace. Programem WDLS 4.1 byla posouzena ložnice v domě 2, která se nachází v 1.NP (na situaci v obrázku /03/ vyznačena černě). Na obrázku /04/ jsou uvedeny hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech.

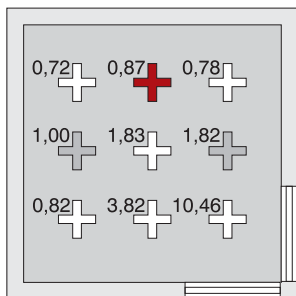
Z výstupu je zřejmé, že místnost by požadavky původní normy [4] nesplnila, neboť v kontrolních bodech u stěny protilehlé oknu (vyznačeny červeně) jsou hodnoty činitele denní osvětlenosti menší než 0,5. Zatímco současný požadavek pro body v polovině hloubky místnosti je splněn a místnost tedy aktuálním požadavkům na denní osvětlení vyhoví .

Dále byl posouzen obývací pokoj s okny ve dvou sousedních stěnách (na situaci v obrázku /03/ vyznačen červeně). Výsledky výpočtu jsou na obrázku /05/.



Obr. 04

Obr. 03 | Posuzovaná situace
Obr. 04 | Hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech v ložnici



Obr. 05

Obr. 05 | Hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech v obývacím pokoji

Obr. 06 | Hodnoty činitele denní osvětlenosti D_w na průčelí stávajícího objektu

Kategorie	Typ posuzovaného prostoru, charakter lokality	Nejnižší D_w (%)	Odpovídá úhlu stínění ' (°)
1	Prostory s vysokými nároky na denní osvětlení (denní místnosti zařízení pro předškolní výchovu, učebny škol apod.)	35	24
2	Běžné prostory s trvalým pobytem lidí	32	30
3	Prostory s trvalým pobytem lidí v souvislé řadové zástavbě v centrech měst	29	36
4	Prostory s trvalým pobytem lidí v mimořádně stísněných podmínkách historických center měst	24	45

Tabulka 01 | Požadované nejnižší hodnoty činitele denní osvětlenosti D_w roviny zasklení okna z vnější strany

Opět je zřejmé, že požadavek předchozí normy [4] by splněn nebyl. V nejméně příznivém bodě v polovině hloubky místnosti vzdáleném 1 m od stěny (na obr. /05/ vyznačen červeně) totiž dřívější norma požadovala hodnotu činitele denní osvětlenosti minimálně 1 %. Dle nové normy je však úroveň denního osvětlení v této místnosti dostatečná.

KRITÉRIUM PŘÍSTUPU DENNÍHO SVĚTLA K PRŮČELÍ OBJEKTU

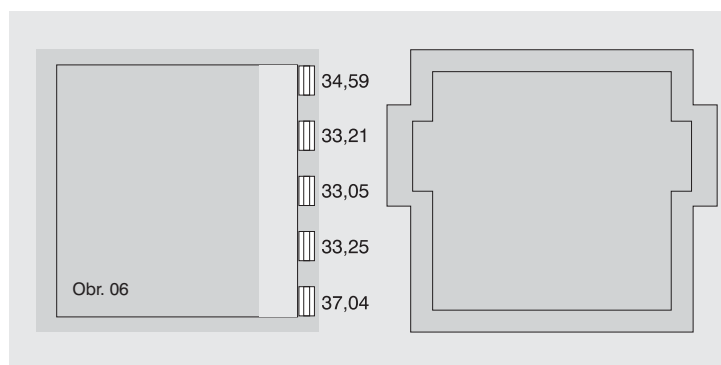
Zcela nový pohled na posuzování vlivu nové výstavby na stávající zástavbu přináší kritérium přístupu denního světla k průčelí objektu. Tímto kritériem se nehodnotí úroveň denního osvětlení ve vnitřním prostoru, ale zastínění objektů novými stavbami. Kritérium se použije při hodnocení stínění stávajících vnitřních prostorů, pokud v nich po zastínění není dosažena požadovaná úroveň denního osvětlení. Zjišťuje se jím tedy míra zavinění případného nevyhovujícího stavu.

Kritériem přístupu denního světla k průčelí objektu je hodnota činitele

denní osvětlenosti D_w (%) roviny zasklení okna z vnější strany, která se určuje na průčelí stíněného objektu. Kontrolní bod se umístí v ose okna v polovině jeho výšky, nejméně však 2 m nad úroveň přilehlého terénu. Požadované nejnižší hodnoty činitele denní osvětlenosti D_w roviny zasklení okna z vnější strany jsou stanoveny v závislosti na typu posuzovaného prostoru a na charakteru lokality dle tabulky /01/.

Pokud se posuzuje venkovní stínění stávajících obytných místností, použije se právě kritérium přístupu denního světla k průčelí objektu. Výhodou je, že takovou situaci můžeme nyní posoudit, aniž bychom měli k dispozici projektové podklady ke stávajícímu objektu.

Dříve bychom museli posuzovat úroveň denního osvětlení stávajících obytných prostor. K tomu je třeba znát konkrétní dispozice bytů, údaje o osvětlovacích otvorech, vnitřních překážkách apod. To je obvykle velmi obtížné získat. Při výpočtu venkovního stínění nám pro posouzení vlivu na stávající zástavbu stačí znát rozmístění osvětlovacích otvorů a účel místností.



PŘÍKLAD POSOUZENÍ VENKOVNÍHO STÍNĚNÍ STÁVAJÍCÍCH OBYTNÝCH MÍSTNOSTÍ

Konkrétní příklad použití tohoto kritéria si můžeme ilustrovat na uvedené situaci obytného souboru /obr. 03/. Nově navrhovaná zástavba může mít vliv na stínění stávajícího bytového domu. Na fasádě stávajícího bytového domu byly v ose oken nejnižšího obytného podlaží zvoleny kontrolní body a ve výpočtovém programu byly stanoveny činitele denní osvětlenosti svislé roviny zasklení D_w pro každý bod /obr. 6/. Posuzované body splňují podmínku minimálního $D_w=2\%$ pro běžné prostory s trvalým pobytem lidí. Vyhovuje-li stínění obytných místností v nejnižším podlaží, bezpečně vyhoví i místnosti ve vyšších podlažích a venkovní stínění stávajících obytných místností je tedy vyhovující.

ZÁVĚR

DEKPROJEKT s.r.o. denně provádí posudky denního osvětlení. Zkušenosti z aplikace původních a nových norem ukazují, že se posuzování denního osvětlení zjednodušuje. Nové normy přinášejí také zmínění některých požadavků.

<Lenka Chloupková>
<Viktor Zwiener>

Literatura:

- [1] ČSN 73 0580-1:2007 Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky
- [2] ČSN 73 0580-1:1999 Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky
- [3] ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov
- [4] ČSN 73 0580-2:1992 Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov
- [5] Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj 137/1998Sb. „O obecných technických požadavcích na výstavbu“

tepelná izolace z pěnového polystyrenu s uzavřenou povrchovou strukturou

 **DEK** PERIMETER[®]

CHARAKTERISTIKA

Tepelněizolační perimetrové desky z expandovaného pěnového polystyrenu (EPS) s uzavřenou povrchovou strukturou - zelené.

