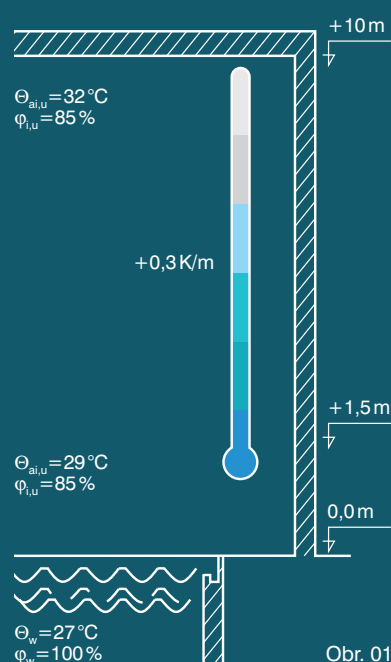


NAVROVÁNÍ STŘECH BAZÉNOVÝCH HAL

ČLÁNEK SEZNAMUJE ČTENÁŘE SE ZÁKLADNÍ PROBLÉMATIKOU NAVRHOVÁNÍ 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 SKLADEB STŘECH A ŘEŠENÍ DETAILŮ, KTERÉ MOHOU SLOUŽIT PROJEKTANTOVI 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 tepelnětechnický 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 plášťů 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 plášťů 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 tepelně technického výpočtu a nelze je tedy v žádném případě opomenout.

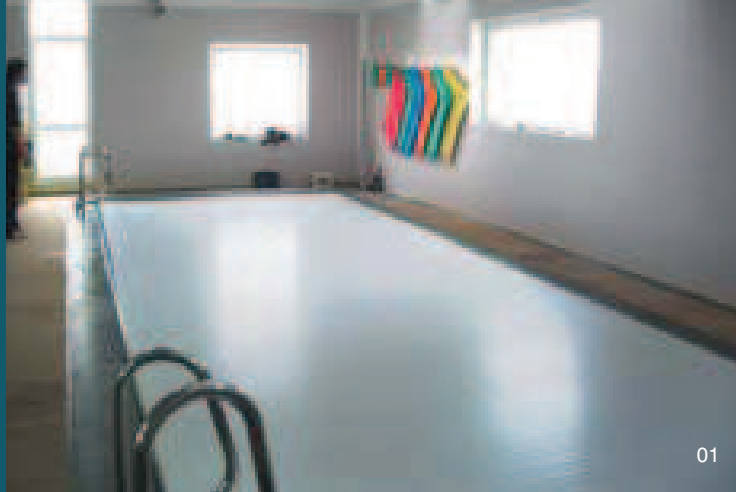
Tepelnětechnické požadavky

Tepelnětechnické 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 (obzvlášť 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 zbývajících částech objektu a požadavky na tepelnou izolaci obvodového pláště jsou tedy logicky přísnější. Kromě toho je vnitřní prostor s bazénem zpravidla

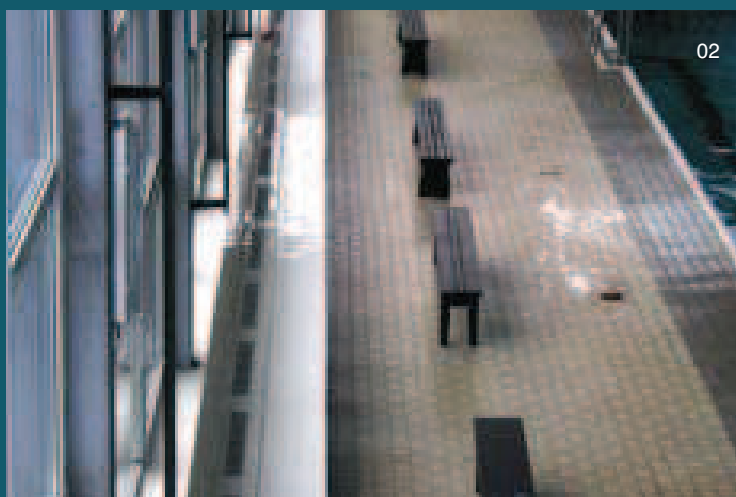
Obr. 01 | Průběh návrhových parametrů vnitřního vzduchu po výšce haly

