

DEK

TIME

02 | 2009

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

PROSTOROVÁ AKUSTIKA

V SOUVISLOSTECH

PRŮBĚH TĚPLOT
VE SKLADBĚ STŘECHY
S OPAČNÝM POŘADÍM IZOLACNÍCH VRSTEV

REKONSTRUKCE STŘECHY
BAZÉNOVÉ HALY V PLZNI

REKONŠTRUKCIA STRECHY
NAD BAZÉNOVOU HALOU
ZÁKLADNEJ ŠKOLY V STROPKOVE

PORUCHY STŘECH
NAD LEDOVOU PLOCHOU

TECHNICKÁ NORMALIZACE

ELASTEK & GLASTEK

MODIFIKOVANÉ ASFALTOVÉ PÁSY

ELASTEK

ELASTEK

40 SPECIAL DEKOR

DEKTRAL

BY DEK

GREEN
ZIELEN
ZELENY

GREEN
ZIELEN
ZELENY

GRÜ

GREEN
ZIELEN
ZELENY

ELASTEK®
GLASTEK®

www.dektrade.cz | www.dektrade.sk



ČÍSLO
2009 **02**

V TOMTO ČÍSLE NALEZNETE

- 04** PROSTOROVÁ AKUSTIKA V SOUVISLOSTECH
Ing. Jiří NOVÁČEK
- 12** PRŮBĚH TĚPLOT VE SKLADBĚ STŘECHY
S OPAČNÝM POŘADÍM IZOLAČNÍCH VRSTEV
Ing. Ctibor HŮLKA, Ing. Vladimír VYMĚTALÍK
- 20** REKONSTRUKCE STŘECHY BAZÉNOVÉ HALY V PLZNI
Ing. Jiří SEDLÁČEK
- 26** REKONŠTRUKCIA STRECHY NAD BAZÉNOVOU HALOU
ZÁKLADNEJ ŠKOLY V STROPKOVE
Ing. Róbert JANČEK, Ing. Jozef FOLVARČÍK
- 30** PORUCHY STŘECH NAD LEDOVOU PLOCHOU
Ing. Viktor ZWIENER, Ph.D.
- 38** TECHNICKÁ NORMALIZACE
Ing. Zdeněk PLECHÁČ

FOTOGRAFIE NA OBÁLCE

Autor: Ing. arch. Viktor Černý

DEKTIME ČASOPIS SPOLEČNOSTI **DEK**
PRO PROJEKTANTY A ARCHITEKTY

datum a místo vydání: 17. 07. 2009, Praha
vydavatel: DEK a.s., Tiskařská 10, 108 00 Praha 10, IČO: 27636801

zdarma, neprodejné

redakce Atelier DEK, Tiskařská 10, 108 00 Praha 10 **šéfredaktor** Ing. Luboš Káně, tel.: 234 054 207, e-mail: lubos.kane@dek-cz.com **redakční rada** Ing. Luboš Káně /autorizovaný inženýr/, doc. Ing. Zdeněk Kutnar, CSc. /autorizovaný inženýr, soudní znalec/, Ing. Ctibor Hůlka /energetický auditor/, Ing. Lubomír Odehnal /soudní znalec/ **grafická úprava** Michala Pálková, DiS., Eva Nečasová, Ing. arch. Viktor Černý **sazba** Michala Pálková, DiS., Eva Nečasová, Ing. Milan Hanuška **fotografie** Ing. arch. Viktor Černý, Eva Nečasová a redakce

Pokud si nepřejete odebírat tento časopis, pokud dostáváte více výtisků, příp. pokud je Vám časopis zasílán 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



AQUAPALACE PRAHA

PROSTOROVÁ AKUSTIKA V SOUVISLOSTECH

AQUAPALACE V PRAZE ČESTLÍČÍCH, UVEDENÝ DO PROVOZU V KVĚTNU ROKU 2008, JE NEJVĚTŠÍM AQUAPARKEM VE STŘEDNÍ EVROPĚ. JEHO KAPACITA JE 2 100 NÁVŠTĚVNÍKŮ, VODNÍ PLOCHA ZABÍRÁ PŘÍBLIŽNĚ 2 500 m². PRVNÍ STAVEBNÍ POVOLENÍ NA ZÁBAVNÍ CENTRUM S AQUAPARKEM BYLO VYDÁNO UŽ V ROCE 2002. PO DOKONČENÍ HRUBÉ STAVBY VŠAK BYLA STAVBA NA VÍCE NEŽ DVA ROKY ODLOŽENA. PO ZMĚNĚ INVESTORA A KOMPLETNÍM PŘEPRACOVÁNÍ PROJEKTU BYLA STAVBA DOKONČENA AŽ V ROCE 2008.

Atelier DEK byl na akci objednan ve fázi změn projektové dokumentace a podílel se na řešení prostorové a stavební akustiky objektu. Navázal tak na činnost společnosti SONING

Praha a.s., která zpracovala akustiku v původním projektu. Naším hlavním úkolem bylo prověřit původní řešení akustiky ve vztahu k aktuálním legislativním

požadavkům a navrhnout jeho úpravy vyplývající z dispozičních a stavebních změn, ze záměn technologického vybavení apod. Cílem bylo eliminovat nepříznivé



01

01 | Interiér paláce vlnobití
02 | Jeden z paláců ve fázi výstavby

vliv hluku z technických zařízení a hlučných provozů na chráněné vnitřní a venkovní prostory vlastního objektu a dosáhnout požadovaných vlastností vybraných vnitřních prostorů z hlediska prostorové akustiky. Z tohoto pohledu bylo nejzajímavější činností prověření prostorové akustiky jednotlivých paláců, které byly charakteristické velkým obestavěným objemem (přes 20 000 m³), zvláštním tvarovým řešením (povrchy stěn, stropů a podlahy nejsou navzájem rovnoběžné) a malou plochou volných povrchů vhodnou pro



02

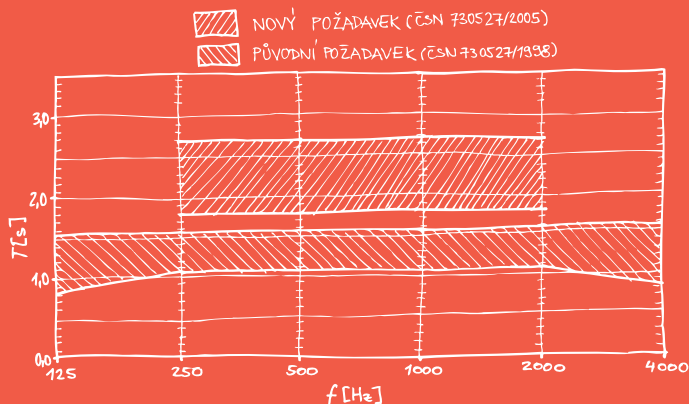
Obr. 01 | Půdorysné schéma objektu

- 1 PALÁC DOBRODRUŽSTVÍ – tobogány, skluzavky, spacebowl
- 2 PALÁC VLNOBITÍ – bazén s umělými vlnami
- 3 PALÁC RELAXACE – plavecký bazén
- 4 CENTRÁLNÍ ČÁST – šatny, sprchy, lázně, restaurace
- 5 VSTUPNÍ ČÁST – restaurace, obchody, spa, fitness



Obr. 01

Graf 01 | Změna požadavků na dobu dozvuku T paláců



aplikaci zvukově pohltivého obkladu (venkovní stěny a střecha jsou z velké části prosklené /foto 01/).

ZMĚNY V POŽADAVCÍCH NA PROSTOROVOU AKUSTIKU

V době zpracování původní projektové dokumentace byly požadavky na dobu dozvuku plaveckých hal stanoveny Nařízením vlády č. 502/2000 Sb. [1] společně s ČSN 73 0527 [4] z roku 1998. Optimální doba dozvuku odpovídala pro všechny plavecké haly hodnotě $T_0=1,3$ s, přičemž přípustné rozmezí hodnot poměru dob dozvuku T/T_0 , kde T je skutečná doba dozvuku uzavřeného prostoru, bylo určeno v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma pro oktávová pásma od 125 Hz do 4 000 Hz podle grafu /01/. Požadavek na optimální dobu dozvuku nebylo s ohledem na velký objem vnitřního prostoru prakticky možné dosáhnout. Proto bylo v původním návrhu [9] řečeno, že dle praktických zkušeností je vyhovující přiblížit se dobou dozvuku alespoň hodnotě $T_0=2,0$ s. V roce 2005, tedy ještě před zpracováním změn projektové dokumentace, vstoupila v platnost nová ČSN 73 0527, v níž došlo k výrazné úpravě požadavků na plavecké haly. Hodnota optimální doby dozvuku T_0 se nově stanoví výpočtem v závislosti na objemu uzavřeného prostoru, např. pro plavecké haly s objemem V od 3 000 m³ do 20 000 m³ ze vztahu $T_0=1,0366\log V-2,204$. Doba dozvuku T veřejných prostorů se navíc nově ověřuje pouze pro oktávová pásma se středními kmitočty od 250 Hz do 2 000 Hz (viz graf /01/). V našem případě vedly legislativní úpravy k výraznému prodloužení předepsané optimální doby dozvuku T_0 jednotlivých paláců z 1,3 s na 2,25 s, což se zásadně odrazilo v hodnocení jejich prostorové akustiky. Zatímco původní hodnotu $T_0=1,3$ s nebylo možné splnit ani se jí přiblížit, nová hodnota $T_0=2,25$ s se už jevila jako dosažitelná.