PEVNOST V TLAKU

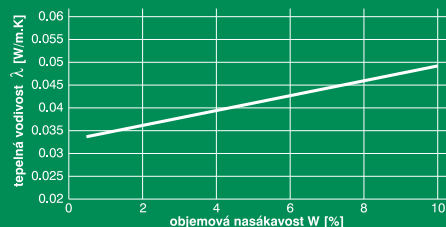
Perimetrové desky mají dobrou pevnost v tlaku, proto se doporučují do vysoce zatížených skladeb podlah, střeš a teras.

DLOUHODOBÁ NASÁKAVOST

Desky z pěnového expandovaného polystyrenu s uzavřenou povrchovou strukturou mají velmi nízkou dlouhodobou nasákavost. Jsou proto vhodné jako tepelná izolace suterénů a soklů obvodových stěn, kde jsou konstrukce namáhány stékající a odstříkující vodou nebo vlhkostí přilehlého pórovitého prostředí.

GRAF ZÁVISLOSTI TEPELNÉ VODIVOSTI NA OBJEMOVÉ NASÁKAVOSTI

Závislost tepelné vodivosti na objemové nasákavosti je stanovena dle normy ČSN EN ISO 10456.



Dlouhodobá nasákavost perimetrové desky s oříznutými okraji dosahuje maximálně 1,8%. Navýšení hodnoty tepelné vodivosti je zanedbatelné.



TEPELNĚ-VLHKOSTNÍ PROBLEMY CHLADÍREN

CHLADÍRNY PŘEDSTAVUJÍ SVOU VNITŘNÍ TEPLOTOU, OBVYKLE MEZI $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ A $+11,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, SPECIFICKÝ TYP STAVEB. VNITŘNÍ PROSTORY CHLADÍREN JSOU OD OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ ODDĚLENY BUĎ KONSTRUKCEMI S OBKLADEM Z TEPELNĚIZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ NEBO TEPELNĚIZOLAČNÍMI PANELE. POVRCHY KONSTRUKCÍ SE PROVÁDÍ Z HYGIENICKY NEZÁVADNÝCH MATERIÁLŮ UMOŽŇUJÍCÍCH SNADNÉ ČIŠTĚNÍ A DEZINFEKCI. K CHLAZENÍ VNITŘNÍCH PROSTOR CHLADÍREN SE POUŽÍVAJÍ CHLADICÍ JEDNOTKY OBVYKLE ZAVĚŠENÉ POD STROPNÍ KONSTRUKCÍ.

PROBLÉMY CHLADÍREN

I přes použití zvláštních konstrukčních postupů a povrchových úprav se v některých chladírnách vyskytují tepelně-vlhkostní problémy. Jde o vznik a růst plísní a kondenzaci na vnitřních površích obvodových konstrukcí. Dochází i ke kondenzaci vodní páry přímo ve vzduchu v interiéru chladíren. Dalším problémem je namrzání teplosměnných ploch chladicích jednotek a z toho plynoucí zhoršení jejich účinnosti a zvýšení spotřeby elektrické energie.

CHLADÍRNA V NÁKUPNÍM CENTRU

V létě letošního roku pracovníci Ateliero DEK provedli měření dvou chladíren v Maďarsku. Jako první byla měřena malá chladírna v nákupním centru /foto 02/. Chladírna má vnitřní půdorysné rozměry 17,0×3,8m, výška je 3,0m. V chladírně je zavěšený podhled, nad kterým je nevětraná vzduchová dutina. V dutině je umístěn vodovod, odpadní potrubí, vzduchotechnika a elektroinstalace. Chladírna se nachází uvnitř budovy nákupního centra. Vedou z ní čtyři dveře do okolních vytápěných prostor, páté dveře vedou do mrazírny sousedící s chladírnou jednou stěnou. Chlazení zajišťuje chladicí jednotka umístěná pod podhledem. Cílem měření bylo zjistit příčiny vzniku a růstu plísní na horním líci podhledu nad prostorem chladírny /foto 03/.

MĚŘENÍ V CHLADÍRNĚ V NÁKUPNÍM CENTRU

Spolu se snímkováním termovizní kamerou bylo provedeno měření parametrů vzduchu v chladírně i v dutině nad podhledem termohydrografem. Naměřené hodnoty jsou spolu s teplotou rosného bodu a kritickou teplotou z hlediska rizika růstu plísní uvedeny v tabulce /01/. Vzduch v prostoru nad podhledem má vyšší teplotu a mírně vyšší relativní vlhkost, než vzduch v chladírně. To by nebylo možné bez dotace vlhkosti z okolních prostor do dutiny nad podhledem. Bez přidané vlhkosti by při zahřátí vzduchu došlo k poklesu jeho relativní vlhkosti. Z měření parametrů vnitřního vzduchu tedy vyplývá, že dochází k pronikání vlhkosti z okolních místností do prostoru nad podhledem, což bylo potvrzeno i termovizním snímkováním. Jedna z netěsností v obvodové konstrukci dutiny nad podhledem je zachycena na termovizním snímku /05/.

Dimenze chladicí jednotky nepočítala se značným pronikáním teplého a vlhkého vzduchu do chladírny často otvíranými dveřmi mezi chladírnou a prodejnu. Chladicí jednotka tak musí zchladit a odvlhčit větší množství vzduchu, dochází k namražování teplosměnných ploch a zhoršení funkce chladicí jednotky. To potvrzuje nesouměrné teplotní pole na podhledu před chladicí

jednotkou, zobrazené na termovizní snímku /07/.

Z porovnání fotografií a termovizních snímků /foto 03, 06 a 07/ je dále patrné, že oblast výskytu plísní na horním povrchu podhledu odpovídá oblasti na spodním povrchu podhledu ochlazované proudem studeného vzduchu ze zavěšených chladicích jednotek. Na spodním povrchu podhledu byly na většině plochy naměřeny teploty vyšší než +13°C, před chladicími jednotkami byly však naměřeny nejnižší povrchové teploty -1°C až +2°C. Na horním povrchu podhledu byly v těchto místech naměřeny povrchové teploty okolo +5°C, což v kombinaci s infiltrací teplého a vlhkého vzduchu do prostoru nad podhledem vede ke vzniku příznivých podmínek (dostatečně vysoké relativní vlhkosti – viz tabulku /01/) pro vznik plísní.

MĚŘENÍ CHLADÍRENSKÉ HALY

Druhé měření proběhlo ve velké hale o půdorysných rozměrech 193×109m a výšce 11m /foto 01/, která je rozdělena na více menších chladíren, mrazíren a skladů. Měřena byla obdélníková chladírna o půdorysných rozměrech 37×24m. Chladírna je umístěna v rohu haly, ze dvou stran sousedí s exteriérem, ze jedné strany s chladírnou s teplotou vnitřního vzduchu 2°C a poslední stěnou s temperovaným skladem. Chlazení zajišťují tři chladicí jednotky zavěšené pod stropem.