Tabulka 01 | Tepelnětechnické 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



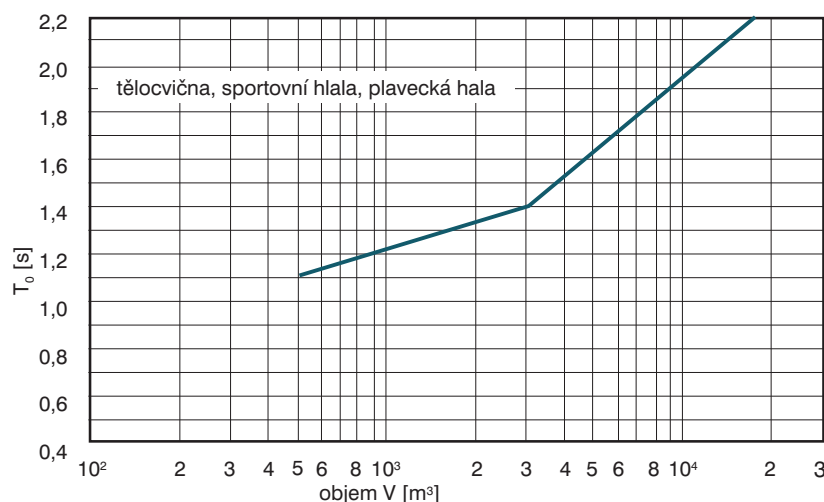
02

- 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 nejnížší 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 $\varphi_i > 60\%$ v zimním období nesplní požadavek na nejnížší 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/ $\varphi_i = 85\%$), 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 nejnížší 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 | Optimalní doba dozvuku T_0 v závislosti na objemu bazénové haly V



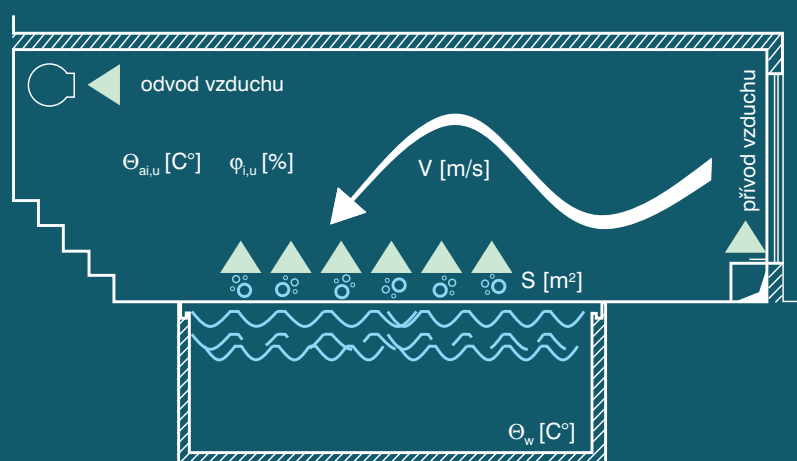
ověřit, zda na konstrukci nebude docházet nejen k orosování (kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr}=100\%$), ale ani k růstu plísní (kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr}=80\%$). To může být u střechy, kde prakticky neexistuje možnost jejího omývání, obzvlášť důležité. Základním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