PŮVODNÍ ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY PALÁCŮ

V původním řešení prostorové akustiky paláců byly navrženy zvukově pohltivé stěnové obklady v kombinaci s kazetovými podhledy

v největším možném rozsahu, tj. na všechny volné plochy konstrukcí (s výjimkou prosklených částí stěn a střech).

Na stěny byl projektován zvukově pohltivý obklad z desek z barveného písku pojeného epoxidovou kompozicí SONIT D30, na střechu kazetový podhled z desek SONIT SP5 (na stejné materiálové bázi) a na vzduchotechnické kanály v interiéru kazetový podhled z desek z minerálních vláken s omyvatelným povrchem, určený do prostorů s relativní vlhkostí až 100 %, ARMSTRONG Ceramaguard Fine Fissured. Podhled pod střechem byl rozdělen do samostatných polí mezi lepenými dřevěnými vaznicemi a dřevěnými vaznicemi tak, aby vždy po celém obvodu každého pole byla ponechána dostatečná mezera umožňující proudění vzduchu mezi podhledem a střechem /foto 03/ a /obr. 02/.

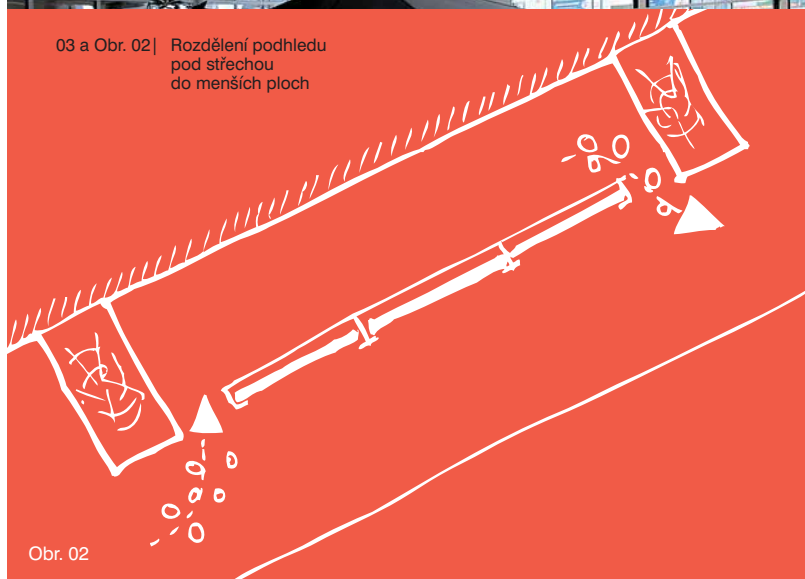
Výsledkem uvedeného řešení bylo, že se vypočtená doba dozvuku v jednotlivých palácích pohybovala v rozmezí hodnot 1,9–3,0s (v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma). Nespĺňovala tedy původní požadavek na optimální dobu dozvuku 1,3s (včetně jejího přípustného rozmezí). Nepodařilo se splnit ani původní návrhovou hodnotu 2,0s, která se téměř shodovala s novým požadavkem. Pro dosažení vyhovujícího stavu bylo třeba dobu dozvuku zkrátit.

MOŽNOSTI ÚPRAV PROSTOROVÉ AKUSTIKY PALÁCŮ VZHLEDEM KE SPECIFICKÝM PODMÍNKÁM

Zkrácení doby dozvuku pod limitní úroveň bylo možné dosáhnout zvýšením celkové pohltivosti vnitřního prostoru. To ovšem znamenalo zvětšení plochy pohltivých obkladů nebo použití jiných, zvukově pohltivějších výrobků. Vzhledem k tomu, že již v původním návrhu byly obloženy prakticky všechny volné povrchy, zvětšení plochy obkladů bylo možné jen za cenu úplného vyplnění polí mezi vaznicemi. Druhá možnost, tedy použití výrobků s větší zvukovou pohltivostí (např. desek



03 a Obr. 02 | Rozdělení podhledu pod střechem do menších ploch



Obr. 02

z minerálních vláken s povrchovou úpravou), přicházela v úvahu jen u konstrukcí, u kterých nehrozil přímý kontakt s odšťrkující vodou nebo na které nebyly kladeny zvýšené požadavky na jejich mechanickou odolnost. Tyto podmínky splňoval jen podhled střechy nebo konstrukcí v dostatečné vzdálenosti od vodní hladiny.

Při rozhodování o výsledném řešení však bylo třeba vzít v úvahu nejen hledisko prostorové akustiky, ale též tepelné techniky. Především se jednalo o riziko vzniku stavebních poruch v důsledku růstu plísni

na stavebních konstrukcích nebo dokonce povrchové kondenzace vodní páry (či přímého kontaktu obkladu s odšťrkující vodou) ve vlhkém bazénovém prostředí. Neobvyklý tvar střechy riziko vzniku vlhkostních poruch oproti normálu ještě zvyšoval, neboť umožňoval hromadění teplého vlhkého vzduchu pod značně ochlazeným vrcholem střechy. Podle ČSN 73 0540-3 [7] může při výšce vnitřního prostoru 18m, což je přibližně hodnota odpovídající světlé výšce paláců, činit rozdíl teplot interiérového vzduchu mezi dolní částí střechy a jejím vrcholem až 5 °C. Protože návrhová relativní

vlhkost vzduchu je podle této normy v obou výškových úrovních stejná, teplejší vzduch je více nasycený vodní parou a je tedy i náchylnější na její kondenzaci. Po uzavření prostoru nad podhledem v důsledku úplného vyplnění polí mezi vazníky by se riziko kondenzace vodní páry na spodním povrchu střechy ještě zvýšilo, což dokládá tabulka /01/. Nepříznivý vliv na tepelně-vlhkostní režim střechy by měl i minerální podhled. Zvýšený tepelněizolační účinek takového podhledu by totiž mohl způsobit ochlazení konstrukce střechy nad podhledem, čímž by došlo k dalšímu zvýšení relativní vlhkosti vzduchu v blízkosti této chladnější konstrukce a opět by mohlo dojít ke kondenzaci vodní páry, jak je patrné z tabulky /01/. Odkapávající kondenzát ze střechy by potom mohl ohrozit funkci kazetového podhledu z minerálních desek. Zvýšená relativní vlhkost vzduchu v okolí konstrukce by navíc nepříznivě ovlivňovala i trvanlivost nosných střešních prvků na bázi dřeva (vazníků a vaznic). Prakticky ve všech variantách

s uzavřenou vzduchovou vrstvou nad podhledem byla výpočtově překročena přípustná maximální hmotnostní vlhkost dřeva 18%, která představuje hranici, kdy mohou být dřevěné prvky v důsledku zvýšené vlhkosti napadeny dřevokaznými houbami.

I za cenu horších akustických vlastností jsme se proto přiklonili k řešení s podhledem z desek z barveného písku pojeného epoxidovou kompozicí, (které dobře odolávají přímému kontaktu s vodou z obou stran), rozděleným do polí s odstupem od nosných prvků. Pro alespoň částečné zvýšení pohltivosti vnitřního prostoru jsme na vnitřních konstrukcích, kde bylo riziko přímého kontaktu obkladu s vodou minimální (na VZT kanálech), navrhli použít zvukově pohltivější minerální podhled ECOPHON Focus A tl. 20mm. Takové řešení sice nebylo ideální z hlediska doby dozvuku, avšak v souvislosti s problematikou tepelné techniky se jednalo o řešení optimální. Ve výpočetních modelech, použitých při návrhu v některých

paláciích a v některých oktávových pásmech optimální doba dozvuku vycházela, někde ovšem těsně nevycházela. Ze zkušenosti víme, že skutečnou dobu dozvuku ovlivňují mnohé skutečnosti, které ve výpočtu nelze zcela postihnout. Jedná se např. o vliv vybavení interiéru, dekoračních prvků, zeleně, VZT potrubí, lehátek, nerovnoměrného rozložení pohltivých a nepohltivých ploch apod. Proto jsme se rozhodli navržená opatření realizovat a optimální dobu dozvuku dořešit až po realizaci stavby a projektového návrhu akustických opatření.

Při návrhu akustických úprav se i podle ČSN 73 0527 [4] vždy doporučuje postupovat v krocích. V jednotlivých fázích realizace se provádí měření doby dozvuku, výsledky měření se porovnávají s výsledky výpočtů a navrhuje se případné další úpravy plochy, typu obkladu apod. Podrobně k této problematice viz také článek Ing. Tomáše Kupsy o navrhování opatření pro optimalizaci doby dozvuku v čísle 04/2008.