Měřený prostor	Průměrná naměřená teplota vzduchu [°C]	Průměrná naměřená relativní vlhkost [%]	Kritická teplota z hlediska rizika růstu plísní [°C]	Teplota rosného bodu [°C]
Interiér chladírny	11,0	70,0	<9,0	5,8
Dutina nad podhledem	17,0	72,0	<14,9	11,5

Tabulka 01 | Naměřené parametry vnitřního vzduchu v chladírně v nákupním středisku



01



02

- 01 | Hala chladírny
- 02 | Měřená chladírna v nákupním středisku



03

Do chladírny vede sedm vrat. Mezera mezi obvodovou konstrukcí a návěsem má být při nakládání těsněna pryžovým těsněním /foto 17/. Poměrně často se stává, že všech sedm vrat je otevřeno a používáno pro nakládku a vykládku kamionů.

Měření části chladírenské haly bylo provedeno v rámci zjišťování příčin kondenzace vodní páry. Ke kondenzaci dochází na spodním povrchu stropní konstrukce /foto 08/, na obvodových stěnách a ve vzduchu v chladírně v prostoru u vrat po odjezdu kamionu.

I v tomto případě byly termovizní kamerou nalezeny netěsnosti, kterými dochází k pronikání vzduchu skrz obvodový plášť chladírny /foto 09 a 10/.

K pronikání vzduchu dochází také spárami kolem zavřených vrat /foto 11 a 12/.

K významnému pronikání teplého a vlhkého vzduchu z exteriéru dochází také v okamžiku nakládání a vykládání kamionů. Vzduch proniká mezi návěsem a pryžovým těsněním /foto 14/. V okamžiku, kdy je využito více vrat najednou, proudí do chladírny z exteriéru velký objem vzduchu, který s sebou v letním období přináší značné množství vodní páry.

Chladicí jednotky nejsou schopné nárazově toto množství vodní páry ze vzduchu odstranit a vzduch zchladit, dochází ke kondenzaci na chladných površích konstrukcí i ve vzduchu. Problém s kondenzací je umocněn poměrně malým objemem chladírny vzhledem k počtu nakládacích vrat a četnosti jejich použití.

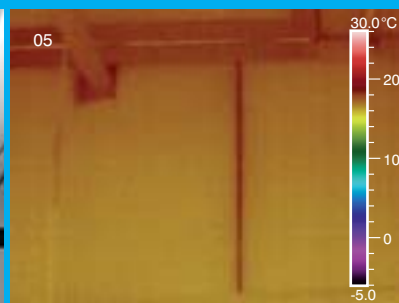
Na termovizním snímku /16/ je zobrazena chladicí jednotka. Z nesouměrného teplotního pole před ní je možné usoudit, že opět dochází k namrzání teplosměnných ploch a k snížené a nestejněné činnosti.

Chladný vzduch z chladicích jednotek navíc omývá spodní povrch stropní konstrukce a ochlazuje jej natolik, že na něm dochází ke kondenzaci vodní páry.

- 03 | Plísně na horním povrchu podhledu nad chladírnou
- 04-05 | Netěsnost v obvodě konstrukci dutiny nad podhledem
- 06-07 | Podhled v okolí chladicí jednotky



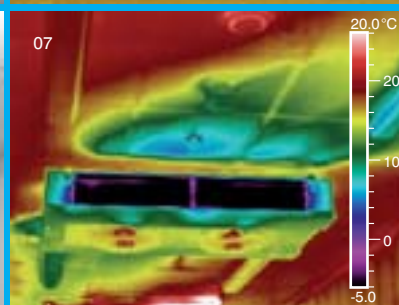
04



05



06



07



08

- 08 | Stropní konstrukce chladiřenské haly
- 09-10 | Netěsné místo v obvodovém plášti
- 11-12 | Zavřená vrata
- 13-14 | Otevřená vrata při nakládání kamionu
- 15-16 | Chladič jednotka



09



10



11



12



13



14



15



16



17

POŽADAVKY NOREM NA OBVODOVÉ KONSTRUKCE CHLADÍREN

Uvedená měření byla provedena mimo Českou republiku, stejné problémy se však vyskytují i v chladírnách na území Čech a Moravy. V České republice se problematikou obvodových konstrukcí chladíren zabývá ČSN 14 8102 [1].

Norma klade požadavky na součinitel prostupu tepla nebo na tepelný odpor konstrukce v závislosti na typu obvodové konstrukce, vnitřní prostorové teplotě chladírny a na rozdílu mezi vnitřní prostorovou teplotou a maximální výpočtovou teplotou vnějšího vzduchu v letním období.

U chladíren o objemu 100 m³ a více se požaduje, aby tepelné zisky vzniklé provozem dosahovaly maximálně 20% celkových tepelných zisků.

Norma dále požaduje provést nepřerušovanou jedolitou parotěsnicí vrstvu spolehlivě napojenou na všechny otvory a propustující konstrukce, nebo v případě konstrukcí z panelů musí být spáry mezi panely provedeny tak, aby byla zajištěna dostatečná parotěsnost.

Norma nedoporučuje v chladírnách výskyt nevětraných vzduchových dutin a umístování zdravotnětechnických a dalších vedení, která přímo nesouvisí s funkcí chladírny.

Norma dále doporučuje provést před uvedením chladírny do provozu kontrolu jejího obvodového pláště termovizní kamerou.

ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍ PLYNOUCÍ Z POPISOVANÝCH SKUTEČNOSTÍ

Z provedených měření vyplývá, že je důležité dodržet nejen požadovaný součinitel prostupu tepla a parotěsnost, ale také dostatečnou vzduchotěsnost obvodového pláště chladíren. Neméně důležité je zamezit nadměrnému pronikání vzduchu do chladírny netěsnostmi po obvodu dveří nebo vrat a samotnými otevřenými dveřmi nebo vraty při provozu chladírny.

Nadměrnému transportu vzduchu do chladírny přes dveře a vrata nebo netěsnostmi kolem nich lze ve fázi návrhu zabránit zařazením vyrovnávací místnosti před vstup do chladírny, tj. zdvojením dveří nebo vrat.

Pro splnění požadavku normy o tepelných ziscích vzniklých provozem mají vrata používaná v chladírnách dostatečnou spárovou neprůvzdušnost. Dále se doporučuje instalovat okolo vrat kvalitní těsnění, které při otevřených vratech zamezí pronikání vzduchu mezi přistaveným nákladním automobilem a obvodovou konstrukcí. U chladíren se má navrhovat a současně používat pouze nezbytné nutný počet vrat a dalších otvorů. Vrata se mají vždy zavírat ještě před odjezdem přistaveného automobilu.

Pro zamezení vzniku a růstu plísní a povrchové kondenzace je nutné omezit přímé omývání povrchů konstrukcí vzduchem z chladících jednotek vhodným usměrněním proudu vzduchu.

Obalové konstrukce chladíren se doporučuje před uvedením do provozu zkontrolovat. Vhodné je kombinovat měření termovizní kamerou se zkouškou těsnosti obálky chladírny blower-door testem. Kombinace těchto dvou měřicích metod umožňuje odhalit případnou nespojitost tepelné izolace a netěsnosti v obvodových konstrukcích.

Poznámka k termovizním snímkům: U termovizních snímků je vždy uvedena teplotní stupnice s přiřazenou barvou ke °C. Světlejší barvy odpovídají vyšším naměřeným povrchovým teplotám, tmavší barvy odpovídají nižším naměřeným povrchovým teplotám.