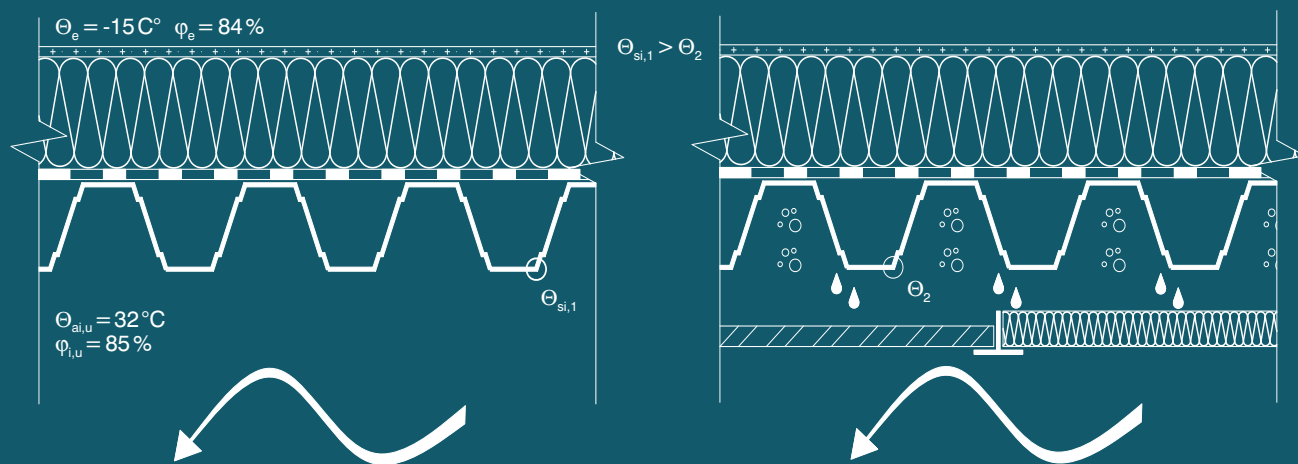
VNITŘNÍ MIKROKLIMA

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 $\theta_{a,i,u}$ [°C], $\phi_{i,u}$ [%]
- 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 desetinasobně).

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 difúzí. Z hlediska účinnosti větracího systému je nesmírně důležitá správná distribuce přiváděného suchého vzduchu.

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

Naopak co nejnížší rychlost by měl vzduch mít těsně nad vodní hladinou. Odvod vzduchu se většinou umísťuje do horní části haly pod střechu. 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 riziku vzniku nevětraných míst v rámci vnitřního prostoru s bazénem ještě vyšší.

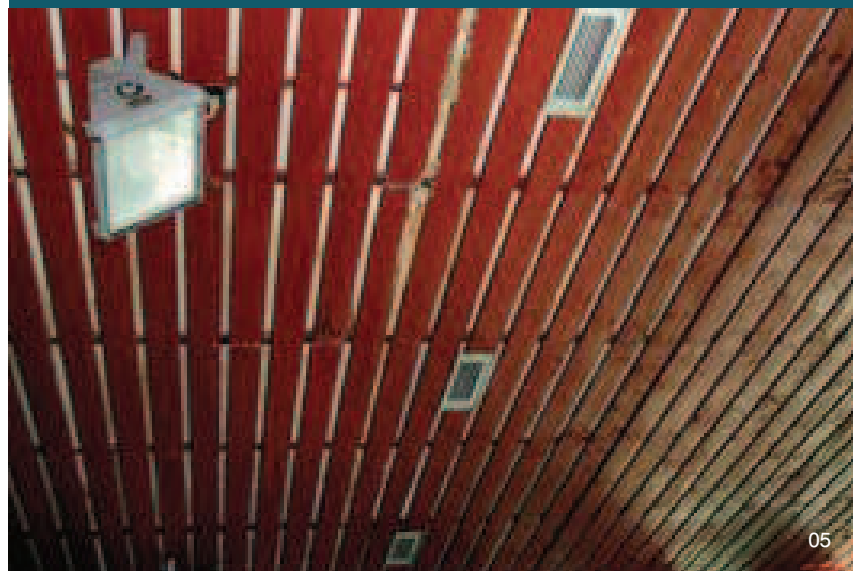
Účinnost takového odvlhčovače je pak závislá především na správném umístění vnějšího hygrostatu.

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 nátery apod.).

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

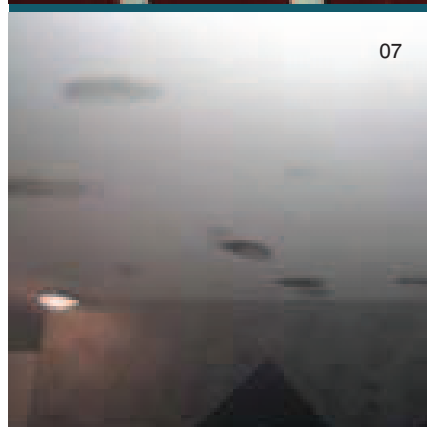
Pro akustické úpravy se většinou používají konstrukce pórovité nebo děrované. Umísťují se zpravidla rovnoměrně v půdoryse upravované místnosti nebo v závislosti