Tabulka 01 | Výpočtový průběh relativní vlhkosti [%] a přibližná oblast kondenzace ve střeše

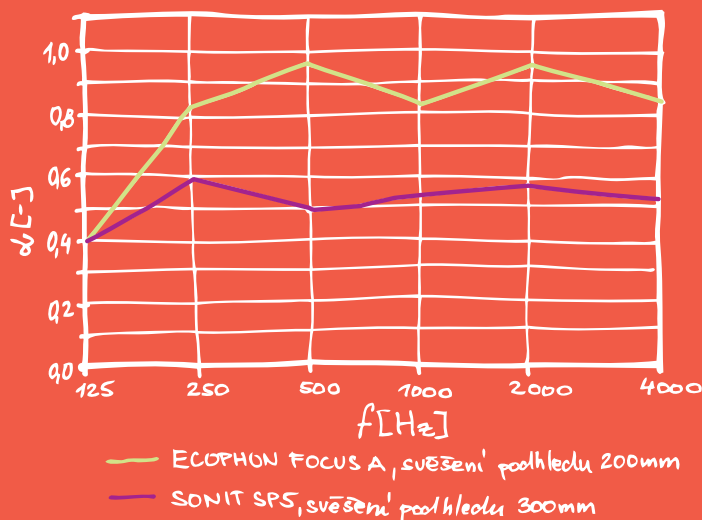
Vysvětlivky: Barevné rozlišení vypočtené rel. vlhkosti [%]



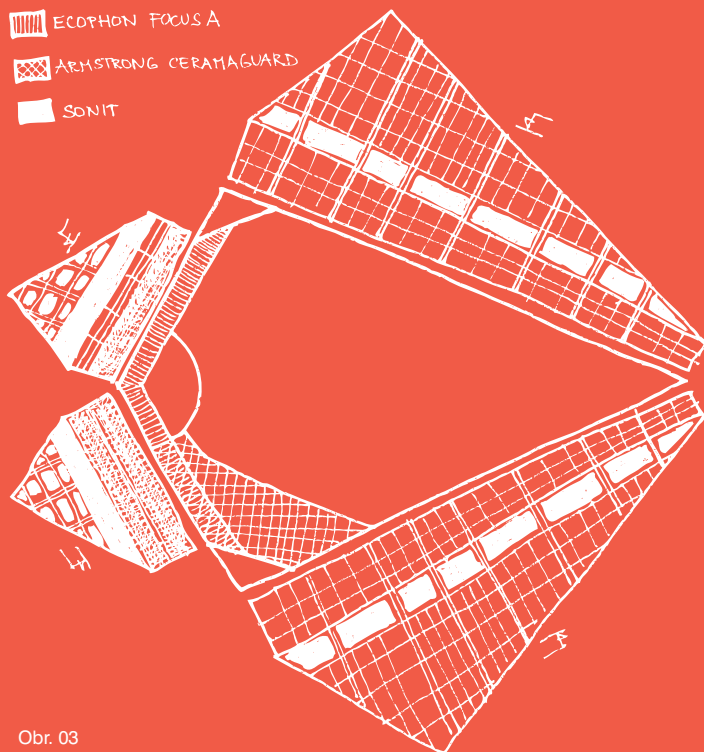
Popis varianty	Hledisko	Poloha	
		v dolní části střechy	ve vrcholu střechy
bez podhledu nebo s podhledem se vzduchovou vrstvou napojenou na interiéru (přibližné řešení)	růst plísní		
	kondenzace		
s podhledem se zanedbatelným tepelněizolačním účinkem (např. SONIT SP5), s uzavřenou vzduchovou vrstvou	růst plísní		
	kondenzace		
s podhledem s výraznějším tepelněizolačním účinkem (např. ECOPHON Focus A), s uzavřenou vzduchovou vrstvou	růst plísní		
	kondenzace		

Předpoklad: Střecha splňuje požadavek na součinitel prostupu tepla U podle ČSN 73 0540-2.

Graf 02 | Činitel pohltivosti podhledu



Obr. 03 | Skica Paláce vlnobíť s vyznačením návrhu akustických úprav



Obr. 03

DOBA DOZVUKU JEDNOTLIVÝCH PALÁCŮ – MĚŘENÍ

Po realizaci stavby jsme provedli kontrolní měření doby dozvuku in-situ. Změřené hodnoty doby dozvuku T všech tří paláců jsou vyneseny do společného grafu /03/.

Měření probíhalo v každém paláci vždy v několika kontrolních bodech pro různé polohy zdroje zvuku, kterým byla pistole ráže 9 mm s akustickými náboji. Pro měření byl použit zvukoměr NORSONIC Nor140 s mikrofonem Nor1225, spadající do třídy přesnosti 1.

OVĚŘENÍ PŘESNOSTI VÝPOČTŮ DOBY DOZVUKU

Měření ukázalo odchylky mezi skutečnou a vypočtenou dobou dozvuku T . Opravdu se tak potvrdil vliv výše jmenovaných okolností, které ve výpočtu nelze zcela postihnout. Ve dvou ze tří paláců (v Paláci relaxace a v Paláci vlnobíť) byla doba dozvuku v oktávových kmitočtových pásmech 500 Hz až 2 000 Hz delší než vypočtená. V Paláci vlnobíť změřená doba dozvuku v této kmitočtové oblasti přesahovala horní hranici přípustného rozptylu poměru hodnot T/T_0 . Nejlepšího souladu mezi vypočtenými a změřenými hodnotami doby dozvuku bylo dosaženo v Paláci dobrodružství. V tomto paláci však bylo nainstalováno velké množství vnitřního vybavení (tobogány, skluzavky, spacebowl apod.), které nebylo ve výpočtu uvažováno, avšak má příznivý vliv na zkrácení skutečné doby dozvuku (zmenšuje objem a zvětšuje pohltivost vnitřního prostoru, přispívá k difuznosti zvukového pole).

Zjištěný nesoulad mezi změřenými a vypočtenými hodnotami doby dozvuku může mít hned několik příčin, především:

- není splněn výpočtový předpoklad difuzního zvukového pole,
- propojení prostoru nad podhledem střešy s vnitřním prostředím ovlivňuje zvukovou pohltivost podhledu,



- skutečné provedení akustických úprav zcela neodpovídá jejich navrhovanému řešení.

Výpočet doby dozvuku podle ČSN 73 0525 [3] je založen na předpokladu difuzního zvukového pole. Pro jeho dosažení by měly být zvukověpohltivé prvky rozptýleny ve vnitřním prostoru co nejrovnoměrněji. Takového uspořádání však nebylo možné v reálu dosáhnout (střechy i vnější stěny jsou z převážné části prosklené, podlaha neumožňuje akustické úpravy). Nedifuznost zvukového pole může způsobit zkrácení nebo prodloužení doby dozvuku oproti výsledkům výpočtu založeného na teorii difuzního zvukového pole.

Propojení prostoru nad podhledem střechy s vnitřním prostředím bylo navrženo především kvůli snížení rizika vzniku kondenzace vodní páry nad podhledem, může však ovlivnit zvukovou pohltivost podhledu. Skutečná zvuková pohltivost podhledu zabudovaného do stavby tedy může být jiná, než kterou běžně uvádí výrobci a s níž také byly výpočty provedeny.

V rámci měření bylo zjištěno, že některé akustické úpravy nebyly v navrhované podobě realizovány. Jiná plocha akustického obkladu v interiéru vede ke změně celkové pohltivosti vnitřního prostoru a tedy i doby dozvuku oproti předpokladu.

Pro zkrácení doby dozvuku v Paláci vlnobití na požadovanou úroveň jsme doporučili zavěšení akustických těles, tzv. bafflů, do vnitřního prostoru. Toto řešení nemá vliv na tepelnou techniku a s ohledem na skutečnost, že již prakticky nejsou k dispozici žádné volné povrchy konstrukcí, které by bylo možné opatřit zvukově pohltivým obkladem, se jedná o řešení dle našeho názoru nejvhodnější.

ZÁVĚR

Naše zkušenosti z řešení prostorové akustiky aquaparku v Čestlicích dokazují, že optimalizace konstrukcí v bazénovém prostředí může být značně obtížná a prakticky vždy vede ke kompromisnímu návrhu.

- 04 | Interiér Paláce dobrodružství
- 05 | Interiér Paláce vlnobití
- 06 | Interiér Paláce relaxace

Zvýšená vlhkostní zátěž obvykle vyžaduje použití konstrukcí z odolných materiálů s uzavřenou povrchovou strukturou, která však snižuje jejich zvukovou pohltivost. Pro dosažení požadované doby dozvuku tak může být nezbytné obložit značnou část plochy konstrukcí ohraničujících vnitřní prostor s bazénem. Tyto konstrukce (střecha, vnější stěny) však velmi často oddělují bazénové prostředí od exteriéru, což proces optimalizace komplikuje.

< Jiří Nováček >

DEKPROJEKT s.r.o., Praha

Foto:

Eva Nečasová

Kresba obrázků a tvorba grafů:

Jiří Nováček

Generální projektant stavby:

METROPROJEKT Praha a.s.

Generální dodavatel stavby:

UNISTAV a.s.