<Ondřej Hec>
<Viktor Zwiener>

Foto:
Viktor Zwiener

Literatura:
[1] ČSN 14 8102:1993 Tepelné izolace chladíren a mrazíren
[2] ČSN EN 13187:1999 (73 0560) Tepelné chování budov – Kvalitativní určení tepelných nepravidelností v pláštích budov – Infračervená metoda

KOMPLETNÍ REVITALIZACE PANELOVÝCH DOMŮ

KOMPLETNÍ NABÍDKA SLUŽEB A PRODUKTŮ

- PORADENSTVÍ
- ODBORNÝ POSUDEK
- ENERGETICKÝ AUDIT
- PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE
- DODÁVKA MATERIÁLU
A REALIZACE STAVBY
- FINANCOVÁNÍ
- DOTACE

 **DEK**VITAL

VÝPOČET VZDUCHOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ V LABORATORNÍ SITUACI

PRO VÝPOČET VZDUCHOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ JE K DISPOZICI CELÁ ŘADA PREDIKČNÍCH METOD. NEJBĚŽNĚJI POUŽÍVANÉ METODY JSOU POČETNĚ - GRAFICKÉ, KTERÉ SKUTEČNÝ FREKVENČNÍ PRŮBĚH NEPRŮZVUČNOSTI ZJEDNODUŠUJÍ A V JEDNOTLIVÝCH OBLASTECH NAHRAZUJÍ PŘÍMKOVÝMI PRŮBĚHY (NĚKOLIKRÁT LOMENOU ČAROU). PRO ÚČELY RYCHLÉHO NÁVRHU JSOU TĚŽ ZNAČNĚ ROZŠÍŘENÉ TZV. „INDEXOVÉ METODY“, S JEJICHŽ POUŽITÍM LZE ODHADNOUT POUZE JEDNOČÍSELNOU HODNOTU NEPRŮZVUČNOSTI, TZV. VÁŽENOU VZDUCHOVOU NEPRŮZVUČNOST. NEVÝHODOU UVEDENÝCH METOD ČASTO BÝVÁ JEJICH MALÁ UNIVERZÁLNOST (S OHLEDEM NA ZJEDNODUŠUJÍCÍ CHARAKTER) A TEDY I NEMOŽNOST ZAHRNOUT DO VÝPOČTU CELOU ŘADU KONSTRUKČNÍCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÍCH PRVKŮ (NAPŘ. ROZMĚRY, VZDÁLENOST AKUSTICKÝCH MOSTŮ APOD.), KTERÉ MOHOU MÍT NA VÝSLEDNOU NEPRŮZVUČNOST ZÁSADNÍ VLIV. PŘITOM V PRŮBĚHU 2. POLOVINY 20. STOLETÍ BYLA VE SVĚTĚ VYVINUTA CELÁ ŘADA PREDIKČNÍCH METOD, KTERÉ TATO OMEZENÍ NEMAJÍ A UMOŽŇUJÍ TAK ODHADNOUT NEPRŮZVUČNOST VĚTŠINY BĚŽNÝCH STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ V LABORATORNÍ SITUACI S VELKOU PŘESNOSTÍ. VÝSLEDKY VÝPOČTŮ PAK LZE POUŽÍT NAPŘÍKLAD K OPTIMALIZACI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ PŘED VLASTNÍM AKUSTICKÝM MĚŘENÍM NEBO K ODHADU STAVEBNÍ NEPRŮZVUČNOSTI V BUDOVÁCH.

ÚVOD

Požadavky na zvukovou izolaci v budovách v ČR předepisuje ČSN 73 0532 *Ochrana proti hluku v budovách a související akustické vlastnosti stavebních výrobků – Požadavky*. Splnění předepsaných hodnot zvukové izolace mezi místnostmi je základním předpokladem pro zajištění akustického soukromí v chráněných vnitřních prostorách staveb (např. v obytných místnostech, hotelových pokojích, učebnách apod.).

Požadavky na vzduchovou neprůzvučnost mezi místnostmi se vyjadřují jednočíselnou hodnotou, tzv. váženou stavební neprůzvučností R'_w [dB], určenou ze souboru hodnot stavební neprůzvučnosti R' [dB] v jednotlivých pásmech zvukoizolační frekvenční oblasti.

Stavební neprůzvučnost je definována desetinásobkem dekadického logaritmu poměru zvukového výkonu dopadajícího na dělicí konstrukci v místnosti zdroje a celkového zvukového výkonu vyzařovaného do místnosti příjmu vlastním dělicím prvkem a bočními prvky.

$$R' = 10 \lg(W_i / (W_D + W_F)) \text{ [dB]},$$

kde W_i je zvukový výkon dopadající na dělicí konstrukci [W]
 W_D je zvukový výkon vyzařovaný dělicí konstrukcí [W]
 W_F je zvukový výkon vyzařovaný bočními prvky [W].

Stavební neprůzvučnost tedy zahrnuje jak přímý přenos zvuku tak i boční přenos zvuku (obvykle 12 bočních přenosových cest). Oproti tomu v laboratoři, kde je boční přenos zvuku potlačen, dochází téměř výhradě pouze k přímému přenosu zvuku vlastním dělicím prvkem. Při navrhování konstrukcí s využitím změřených hodnot laboratorní neprůzvučnosti R [dB] prvků je tedy nutné zavádět korekce na boční přenos zvuku. V běžné praxi se korekce uvažuje tabulkovou, empiricky stanovenou, hodnotou.

ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ Z HLEDISKA STAVEBNÍ AKUSTIKY

Z hlediska stavební akustiky se běžně stavební konstrukce rozdělují na jednoduché a dvojitě (příp. trojitě):

Jednoduché

- homogenní isotropní
- homogenní ortotropní
- vícevrstvé

Dvojitě

- z ohybově tuhých prvků
- z ohybově poddajných prvků
- kombinované

JEDNODUCHÉ KONSTRUKCE

JEDNODUCHÉ HOMOGENNÍ ISOTROPNÍ KONSTRUKCE

Tento typ konstrukce je z hlediska výpočtu vzduchové neprůzvučnosti

nejjednodušším případem. Neprůzvučnost jednoduché homogenní isotropní konstrukce je dána především její plošnou hmotností m' [kg.m⁻²], ohybovou tuhostí B [kg.m².s⁻²] a frekvencí dopadajícího zvuku f [Hz].

$$B = EI / (1 - \nu^2) \text{ [kg.m}^2\text{.s}^{-2}\text{]},$$

kde E je dynamický modul pružnosti materiálu konstrukce [Pa], I je moment setrvačnosti průřezu [m⁴] a ν je Poissonovo číslo [-].