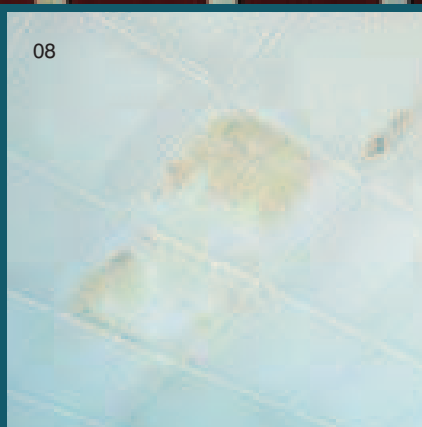
05



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 sádkartonový podhled bez perforace a bez akusticky pohltivé vložky ve vzduchové vrstvě. Uvažovaná hala s bazénem 21×50 m má rozměry (š×d×v) 30×65×8 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 m³ 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 tepelnětechnické 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 $U_N=0,14$ W.m⁻².K⁻¹ a s hydroizolační vrstvou z PVC-P fólie.

Zvolme návrhové parametry vnitřního vzduchu pod střechou 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 nepříznivého

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 přírůstek $0,5^\circ\text{C}$ 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 výpočtově 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/, obzvlášť 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 střešních 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 sádrokartonových desek. Odstranění kondenzace z vrstev mezi podhledem a parozábranou

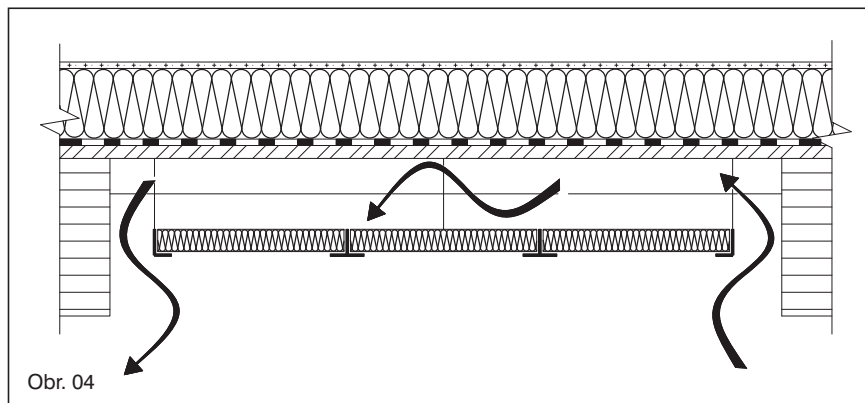
lze dosáhnout několika způsoby, například:

- 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.

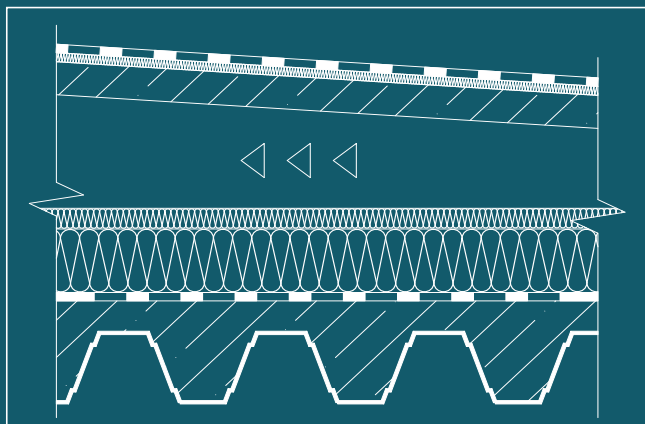
Samotné přidání tepelného izolantu navíc neřeší problém s nízkými povrchovými teplotami nad podhledem v detailech (například ve styku střechy s vnější stěnou). Občas se lze setkat i se snahou o „zparotěsnění“ vrstvy podhledu podtmelením minerálních kazet v uložení na nosný kovový rošt. Takové řešení 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, obzvlášť 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 mírně přetlakové. Při větších objemech vzduchu je vhodné zvážit 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