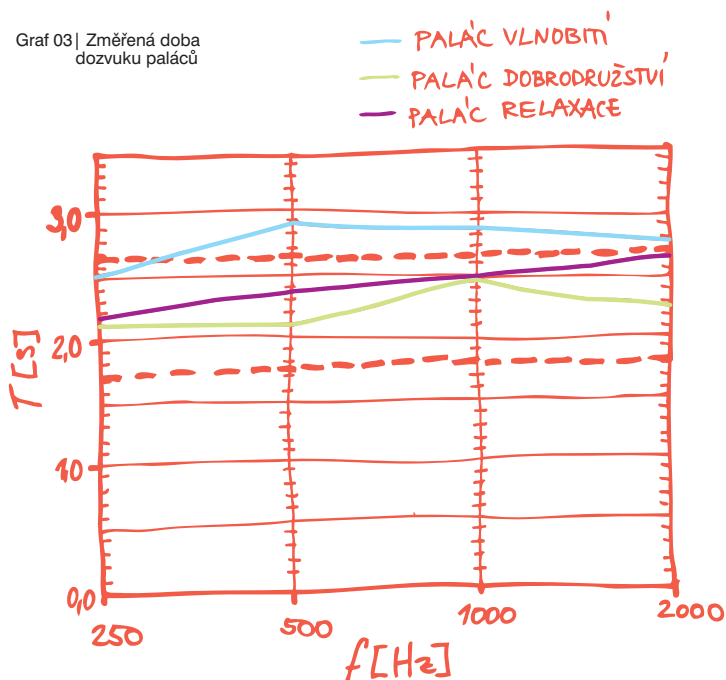
Literatura

- [1] Nařízení vlády č. 502/2000 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- [2] Nařízení vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před

nepříznivými účinky hluku a vibrací

- [3] ČSN 73 0525 Akustika–Projektování v oboru prostorové akustiky–Všeobecné zásady
- [4] ČSN 73 0527 Akustika–Projektování v oboru prostorové akustiky–Prostory pro kulturní účely–Prostory ve školách–Prostory pro veřejné účely
- [5] ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov–Část 1: Terminologie
- [6] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov–Část 2: Požadavky
- [7] ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov–Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [8] ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov–Část 4: Výpočtové metody
- [9] Aquapark Čestlice, řešení prostorové akustiky, Soning Praha a.s., duben 2003
- [10] Obchodní a zábavní centrum Čestlice, Prostorová akustika, Atelier stavebních izolací, Praha 2006
- [11] internet: www.aquapalacepraha.cz, www.soning.cz, www.ecophon.cz, www.armstrong.cz

Graf 03 | Změřená doba dozvuku paláců



07



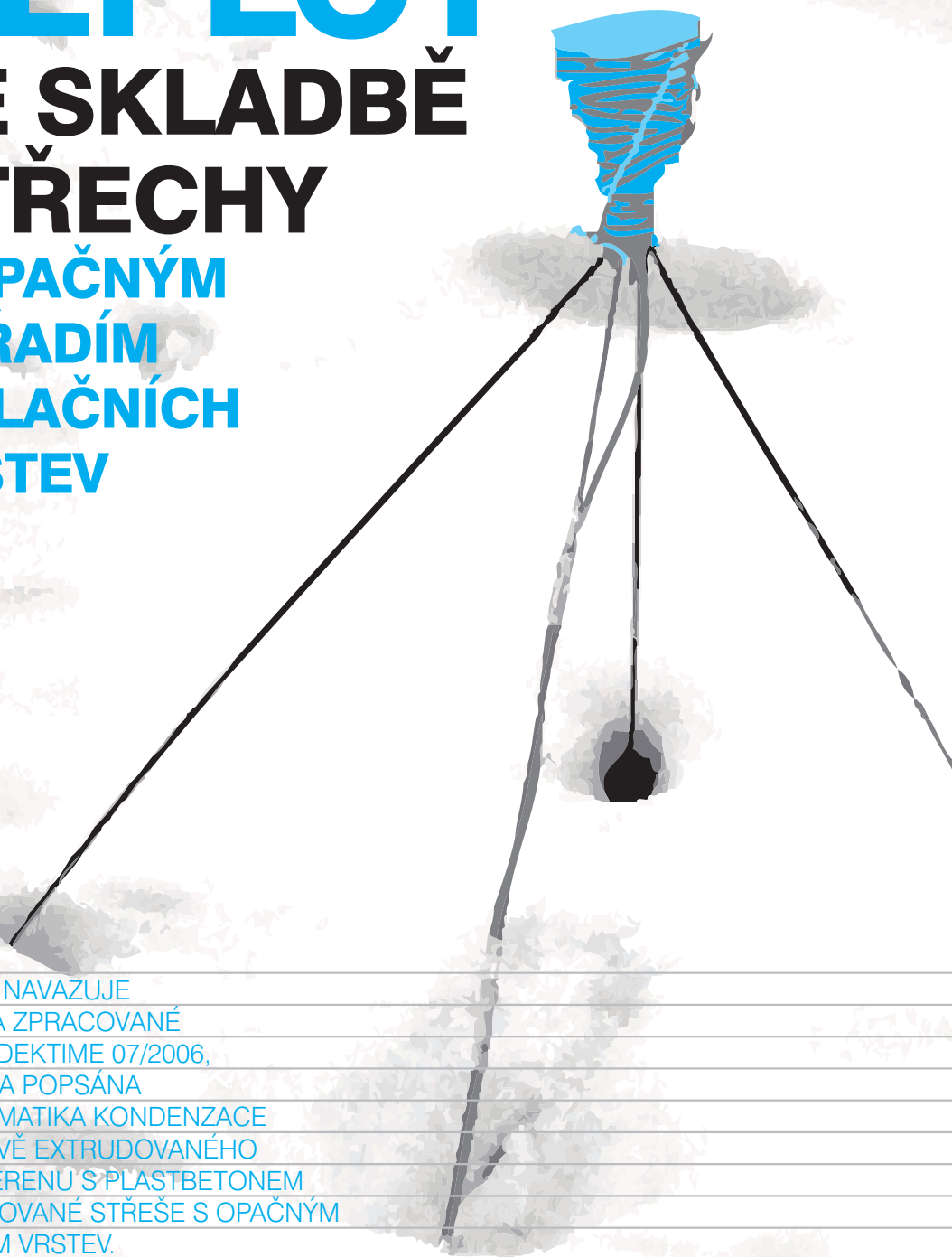
08

07–08 | Měření doby dozvuku

PRŮBĚH TEPLOT

VE SKLADBĚ STŘECHY

S OPAČNÝM
POŘADÍM
IZOLAČNÍCH
VRSTEV



ČLÁNEK NAVAZUJE
NA TÉMA ZPRACOVANÉ
V ČÍSLE DEKTIME 07/2006,
KDE BYLA POPSÁNA
PROBLEMATIKA KONDENZACE
VE VRSTVĚ EXTRUDOVANÉHO
POLYSTERENU S PLASTBETONEM
VE SLEDOVANÉ STŘEŠE S OPAČNÝM
POŘADÍM VRSTEV.

Při dalším výzkumu střechy měříme průběhy teplot ve vrstvách skladby střechy nad hydroizolací s cílem zjistit reálný vliv zatékající vody do vrstvy z extrudovaného polystyrenu na součinitel prostupu tepla skladby.

Výsledky měření a následných výpočtů součinitele prostupu tepla skladby porovnáme s teoretickým výpočtem vlivu pronikání vody do vrstvy extrudovaného polystyrenu na součinitel prostupu tepla podle ČSN EN ISO 6949. Měření teplot bude probíhat minimálně tři roky. V současné době máme k dispozici data z jednoho celého roku, ze kterých zatím nelze dělat objektivní závěry o součiniteli prostupu tepla, ale na vybraných výsecích dat lze pozorovat některé zajímavé zákonitosti v průběžích teplot.

MĚŘICÍ APARATURA

Měřicí aparatura se skládá ze dvou čtyřkanalových záznamníků teploty LOGGER S0141 s displejem a z osmi kompatibilních teplotních sond s platinovým odporovým snímačem teploty. Každý kanál má pro necyklický záznam kapacitu paměti 8126 záznamů.

MĚŘENÉ OBDOBÍ

Měření teplot ve skladbě střechy probíhá od ledna 2007 a nadále bude probíhat nejméně do poloviny roku 2010. Cílem je získat data minimálně ze třech ročních teplotních cyklů. Zajímají nás maximální rozdíly teplot ve skladbě střechy získané porovnáním výsledků měření ze zimního a letního období a dále vliv protékající chladné vody z dešťových srážek či tajícího sněhu na teplotu hydroizolace, který se nejvíce projevuje na jaře a na podzim.

SKLADBA STŘECHY

Měření probíhá na střeše se skladbou vrstev patrnou z tabulky /01/.

INSTALACE TEPLOTNÍCH SOND

Nejprve byla vyzvednuta jedna deska XPS po předchozím odříznutí zámku mezi deskami /foto 01 a 02/ a následně nainstalovány teplotní sondy na hydroizolaci v několika různých polohách /foto 03/. Sondy na hydroizolaci byly umístěny pod spáru desek tepelné izolace z XPS, pod desku XPS mimo spáru a pod desku XPS u vtoku, kde se trvale držela hladina vody.