S rostoucí plošnou hmotností a frekvencí neprůzvučnost roste. Plošná hmotnost konstrukce spolu s ohybovou tuhostí rovněž ovlivňují polohu tzv. kritické (nejnižší) frekvence vlnové koincidence f_c [Hz]. Tato frekvence se vypočítá pro tečný dopad zvuku z podmínky $c_b = c$ (kde c_b je rychlost ohybových vln v konstrukci, c je rychlost zvuku ve vzduchu) následovně:

$$f_c = c^2 / 2\pi [m' / B]^{1/2} \text{ [Hz]}$$

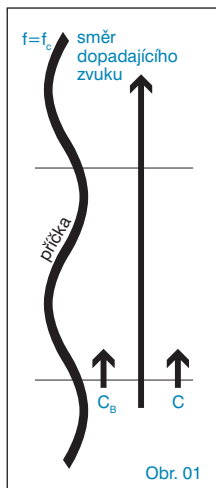
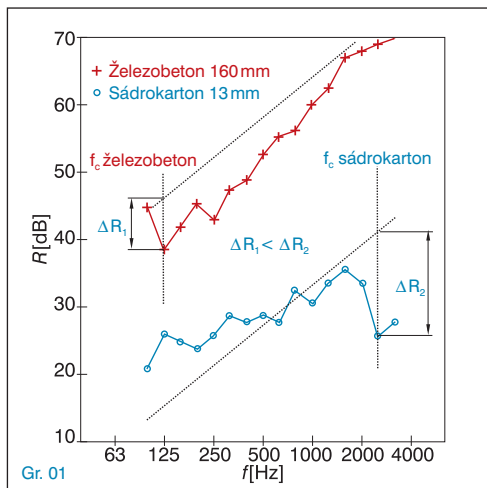
V oblasti vlivu vlnové koincidence, kde je rychlost ohybových vln v konstrukci blízká rychlosti zvuku ve vzduchu, existuje těsná vazba mezi konstrukcí a okolním prostředím a dochází k poklesu neprůzvučnosti. Míra poklesu závisí především na hodnotě tzv. celkového ztrátového činitele, který charakterizuje ztráty energie v buzeném systému. U běžných konstrukcí dochází ke ztrátám energie uvnitř materiálu,

vyzařováním do vzduchu a především přenosem vibrační energie ve styčných konstrukce s ostatními prvky.

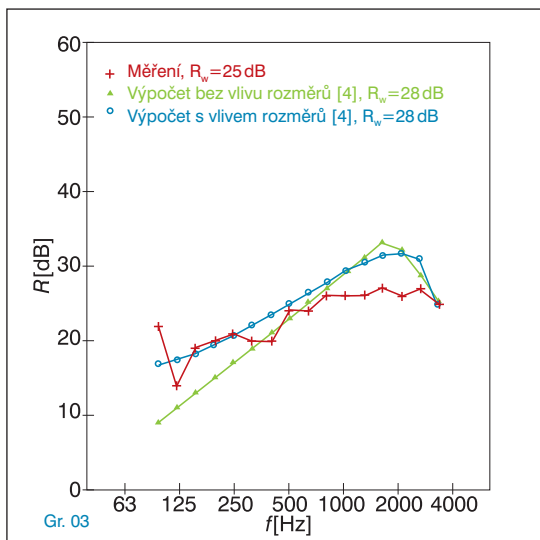
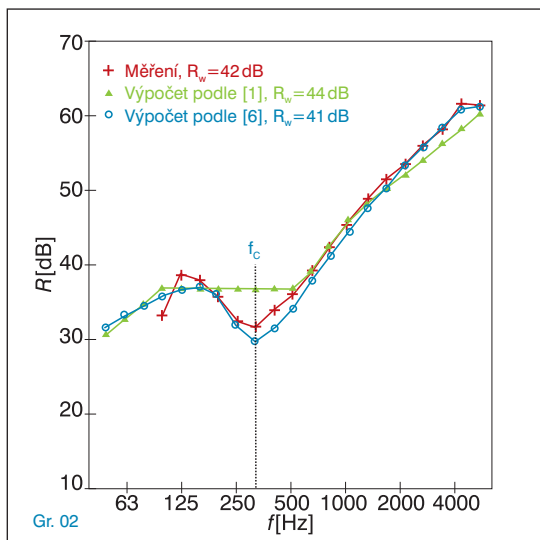
Zatímco u těžkých konstrukcí bývá pokles mělký, u lehkých, ohybově poddajných prvků s malou hodnotou celkového ztrátového činitele, se projevuje výrazněji (viz. graf /01/). Tečkované jsou v grafu naznačeny „ideální“ průběhy neprůzvučnosti bez vlivu vlnové koincidence (neprůzvučnost je ovlivněna pouze plošnou hmotností konstrukce m' a frekvencí f).

Pro výpočet vzduchové neprůzvučnosti jednoduchých homogenních isotropních prvků se, kromě indexových metod, velmi často používá tzv. modifikovaná Wattersova metoda [1] (B. G. Watters, 1959). Jedná se o početně-grafický postup odhadu neprůzvučnosti, který aproximuje skutečný průběh neprůzvučnosti v oblasti vlivu vlnové koincidence přímkou s konstantní hodnotou neprůzvučnosti.

Uvedená metoda je vhodná především pro odhad neprůzvučnosti ohybově tuhých prvků nebo ohybově poddajných prvků, u nichž kritický kmitočet vlnové koincidence nezasahuje do zvukoizolační oblasti (tj. leží mimo oblast 100 Hz až 3150 Hz). U polotuhých prvků nemusí uvedená aproximace vést ke správným výsledkům, jak ukazuje graf /02/.



Gr. 01 | Pokles neprůzvučnosti na kritické frekvenci vlnové koincidence (železobeton, sádrokarton)
Obr. 01 | Kritická frekvence vlnové koincidence



Gr. 02] Změřeny a vypočtený průběh neprůzvučnosti oboustranně omítnuté příčky z plných cihel tl. 15+65+15 mm

Gr. 03] Změřeny a vypočtený průběh neprůzvučnosti sádkartonové desky tl. 9 mm o rozměrech 0,4 x 0,6 m

V grafu /02/ je pro srovnání vyneseno průběh neprůzvučnosti vypočtené „přesně“ metodikou [6] (R. Josse, J. Lamure, 1964) s pozdějšími úpravami, podrobně popsanými v ČSN EN 12354-1. Tato metodika umožňuje do výpočtu neprůzvučnosti zahrnout rozměry konstrukce (šířku a výšku), vliv tloušťky konstrukce na rychlost ohybových vln c_b a horní limit neprůzvučnosti daný tloušťkou konstrukce. Rozměry ovlivňují neprůzvučnost konstrukce zejména u menších prvků /graf 03/.

JEDNODUCHÉ HOMOGENNÍ ORTOTROPNÍ KONSTRUKCE

Neprůzvučnost tohoto typu konstrukcí je charakteristická širší oblastí vlivu vlnové koincidence. V důsledku různé ohybové tuhosti ve dvou navzájem kolmých směrech mají ortotropní prvky dvě různé kritické frekvence vlnové koincidence. Ty se na průběhu neprůzvučnosti projevují dvěma poklesy, přičemž ve frekvenční oblasti mezi nimi je neprůzvučnost relativně nízká. Typickým příkladem jednoduché ortotropní konstrukce jsou např. ocelové trapézové plechy.

JEDNODUCHÉ VÍCEVRSTVÉ KONSTRUKCE

Jedná se o konstrukce z více jednoduchých prvků, resp. vrstev. Jednotlivé vrstvy mohou být

vzájemně plošně spojené nebo mohou působit samostatně. Způsob spojení vrstev ovlivňuje výslednou ohybovou tuhost a hodnotu ztrátového činitele celé konstrukce. Jsou-li vrstvy spojeny tuze (např. slepením), potom je kritická frekvence vlnové koincidence určena ohybovou tuhostí celého průřezu. Typickým příkladem takové konstrukce mohou být i tenké stěny s omítkou. Naopak je-li spojení vrstev dostatečně poddajné, potom se jednotlivé vrstvy chovají jako samostatné jednoduché konstrukce a poloha kritické frekvence vlnové koincidence se určí pro každou vrstvu zvlášť /graf 04/.