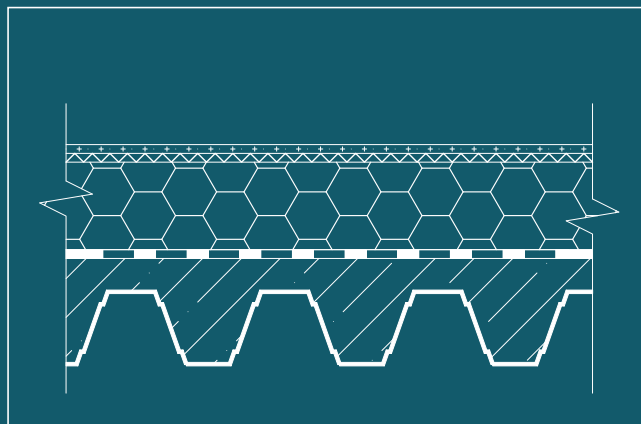
09 | Výskyt kondenzace na horním plášti dvouplášťové střechy nad bazénem

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 podhledu do více samostatných ploch, po obvodě napojených na vnitřní prostor haly. To je vhodné zejména při malé tloušťce vzduchové vrstvy nebo při vkládání podhledu mezi nosné prvky střechy (například mezi dřevěné lepené vazníky). Mezi okrajem podhledu a dělicí konstrukcí musí být zachován dostatečný odstup, kterým může teplý vzduch pronikat do prostoru nad podhledem.

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.

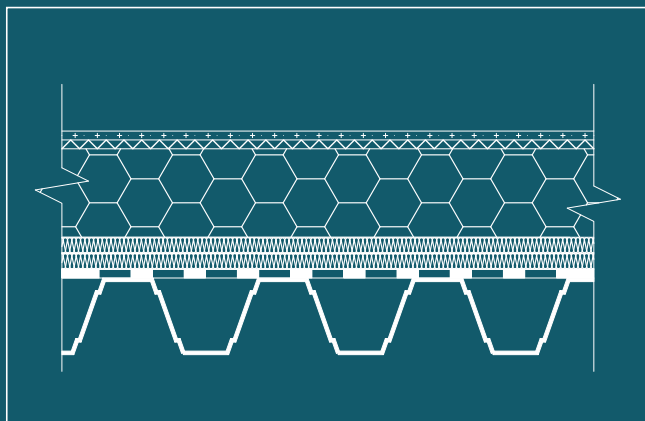
Především se jedná o návrh skutečně účinného větrání vzduchové vrstvy střechy a o zajištění trvalé vzduchotěsnosti spodního pláště. Při jejich nesplnění může paradoxně větraná vzduchová vrstva situaci ještě zhoršit. Například při nedodržení podmínky vzduchotěsnosti spodního pláště může docházet k přísávání 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 hydroizolací 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.

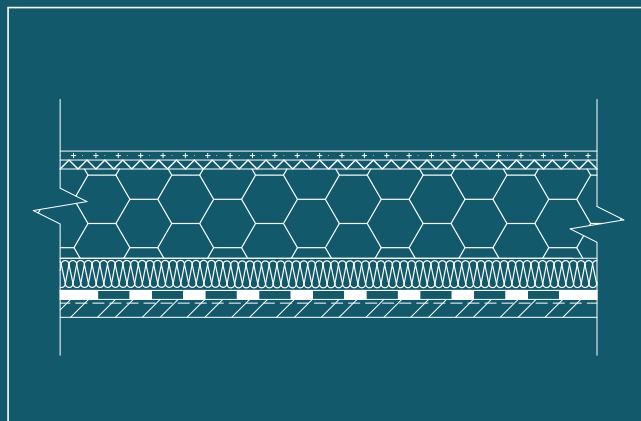
Jednoplášťová střecha má oproti dvouplášťové mnoho výhod. Lze ji například snadněji realizovat s vyloučením vlivu tepelných mostů (u dvouplášťové střechy je eliminace tepelných mostů často velmi náročná vlivem nosného spojení obou střešních plášťů). U jednoplášťové střechy také nehrozí zafoukávání studeného 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 korozní agresivity prostředí C4 (vysoká). Úprava ocelových prvků se zpravidla provádí žárovým zinkováním, vícevrstvy 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 korozně 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 korozní 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