Deska tepelné izolace byla vrácena do původní polohy s tím, že tato deska již není spojena s okolními deskami zámek. Nadále se uvažuje s rovnou hranou desek. Další teplotní sonda byla nainstalována do vrstvy plastbetonu /foto 04 a 05/. Zbylé teplotní sondy byly nainstalovány tak, aby měřily teploty venkovního vzduchu /foto 06/ a teploty srážek /foto 09 a 11/.

Teplotní sonda na měření venkovního vzduchu byla zakryta plastovou nádobou bez dna, opatřenou hliníkovou páskou s nízkou emisivitou /foto 07/ pro eliminaci vlivu slunečního záření na teplotu na sondě.

Teplotní sonda pro měření srážek byla vložena do plastového trychtýře s přepadem vody. Tato sonda nebyla chráněna proti slunečnímu záření.

PRŮBĚH MĚŘENÍ

Interval ukládání naměřených hodnot do paměti záznamníků byl zvolen 10 minut (52 560 záznamů za rok). Kontrola aparatury a stahování dat probíhá vždy po 1,5 měsíci, což je dáno zvoleným intervalem ukládání hodnot a kapacitou paměti záznamníků.

Skladba (od interiéru)	Funkce vrstvy	Tloušťka vrstvy
extrudovaný polystyren s povrchovou vrstvou z plastbetonu	tepelněizolační, ochranná	100 + 10 mm
asfaltový modifikovaný pás	hydroizolační	5 mm
souvrství asfaltových oxidovaných pásů	hydroizolační	15 mm
betonová mazanina	podkladní	40 mm
expandovaný pěnový polystyren – POLSID	tepelněizolační	100 mm
cementový potěr	vyrovnávací	30 mm
trapezové plechy, vlny vyplněny betonem	nosná	200 mm
vzduchová vrstva (není vzduchotěsně oddělena od interiéru)	-	-
podhled	akustická	-

Tabulka 01 | skladba střechy, kde probíhá měření teplot





01



02



03



04

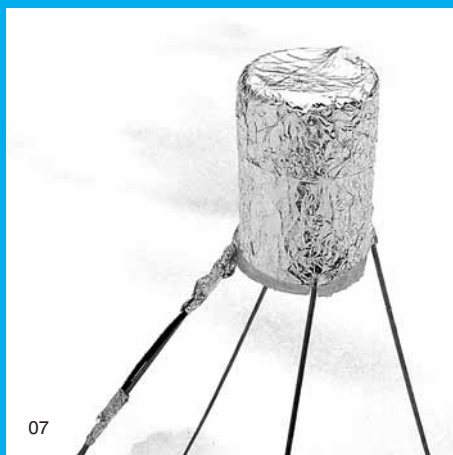


05

06



- 01 | U vtoku se trvale drží voda
- 02 | Prostor pro instalaci teplotních sond
- 03 | Umístění teplotních sond na hydroizolaci
- 04 | Instalace teplotní sondy do plastbetonu
- 05 | Teplotní sonda v plastbetonu
- 06 | Sonda na měření teploty venkovního vzduchu (před zakrytím)
- 07 | Zakrytá sonda na měření teploty venkovního vzduchu
- 08 | Zimní pohled na měření venkovní teploty vzduchu
- 09 | Zimní pohled na měření teploty srážek
- 10 | Letní pohled na měření venkovní teploty vzduchu
- 11 | Letní pohled na měření teploty srážek



07

VÝSTUPY Z MĚŘENÍ

Získaná data jsme přenesli do grafu, z kterého jsme vybrali několik relativně krátkých časových intervalů charakterizujících typické jevy ve sledovaných vrstvách střechy.

Teploty v daných místech skladby střechy charakterizuje v grafu šest křivek. Modrá křivka znázorňuje teplotu v plastbetonu, zelená křivka teplotu venkovního vzduchu, červená křivka teplotu srážek, světle modrá křivka teplotu na hydroizolaci pod spárou desek XPS, žlutá křivka

teplotu na hydroizolaci pod deskou XPS mimo spáru a modrozelená křivka teplotu na hydroizolaci pod deskou XPS u vtoku.



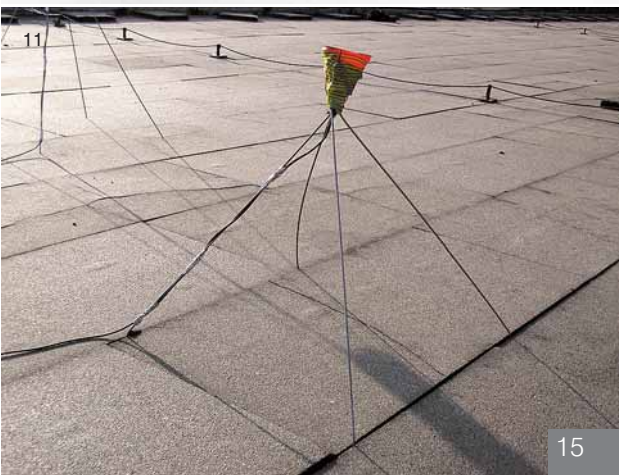
08



09



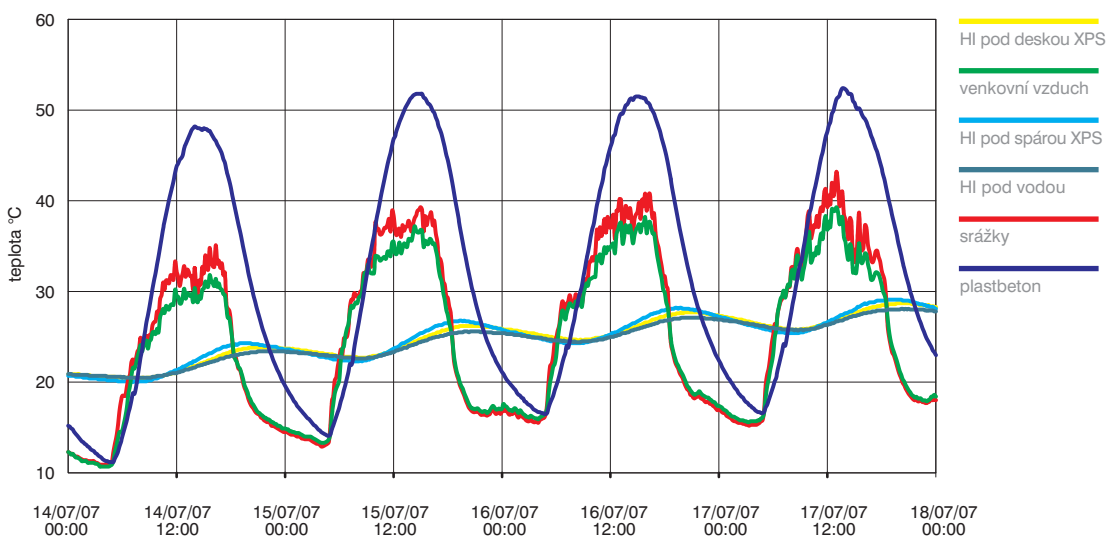
10



11

LÉTO – SLUNNÉ DNY

Na grafu 01 je patrný průběh teplot ve skladbě střechy během léta s působením přímého slunečního záření na povrchovou úpravu z plastbetonu.

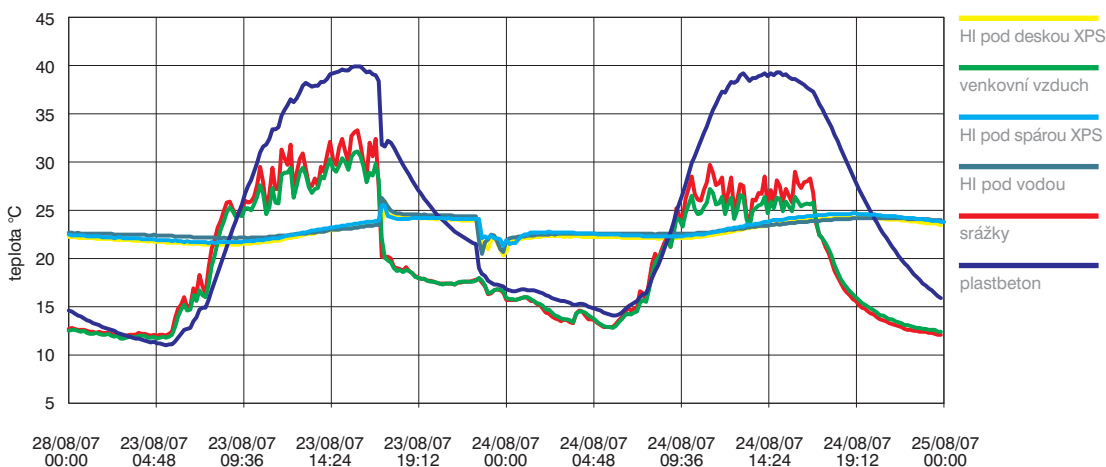


Z průběhu teplot je patrné, že plastbeton přes den do sebe akumuloval teplo ze slunečního záření a jeho teplota se zvýšila oproti teplotě venkovního vzduchu cca o 12 °C. Přes noc došlo k odvodu tepla sáláním vůči jasné obloze. Jeho teplota klesla přibližně k teplotě vzduchu. Naopak teplota na hydroizolaci reaguje jen nepatrně a se zpožděním na velké výkyvy teploty venkovního vzduchu a plastbetonu.