DVOJITÉ KONSTRUKCE

Dvojitě konstrukce jsou stavební konstrukce sestávající se ze dvou rovnoběžných hmotných deskových prvků, které jsou vzájemně oddělené pružnou separační vrstvou. Neprůzvučnost běžné dvojitě konstrukce je ovlivněna více faktory, než tomu bylo u konstrukcí předešlých. Je závislá především na:

- plošné hmotnosti (m'_1, m'_2), ohybové tuhosti (B_1, B_2) a neprůzvučnosti (R_1, R_2) dílčích prvků,
- tloušťce (d), dynamické tuhosti (s') a pohltivosti (α) separační vrstvy,
- množství a charakteru spojení mezi oběma dílčími prvky.

Z hlediska výpočtu je účelné rozdělit dvojité konstrukce na konstrukce:

- ze dvou ohybově tuhých nebo polotuhých prvků (např. dvojitá zděná příčka) /obr. 02/,
- ze dvou ohybově poddajných prvků (např. sádkartonová příčka) /obr. 03/,
- kombinované (např. zděná stěna se sádkartonovou předstěnou) /obr. 04/.

DVOJITÉ KONSTRUKCE ZE DVOU OHYBOVĚ TUHÝCH NEBO POLOTUHÝCH PRVKŮ

Pro výpočet vzduchové neprůzvučnosti je vhodná např. metodika [1] (J. Čechura, 1999) /graf 05/.

Neprůzvučnost dvojité konstrukce podle této metody odpovídá neprůzvučnosti jednoduché dvojrstvé konstrukce $R_{(1+2)}$, zvětšené nebo zmenšené o vliv separační vrstvy D_R .

$$R = R_{(1+2)} + D_R \text{ [dB]},$$

kde $R_{(1+2)}$ je neprůzvučnost konstrukce o nulové tloušťce separační vrstvy [dB]
 D_R je změna neprůzvučnosti dvojité konstrukce v porovnání s hodnotou odpovídající nulové tloušťce separační vrstvy [dB].

Hodnota D_R je kmitočtově závislá veličina, jejíž průběh je ovlivněn

především polohou rezonanční frekvence typu hmotnost-poddajnost-hmotnost (stěna-separační vrstva-stěna):

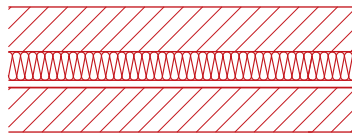
$$f_0 = 1/2\pi[s'(1/m'_1 + 1/m'_2)]^{1/2} \text{ [Hz]},$$

kde s' je dynamická tuhost materiálu separační vrstvy [Pa]
 m'_1, m'_2 jsou plošné hmotnosti dílčích prvků (stěn) [kg.m⁻²].

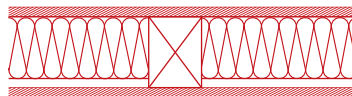
Při výpočtu neprůzvučnosti dvojitých konstrukcí z ohybově polotuhých prvků je dobré pro odhad neprůzvučnosti dílčích jednoduchých prvků nepoužívat metody, které nahrazují skutečný průběh neprůzvučnosti v oblasti kritické frekvence vlnové koincidence přímkou s konstantní hodnotou neprůzvučnosti (podrobně viz jednoduché homogenní isotropní konstrukce).

DVOJITÉ KONSTRUKCE ZE DVOU OHYBOVĚ PODDAJNÝCH PRVKŮ

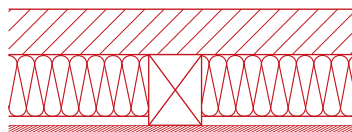
Typickým příkladem dvojitých konstrukcí ze dvou ohybově poddajných prvků jsou sádkartonové příčky. S ohledem na ohybovou poddajnost se prvky připevňují k nosným sloupkům, čímž dochází ke vzniku akustických mostů. Jejich prostřednictvím se přenáší další akustický výkon z buzeného prvku na straně místnosti zdroje do vyzařujícího prvku na straně místnosti příjmu. Celkový zvukový výkon přenesený



Obr. 02

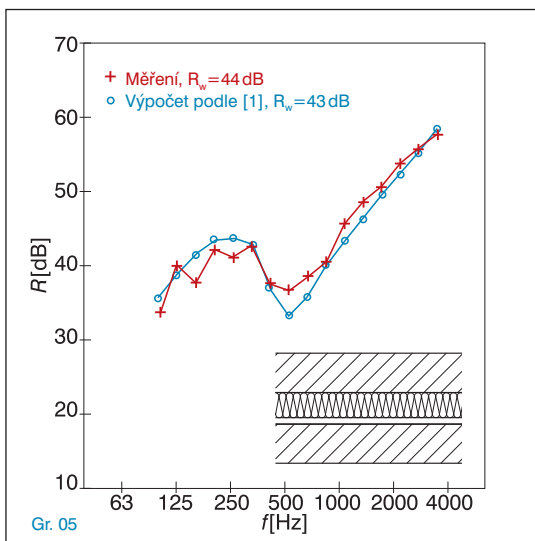
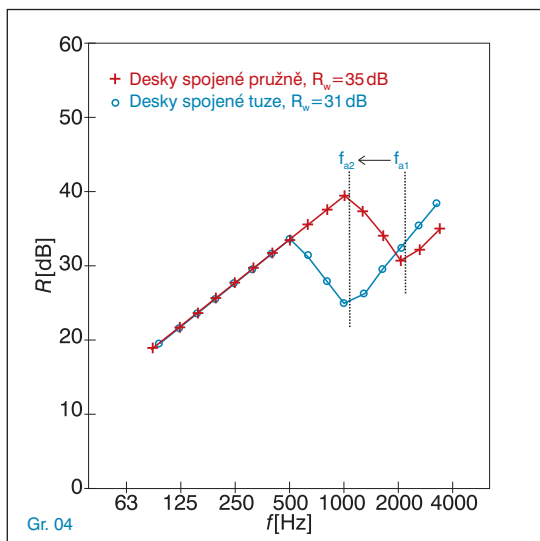


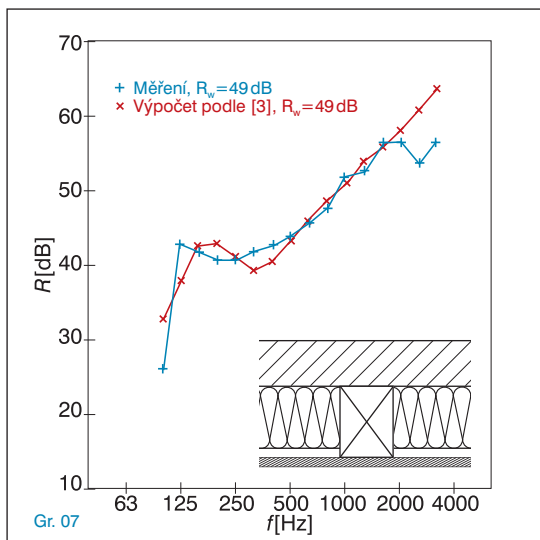
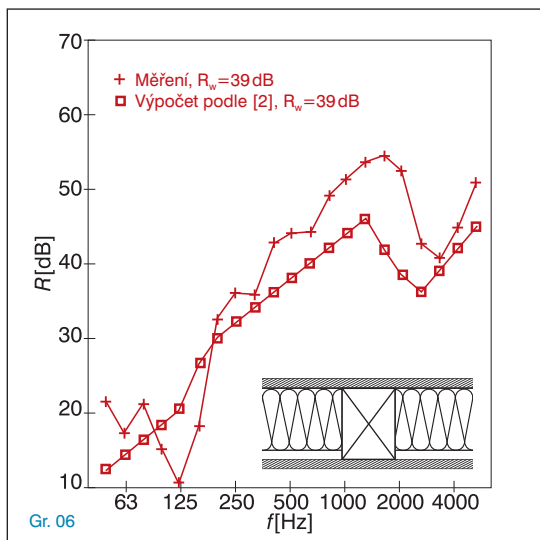
Obr. 03