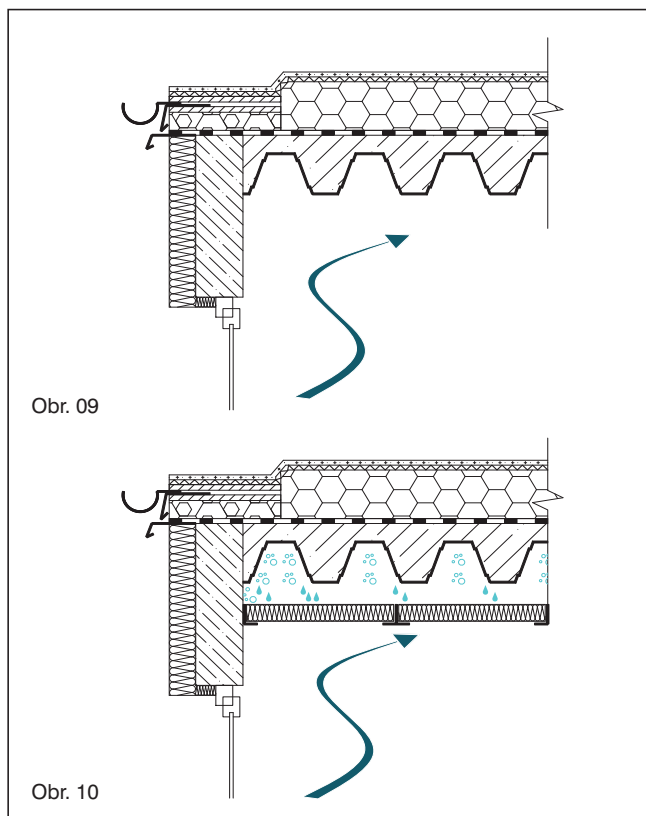


12



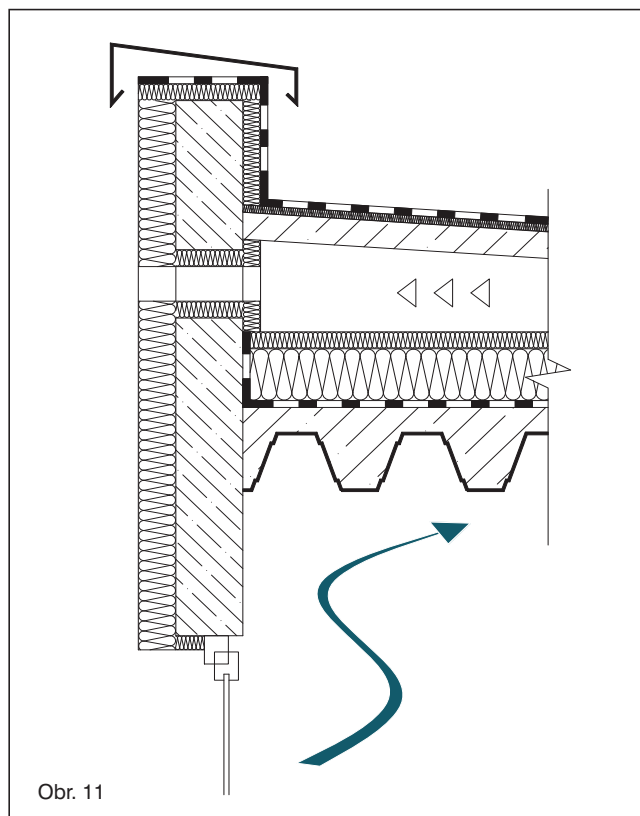
13

- 10-11 | Dřevěné prvky ve střechách bazénových hal
- 12 | Nosná příhradová konstrukce dvouplášťové 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 zakrývání detailu podhledem, omezujícím proudění vzduchu podél ochlazované konstrukce
- Obr. 11 | Dvouplášťová 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 přívodní prvky např. v polovině výšky haly. Velmi nežádoucí je zakrývání detailu podhledem, který omezuje proudění vzduchu podél ochlazené konstrukce a tím riziko orosování ještě zvyšuje /obr. 10/. U dvouploškové střechy je třeba navíc doplnit tepelný izolant na vnější stěně i ze strany vzduchové vrstvy v tloušťce ověřené tepelnotechnickým výpočtem /obr. 11/ a vhodnými úpravami vyloučit zafoukávání 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 – SHRUTÍ

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 přizpůsobit. Obzvláště důležité je zajištění funkčnosti 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 – Shromažďovací 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