Pokud křivka teploty srážek kopíruje křivku teploty vzduchu, jedná se o období bez srážek. Pokud křivka srážek ukazuje vyšší teploty než křivka vzduchu, jedná se o období bez srážek s jasnou oblohou. Sonda teploty srážek není na rozdíl od sondy teploty vzduchu chráněná proti slunečnímu záření.

LÉTO – VLIV DEŠŤOVÝCH SRÁŽEK NA PRŮBĚH TEPLOT VE SKLADBĚ STŘECHY

V grafu 02 je znázorněn vliv dešťových srážek na průběh teplot ve skladbě střechy v létě. Zvoleno bylo období s výskytem bouřek a silných dešťů mezi 23. a 25. srpnem 2007.



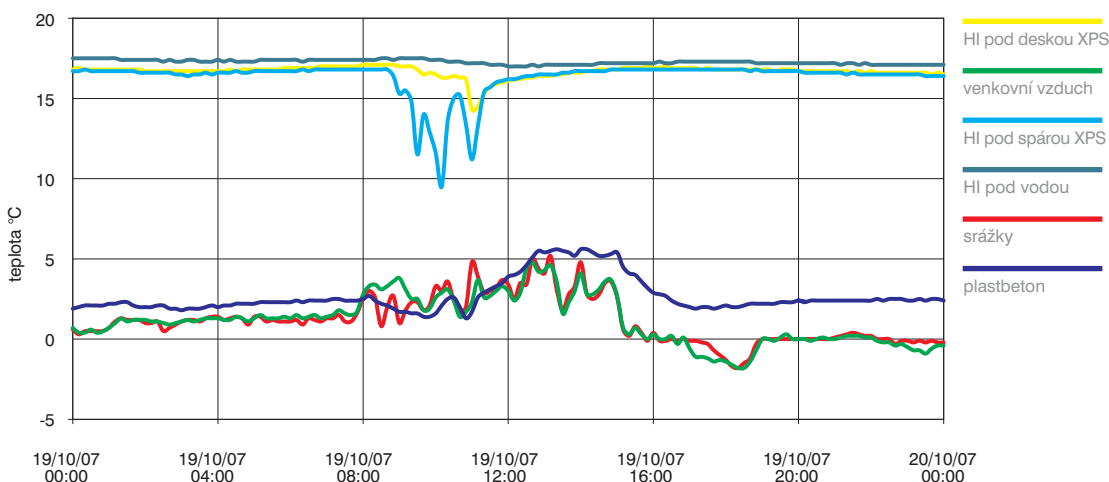
Pokud křivka teploty srážek je nižší než teplota vzduchu, jedná se o dešťové srážky.

Z průběhu teplot je patrné, že 23. 8. odpoledne začalo pršet a teplota vzduchu, srážek i plastbetonu prudce klesly. Naopak teplota na povrchu hydroizolace prudce stouply v důsledku přítoku srážkové vody ohřáté o povrch plastbetonu.

Další srážka následovala 23. 8. před půlnocí, kde je rovněž patrný pokles teploty vzduchu, srážek i plastbetonu. Vzhledem k tomu, že povrch plastbetonu byl relativně studený, došlo také k poklesu teploty na hydroizolaci vlivem přítoku srážkové vody.

PODZIM – VLIV DEŠŤOVÝCH SRÁŽEK NA PRŮBĚH TEPLOT VE SKLADBĚ STŘECHY

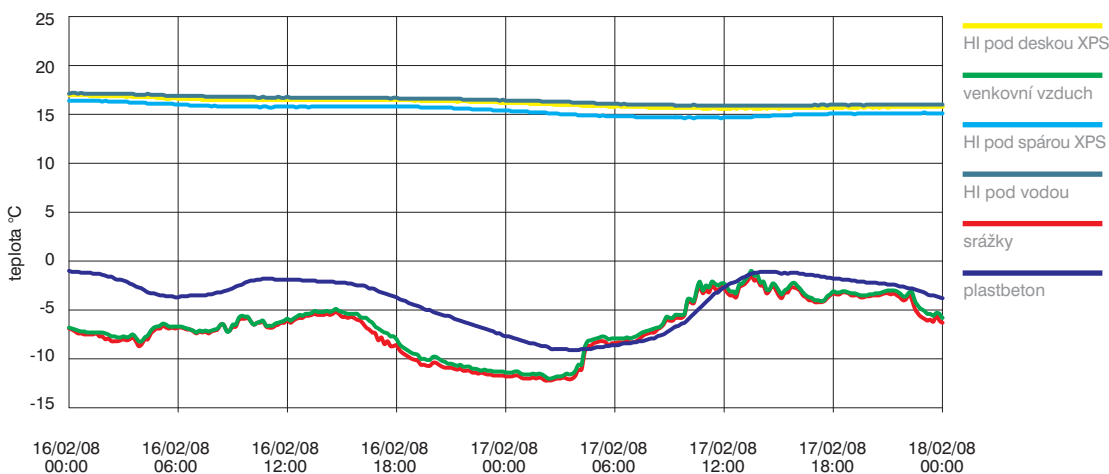
V grafu 03 je znázorněn vliv dešťových srážek na průběh teplot ve skladbě střechy na podzim. Zvolen byl 19. říjen 2007, kdy při teplotě venkovního vzduchu v rozmezí mezi 0 °C až 5 °C přšelo.



Z průběhu teplot je patrné, že po osmé hodině ranní začalo přšet, čímž se teplota plastbetonu a srážek oproti teplotě venkovního vzduchu snížila. Teplota hydroizolace pod spárou desek XPS s mírným zpožděním výrazně reaguje na zateklou dešťovou vodu o teplotě cca 1 °C. Teplota hydroizolace se pod tímto vlivem snížila v extrému až o 7 °C. Teplota na hydroizolaci pod deskou XPS mimo spáru reaguje v daleko menší míře, ale je zde také patrný pokles teploty o cca 3 °C. Teplotu na hydroizolaci u vstupu proces stékající dešťové vody po hydroizolaci neovlivnil. Cca v 10.00 hod. přestalo přšet, vlivem slunečního záření se začala zvyšovat teplota plastbetonu, teploty na hydroizolaci se ustálily na původních hodnotách. Po čtvrté hodině je patrný pokles vlivu slunce na teplotu plastbetonu.

ZIMA – VRSTVA SNĚHU NA STŘEŠE

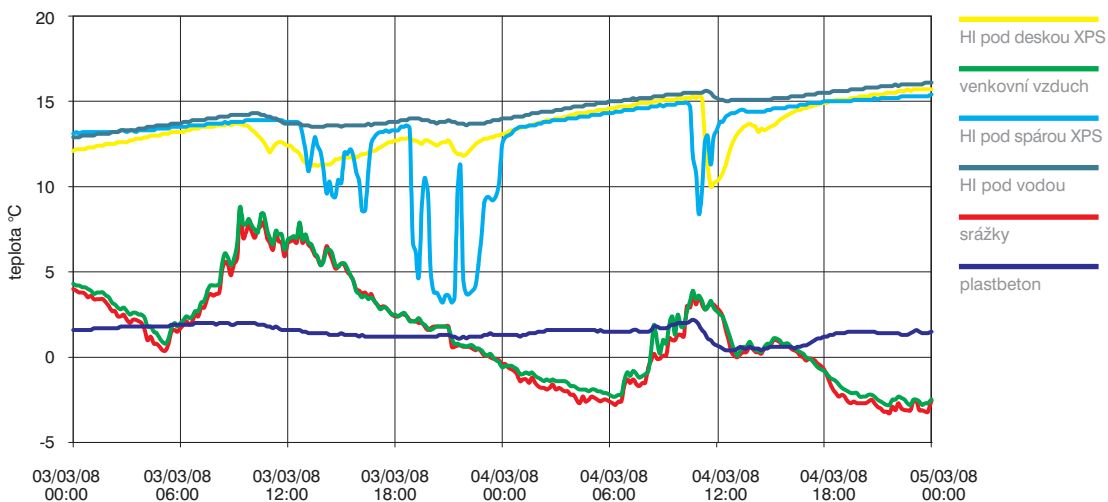
Na grafu 04 je patrný průběh teplot během zimního období s nejnižší teplotou venkovního vzduchu, která během zimy nastala.