Obr. 04

- Obr. 02 | Skladba z ohybově tuhých prvků
- Obr. 03 | Skladba z ohybově poddajných prvků
- Obr. 04 | Kombinovaná skladba
- Gr. 04 | Vypočtený průběh neprůzvučnosti pro dvě desky sádkartonu tl. 15 mm (vzájemně pružně, resp. tuze spojené)
- Gr. 05 | Změřený a vypočtený průběh neprůzvučnosti dvojitě stěny ze dvou sádkartonových příček tl. 80 mm se vzduchovou vrstvou tl. 50 mm vyplněnou pohltivým výrobkem





Gr. 06] Změřený a vypočtený průběh neprůzvučnosti dvojité stěny ze dvou sádkartonových desek tl. 13 mm, vzduchovou vrstvou tl. 90 mm vyplněnou pohltivým výrobkem a s dřevěnými sloupky a 406 mm

Gr. 07] Změřený a vypočtený průběh neprůzvučnosti dvojité stěny z jedné hmotné stěny tl. 10+68+10 mm, obložené sádkartonem tl. 13 mm na vzduchové vrstvě tl. 70 mm s dřevěnými sloupky po 570 mm

Obr. 05] Přenos zvuku příčkou s akustickými mosty

příčkou je tak dán součtem zvukového výkonu přeneseného separační vrstvou a právě těmito akustickými mosty /obr. 05/.

$$R = 10 \lg(W_i / (W_{t,1} + W_{t,2})) \text{ [dB]},$$

kde W_i je zvukový výkon dopadající na dělicí konstrukci [W]
 $W_{t,1}$ je zvukový výkon přenesený akustickými mosty [W]
 $W_{t,2}$ je zvukový výkon přenesený separační vrstvou [W].

Míra vlivu mechanického spojení dílčích prvků na výslednou neprůzvučnost konstrukce závisí především na počtu spojů a na jejich poddajnosti. Jinými slovy neprůzvučnost sádkartonové příčky je ovlivněna vzdáleností nosných sloupků a jejich konstrukčním řešením. Jinak se chovají příčky s dřevěnými sloupky a jinak se sloupky tenkostěnnými ocelovými. Neprůzvučnost sádkartonových příček s dřevěnými sloupky lze dostatečně přesně odhadnout například metodikou [2] (B. H. Sharp, 1978), jak je naznačeno v grafu /06/.

Pro příčky s ocelovými sloupky existuje jen velmi málo metod, které umožňují poddajnost sloupků do výpočtu zahrnout. Obecně lze říci, že vážená vzduchová neprůzvučnost sádkartonových příček s ocelovými sloupky bývá o 3-4 dB vyšší než příček se sloupky dřevěnými.

Při navrhování sádkartonových příček se většinou vychází z údajů výrobců. Pro ověření uváděných hodnot se často používají tzv. indexové metody (např. Vaverka a kol., 1998). Zásadní nevýhodou těchto metod může být, že nezohledňují skutečnou vzdálenost sloupků a frekvenční průběh neprůzvučnosti.

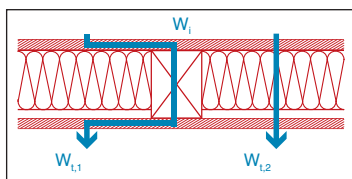
DVOJITÉ KONSTRUKCE KOMBINOVANÉ

Dvojitě konstrukce kombinované, tj. s jedním ohybově tuhým nebo polotuhým prvkem a jedním ohybově poddajným prvkem, jsou z hlediska výpočtového odhadu neprůzvučnosti nejvíce komplikované. Je to dáno právě různou ohybovou tuhostí, resp. hodnotou kritické frekvence vlnové koincidence obou prvků. Jednou z mála použitelných metod je díky své obecnosti metodika [3] (J. H. Rindel, 2005) /graf 07/. Většina ostatních metod poskytuje dostatečně přesné výsledky pouze v případě, že jsou oba dílčí prvky dvojité konstrukce podobné.

ZÁVĚR

Některé prezentované predikční metody pro výpočet laboratorní neprůzvučnosti stavebních konstrukcí jsou v ČR poměrně málo známé a v praxi se téměř nepoužívají. Přesto, jak je prezentováno v článku, lze s jejich

Obr. 05



využitím odhadnout neprůzvučnost většiny běžných stavebních konstrukcí s velkou přesností. Výsledky výpočtů tak mohou být alternativou změřených hodnot a jsou relevantním vstupem pro hodnocení zvukové izolace v budovách. Zpracováním hlukových studií včetně služeb z oblasti stavební prostorové akustiky se zabývá Atelier DEK. Článek vychází ze zpracovávané disertační práce autora na Stavební fakultě ČVUT v Praze.

< Jiří Nováček >

Literatura:

- [1] Čechura J., Stavební fyzika 10 – Akustika stavebních konstrukcí, učební skriptum ČVUT, 1999
- [2] Sharp B. H., Prediction Methods for the Sound Transmission of Building Elements, Noise Control Engineering 11/2, 1978
- [3] Rindel J. H., Kristensen J., Bygningakustik, Teori og Praksis, Statens Byggeforskningsinstitut, 1989
- [4] Bies A. D., Hansen C. H., Engineering Noise Control, Theory and Practice, 3rd Edition, 2003
- [5] Homb A. e. a., Lydisolerende konstruksjoner, 1983, NBI
- [6] ČSN EN 12354-1 Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 1: Vzduchová neprůzvučnost mezi místnostmi, 2001

PLASTOVÁ OKNA, BALKONOVÉ A VSTUPNÍ DVEŘE S VÝBORNÝMI AKUSTICKÝMI A TEPELNĚIZOLAČNÍMI VLASTNOSTMI

WINDEK PVC jsou plastová okna a balkonové dveře s tepelněizolačními vlastnostmi splňujícími požadavky platných tepelnětechnických norem. Okna i balkonové dveře jsou vyrobeny z kvalitních pětikomorových a čtyřkomorových profilů VEKA a kvalitních izolačních dvojskel s plastovými distančními rámečky.

Základními profily, ze kterých se vyrábějí okna a balkonové dveře **WINDEK PVC**, jsou **WINDEK PVC DEKLINE** a **WINDEK PVC DEKLINE PLUS**.