Ve vybraném časovém intervalu ležela na střeše sněhová pokrývka. Ze shodného průběhu teplot venkovního vzduchu a srážek je patrné, že v tomto čase nedocházelo k působení slunce na střechu. Teplota plastbetonu byla vyšší než teplota vzduchu. To je dáno tepelněizolační schopností sněhové pokrývky. Vlivem sněhové pokrývky reaguje teplota plastbetonu na změnu teploty vzduchu se zpožděním. Ráno a v dopoledních hodinách je teplota plastbetonu dokonce nižší než teplota vzduchu. Hydroizolace je proti vlivu kolísání nízkých teplot v zimním měsících dostatečně chráněná vrstvami nad ní. Nedochází k zásadním vykyvům teplot na jejím povrchu.

JARO – VLIV TÁNÍ SNĚHU

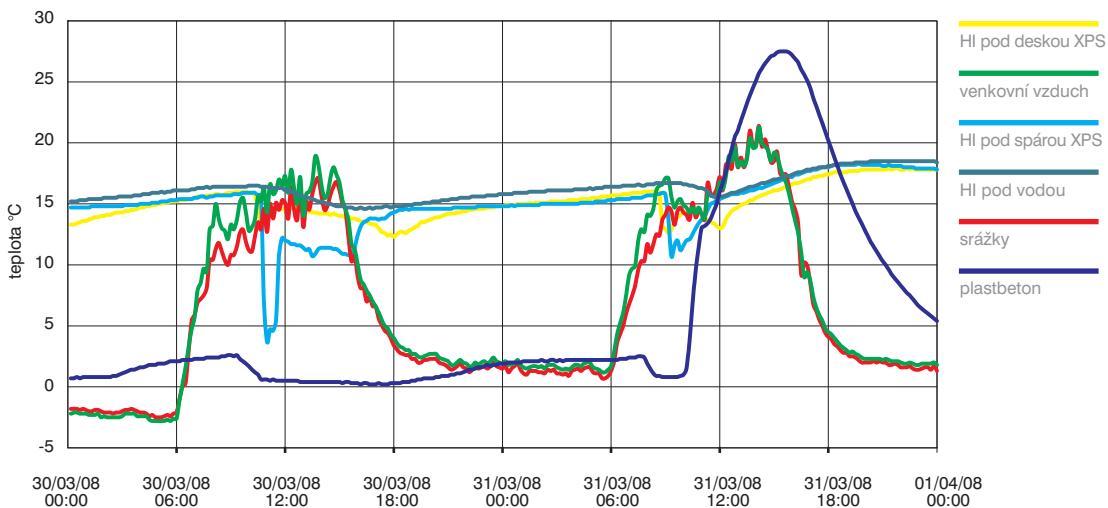
Dalším jevem, který může působit na teploty na hydroizolaci, je tání sněhu. Pro popis průběhu teplot byly vybrány dva dny začátkem března 2008.



V dopoledních hodinách se ve sledovaných dnech zvýšila teplota vzduchu na 9°C (3. 3. 2008) a 4°C (4. 3. 2008). Teplota na hydroizolaci pod spárou desek XPS se s mírným zpožděním snížila v extrému až o 10°C (3. 3.) a 7°C (4. 3.). To znamená, že byla náhle ochlazená vodou. Křivka teploty srážek přitom kopíruje teplotu venkovního vzduchu. Z uvedeného lze usuzovat, že nepršelo, ale docházelo k tání sněhové pokrývky. V noci 3. 3. klesla teplota hydroizolace pod spárou desek XPS na teplotu jen +4°C. Pokles teploty byl zaznamenán i sondou na hydroizolaci pod deskou XPS mimo spáru, ale v menší míře. Teplotu na hydroizolaci v toku tání sněhu významně neovlivnilo.

JARO – KOMBINACE TÁNÍ SNĚHU A DEŠTĚ

Nejsložitější průběhy teplot byly zaznamenány při kombinaci tání sněhu a deštových srážek koncem března 2008.



30. 3. v ranních hodinách začala stoupat teplota venkovního vzduchu a současně se kolem osmé hodiny odchýlila křivka teploty srážek od křivky teploty vzduchu směrem dolů. To znamená, že začalo pršet. S mírným zpožděním se snížila teplota na hydroizolaci pod spárou desek XPS o cca 12°C. Teplota na hydroizolaci pod deskou XPS mimo spáru reaguje v menší míře, ale je zde také patrný určitý pokles teploty, a to o cca 4°C. Teplotu na hydroizolaci v toku proces stékající vody po hydroizolaci ovlivnil pouze nepatrně. Dne 31. 3. došlo k podobnému jevu s táním sněhu a deštěm. Teplota plastbetonu se vlivem deště na chvíli snížila, ale během dopoledne začalo na plastbeton působit sluneční záření (odtály zbytky sněhu), čímž se prudce zvýšila teplota v plastbetonu. Teploty na hydroizolaci se začaly stabilizovat.

Umístění teplotní sondy	Nejnižší teplota °C	Nejvyšší teplota °C	Rozdíl teplot °C	Průměrná teplota °C
Hydroizolace pod spárou desek XPS	4,1	29,1	25,0	18,9
Hydroizolace pod deskou XPS mimo spáru	9,1	29,1	20,0	19,2
Hydroizolace pod deskou XPS ve vodě	9,3	28,1	18,8	19,7
Venkovní vzduch	-13,3	39,3	52,6	8,1
Plastbeton	-9,1	52,4	61,5	11,9

Tabulka 02 | hodnoty teplot ve skladbě střechy

EXTRÉMNI ROZDÍLY TEPLOT V JEDNOTLIVÝCH VRSTVÁCH SKLADBY STŘECHY

Na závěr v tabulce /02/ uvádíme rozptyl teplot v měřených místech skladby střechy. Cílem je znázornit, jakým teplotám a jakému rozdílu teplot je vystavena daná vrstva.

REKAPITULACE SLEDOVANÝCH JEVŮ

Měření je prováděno na konkrétní skladbě střechy za okrajových podmínek odpovídajících podhorské lokalitě. Ve výsledcích měření lze sledovat následující jevy:

Povrchová úprava z plastbetonu je vystavena značnému rozdílu teplot v zimě a v létě, kdy jsou teploty ovlivněny slunečním zářením.

Rozdíl mezi průměrnou teplotou na hydroizolaci v létě a v zimě je do 5°C. V létě je teplota na hydroizolaci jen

krátkodobě ovlivňována dešťovými srážkami. Pokud následuje srážka po předchozím slunném období, teplota na hydroizolaci se krátkodobě zvýší.

Naopak na jaře a na podzim jsou teploty na hydroizolaci významně ovlivněny protékající chladnou vodou z dešťových a sněhových srážek:

Nejvýraznější výkyvy teplot jsme zaznamenali na sondě umístěné pod spárou desek z XPS. Měření zachytilo úseky srážek, tání sněhu či kombinace obou jevů. Po tom, co voda ze srážek přestala protékat skladbou střechy, se teploty vrátily relativně rychle do předchozího režimu.

Obdobný proces se projevil při měření sondou umístěnou mimo spáru desek XPS. Výkyvy teplot byly podstatně menší. Výsledky z měření sondou umístěnou na hydroizolaci u vtoku

ukázaly, že vliv zatékající chladné vody ze srážek či tajícího sněhu nebyl v tomto místě významný.

<Tibor Hůlka>
<Vladimír Vymětalík>

Foto:
Vladimír Vymětalík
Viktor Zwiener

REKONSTRUKCE STŘECHY

BAZÉNOVÉ HALY V PLZNI

NAVRHOVÁNÍ OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ KRYTÝCH BAZÉNŮ JE Z POHLEDU STAVEBNÍ FYZIKY SLOŽITOU PROBLEMATIKOU, A TO PŘEDEVŠÍM Z DŮVODU EXTRÉMNÍCH VLHKOSTNÍCH A TEPLOTNÍCH PODMÍNEK, KTERÉ V INTERIÉRU BAZÉNŮ PANUJÍ. SPORTOVNÍ KLUB RADBUZA PLZEŇ OBJEDNAL PŘED PLÁNOVANOU REKONSTRUKCÍ STŘECHY BAZÉNOVÉ HALY U ATELIERU DEK ZPRACOVÁNÍ KOMPLEXNÍHO NÁVRHU REKONSTRUKCE STŘECHY VČETNĚ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE.

TVAR A NOSNÁ KONSTRUKCE STŘECHY

Objekt bazénu byl zastřešen plochou dvouplášťovou střechou se vzduchovou vrstvou. Nosná konstrukce střechy je tvořena ocelovými příhradovými vazníky z uzavřených profilů uloženými na ocelových sloupech.

STAV STŘECHY PŘED REKONSTRUKCÍ

Spodní plášť střechy byl tvořen dřevěnou nosnou konstrukcí uloženou do ocelových nosníků, nopovou fólií a tepelnou izolací z minerálních vláken. Vzduchová vrstva byla s exteriérem propojena otvory umístěnými ve stěnách /foto 05/ a cca 20 větracími komínky v ploše střechy. Tepelnou izolaci svíslých obvodových stěn v úrovni střešní konstrukce tvořily heraklitové desky /foto 06/. Horní plášť byl tvořen dřevěným bedněním a hydroizolačním souvrstvím z asfaltových pásů.