WINDEK®

DEKPARTNER

PROGRAM NADSTANDARDNÍ TECHNICKÉ PODPORY PRO PROJEKTANTY A ARCHITEKTY



TECHNICKÁ PODPORA

Kvalitní technická podpora je nezbytná pro správné zabudování materiálů do konstrukce, a tedy pro úspěšné dokončení a užívání stavby. Funkční stavební dílo je úspěchem nejen pro projektanta, realizační firmu a investora, ale také pro společnost DEKTRADE. Je zároveň základním předpokladem pro další rozvoj spolupráce s projektanty a realizačními firmami.

DEKTRADE a.s. poskytuje technickou podporu prostřednictvím techniků na pobočkách společnosti a také prostřednictvím samostatné sesterské společnosti DEKPROJEKT s.r.o., zabývající se zejména specializovanou projekční a expertní činností. Všechny tyto složky jsou sdruženy pod značkou ATELIER DEK (dříve Atelier stavebních izolací).

Technická podpora pro všechny projektanty zahrnuje poskytování informací o vlastnostech, navrhování a zabudování materiálů ze sortimentu DEK a některé další služby, které mohou projektanti a realizační firmy kdykoliv využít. Tato technická podpora je projektantům poskytována zdarma.

Obsahuje:

- tištěné projekční publikace řady Skladby a details,
- návrhy skladeb konstrukcí s tepelnětechnickým posouzením pro obalové konstrukce staveb se spojitou silikátovou konstrukcí na straně interiéru – normální prostředí (obalové konstrukce klasické bytové a občanské výstavby), lehké obvodové pláště – normální prostředí (plechové sendviče, sádkartonové konstrukce, nestandardní šikmé střechy),
- posouzení nebo návrh izolace proti radonu,
- výpočet zatížení větrem, návrh fixace střešních vrstev (spotřeba lepidla, rozmístění dlaždic, návrh rozmístění kotev – pro materiály ze sortimentu DEKTRADE),
- kladečský plán spádových klínů – klíny z pěnového polystyrenu, klíny z kompletizovaných dílců POLYDEK,
- zajištění výtazných zkoušek kotev (po předchozí dohodě),



- dohled nad zabudováním materiálů ze sortimentu DEKTRADE (po předchozí dohodě),
- DEKTIME – časopis pro projektanty a architekty,
- Semináře STŘECHY & IZOLACE, pořádané každoročně společností DEK ve spolupráci se znaleckou a expertní kanceláří KUTNAR. Účast na seminářích je zdarma. Semináře jsou zařazeny do programu celoživotního vzdělávání ČKAIT.

Další (nadstandardní) technická podpora je poskytována výhradně v rámci programu DEKPARTNER. Nabídka služeb v rámci programu DEKPARTNER se neustále rozšiřuje. V současné době zahrnuje:

- speciální čísla časopisu DEKTIME určená výhradně účastníkům programu DEKPARTNER,
- přístup k typovým detailům v DWG formátu z příruček vydávaných společností DEKTRADE přes individuální účet DEKPARTNER na internetových stránkách programu (ploché střechy, šikmé střechy, ETICS DEK THERM, DEK HOME, DEK METAL),
- pravidelné aktualizace šanonů s výrobním a obchodním programem DEK,
- zaslání informací o změnách norem, předpisů, plánovaných seminářů a školení apod.,

- přednostní podpora technika v regionu,
- bodové hodnocení navržených a uplatněných materiálů v projektu účastníka programu, poskytování specializovaných služeb společnosti DEKPROJEKT s.r.o. za získané body.

SPECIÁLNÍ ČÍSLA DEKTIME

Speciální čísla časopisu jsou určena výhradně účastníkům programu DEKPARTNER. Pro každý speciál vybíráme ústřední téma, na které jsou jednotlivé články zaměřeny.

Již nyní dokončujeme texty do druhého letošního speciálu věnovaného klempířským konstrukcím. Volba na klempířské konstrukce padla z důvodu připravované revize normy ČSN 73 3610 Klempířské práce stavební. Zpracovatelem revize je doc. Ing. Zdeněk KUTNAR, CSc. ve spolupráci s Ateliérem DEK.

Pro rok 2008 bychom Vám rádi nabídli možnost ovlivnit zaměření jednotlivých speciálů. Své náměty nebo okruhy témat, které by se měly na stránkách našeho časopisu diskutovat, nám můžete zasílat e-mailem nebo poštou na adresu redakce.

<Roman Laník>
Manažer programu DEKPARTNER

DEKHOME V PROGRAMU DEKPARTNER

Úplnou novinkou je propojení programu DEKPARTNER s projektem DEKHOME. Projekt DEKHOME zahrnuje navrhování a výstavbu rodinných domů v uceleném systému s materiály ze sortimentu DEKTRADE. Nedílnou součástí projektu DEKHOME je projekční a technická podpora specialistů Ateliéru DEK ve fázi přípravy, realizace a předání stavby.

V současné době na svém účtu DEKPARTNER naleznete konstrukční detaily systému DEKHOME v DWG formátu, a to v sekci Technická podpora/ Podklady pro CAD. Objekty DEKHOME jsou zařazeny do bodového hodnocení v programu DEKPARTNER. U těchto domů je nastaveno velmi zjednodušené zadávání údajů o objektu.

**U VŠECH ZNAČKOVÝCH
ASFALTOVÝCH
PÁSŮ DEKTRADE
SE PRAVIDELNĚ
OVĚŘUJE DODRŽENÍ
GARANTOVANÝCH
PARAMETRŮ
V AKREDITOVANÉ
ZKUŠEBNĚ.**

DEKBIT V60 S35

Hydroizolační pás z oxidovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné rohože.

DEKGLASS G200 S40

Hydroizolační pás z oxidovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny.

DEKBIT AL S40

Hydroizolační pás z oxidovaného asfaltu s nosnou vložkou z hliníkové fólie kaširované skleněnými vlákny.

ZNAČKOVÉ, OXIDOVANÉ PÁSY DEKTRADE

- **DEK** A330H
- **DEK** R13
- **DEKBIT** V60 S35
- **DEKBIT** AL S40
- **DEKGLASS** G200 S40

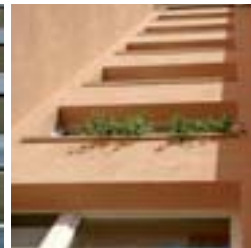
DEK THERM

VNĚJŠÍ KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM

Kompletní sortiment lepidel, tepelných izolací, omítek, barev a příslušenství

Kompletní technická podpora při navrhování a provádění:
architektonické studie
návrhy skladeb VKZS
prováděcí projekty
technické dozory

www.dektrade.cz



ŘEZIVO DEKWOOD

KOMPLETNÍ SORTIMENT DŘEVĚNÝCH PRVKŮ PRO KAŽDOU STAVBU

Řezivo odpovídá jakostní třídě S 10 dle ČSN 73 2824-1 Třídění dřeva podle pevnosti – Část 1: Jehličnaté řezivo a má prohlášení o shodě „Dřevo na stavební konstrukce“ podle nařízení vlády č. 163/2002 Sb. Řezivo DEKWOOD je impregnováno v impregnačním zařízení v centrálním skladu společnosti DEKTRADE. Procesy impregnace podléhají systému řízení jakosti ISO 9001.