POPIS PORUCH

V zimních měsících docházelo ke kondenzaci vodní páry na spodním povrchu horního pláště. Kondenzát následně protékal přes tepelnou izolaci do interiéru bazénové haly /foto 08/. Kondenzace se projevovala také na obvodové konstrukci /foto 09/, kde při teplotách pod bodem mrazu zamrzala. Nosná ocelová konstrukce, vystavená působení kondenzátu, byla na řadě míst zasažena korozí.

PROBLEMATIKA

Na základě průzkumu objektu lze konstatovat, že poruchy (kondenzace vodní páry ve vzduchové mezeře, koroze ocelové konstrukce) byly způsobeny dvěma hlavními příčinami. V první řadě se jednalo o nedostatečnou vzduchotěsnicí funkci dolního pláště. Parotěsnicí a vzduchotěsnicí funkci měla pravděpodobně zajistit nopová fólie. Ta byla pouze volně ukončena u zdí, spoje byly pouze volně překryté. Prostupy (rozvody elektřiny apod.) nebyly nijak těsněny /foto 11 a 12/.

Pozn.: Vhodná i problematická uplatnění profilovaných fólií

- 01 | Bazénová hala po rekonstrukci, na fasádě použit systém DEKMETAL
- 02 | Původní krytina z asfaltových pásů
- 03-04 | Interiér bazénové haly před rekonstrukcí



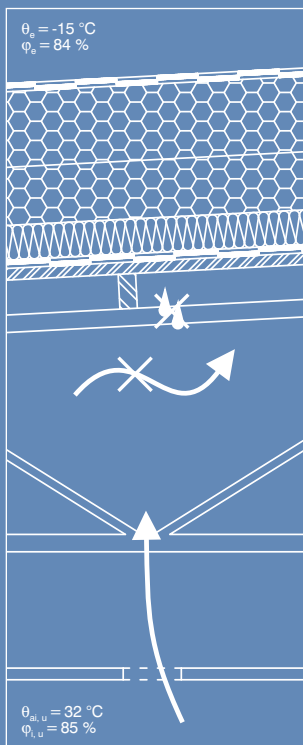
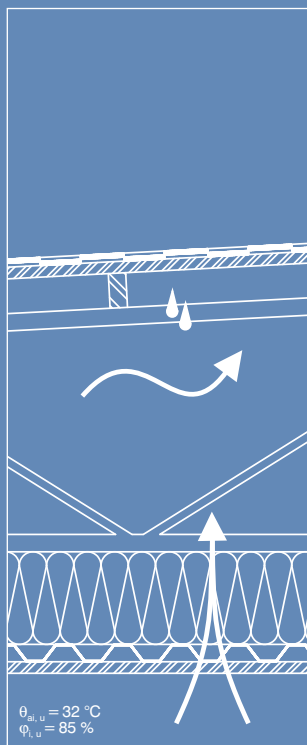


Obr. 01 | Původní skladba střechy

- Krytina z asfaltových pásů
- Dřevěné badnění a dřevěné vaznice
- Ocelová příhradová konstrukce/Vzduchová vrstva
- Tepelná izolace z minerálních vláken
- Nopová fólie
- Trápězový plech

Obr. 02 | Nová skladba střechy

- Krytina z asfaltového pásu ELASTEK 40 COMBI
- Tepelná izolace POLYDEK, EPS, minerální vlákna
- Původní krytina z AP badnění a dřevěné vaznice
- Ocelová příhradová konstrukce
- Vzduchová vrstva napojená na vnitřní prostředí
- Minerální akustický pohled



shrnuje doc. Ing. Z. Kutnar, CSc., v závěru článku Profilovaná fólie v hydroizolacích spodní stavby (číslo 02/2006).

V druhé řadě se jednalo o nedostatečný tepelný odpor horního pláště a obvodové stěny v oblasti vzduchové vrstvy.

NOVÁ SKLADBA STŘECHY

Nově navržená skladba střechy je jednoplášťová s akustickým minerálním podhledem. Veškeré nové tepelněizolační a hydroizolační vrstvy byly umístěny na původním horním plášti střechy. Při návrhu bylo využito původní hydroizolační vrstvy z asfaltových pásů, která v nové skladbě slouží jako parozábrana. Bylo navrženo celý původní dolní plášť střechy a svislé obvodové konstrukce v úrovni střechy odstranit a dolní plášť nahradit akustickým podhledem. Svislá obvodová konstrukce byla navržena lehká montovaná se vzduchotěsnicí a parotěsnicí vrstvou ze samolepicího asfaltového pásu. Takto navržená konstrukce je jako celek spolehlivě vzduchotěsná, přičemž odpadá nutnost vzduchotěsně opracovat prostupy akustickým podhledem a napojení podhledu na svislé obvodové konstrukce.

REALIZACE

Realizace rekonstrukce střechy proběhla v souladu s projektovou dokumentací.

Nejprve byl odstraněn celý spodní plášť střechy a svislá obvodová konstrukce v oblasti vzduchové vrstvy střechy. Obnažená ocelová a dřevěná nosná konstrukce byla zkontrolována. Ocelové části byly opískovány a opatřeny antikoročním nátěrem. Poškozené dřevěné části byly vyměněny.

Po provedení nové nosné konstrukce obvodového pláště v úrovni střechy z OSB desek kotvených do ocelových válcovaných nosníků byla k OSB deskám nalepena parozábrana z asfaltového samolepicího pásu. Z ekonomických důvodů byla k zateplení obvodové konstrukce použita tepelná izolace z minerálních vláken tloušťky 160 mm z původního spodního pláště střechy. Tepelná izolace byla před novým použitím



08



09



10



11

- 05 | Konstrukce ve vzduchové vrstvě
- 06 | Konstrukce ohraničující vzduchovou vrstvu
- 07 | Povrchová kondenzace na ocelové a dřevěné konstrukci, odkapávání kondenzátu
- 08 | Kondenzát v interiéru
- 09 | Zmrzlý kondenzát na fasádě

- 10 | Koroze ocelových prvků v interiéru
- 11 | Volné ukončení nopové fólie u stěny
- 12 | Prostup kabelu bez vzduchtěsného opracování



12



13



14

- 13| Vzduchová vrstva nad podhledem po rekonstrukci
- 14| Nový akustický minerální podhled
- 15| Detail fasádního systému DEKMETAL na budově bazény



15

vysušena. Opláštění obvodové konstrukce bylo provedeno v systému DEKMETAL z pohledových trapézových plechů TR 18 R/W na typový nosný ocelový rošt /foto 15/.

Souběžně s realizací obvodové stěny probíhala realizace střechy. Nejprve byla provedena kontrola původní hydroizolační vrstvy střechy z asfaltových pásů. Pro dosažení požární odolnosti byla první vrstva tepelné izolace provedena z desek z minerální vlny v tloušťce 60mm. Pak byla položena vrstva z pěnového polystyrenu v tloušťce 100mm a následně dílce z pěnového polystyrenu POLYDEK v tloušťce 130mm kaširované oxidovaným asfaltovým pásem. Veškeré tepelněizolační vrstvy byly kladeny vzájemně na vazbu z důvodu eliminace tepelných mostů přirozeně vznikajících ve spárách mezi jednotlivými deskami tepelné izolace. Vrstvy tepelné izolace byly kotveny k podkladu. Jako vrchní hydroizolační vrstva byl použit SBS modifikovaný asfaltový pás s kombinovanou vložkou a hrubozrným břidličným posypem tl. 4,4mm ELASTEK 40 COMBI.

Ze strany interiéru byl zrealizován akustický podhled. Prostor vzduchové vrstvy nad podhledem byl propojen s interiérem přes mřížky v podhledu, tak aby podhled neměl negativní vliv na tepelně-vlhkostní režim střechy /foto 13 a 14/.

Rekonstrukce střechy byla zrealizována v roce 2006, již druhým rokem střecha bezproblémově funguje.

< Jiří Sedláček >

Technik Ateliéru DEK pro region Plzeň

Foto nového stavu: Jaroslav Mašek
Foto původního stavu: archiv Ateliéru DEK



rychlé
a **EC**ologické

KRONOSPAN Největší evropský výrobce OSB desek

KRONOSPAN Jihlava ■ Jediný výrobce OSB desek v České republice

KRONOSPAN Jihlava ■ Jeden z největších a nejmodernějších OSB výrobců

KRONOSPAN Jihlava ■ Výroba všech OSB desek jako OSB SUPERFINISH® ECO

OSB SUPERFINISH® ECO ■ Desky lepené zcela bez formaldehydu

OSB SUPERFINISH® ECO ■ Desky vyráběny převážně ze smrkového dřeva s velmi nízkým obsahem VOC (těkavých organických látek)

OSB SUPERFINISH® ECO ■ Desky nabízeny v širokém sortimentu OSB 3 a OSB 4 BAU

OSB SUPERFINISH® ECO

Dopřejte svým dětem zdravé prostředí a stavte **EC**ologicky! Společnost Kronospan vyrábí desky OSB SUPERFINISH® ECO, které jsou lepené zcela bez formaldehydu. Díky tomu je tento stavební a konstrukční materiál zdravotně nezávadný a lze jej široce využít v exteriéru i interiéru.

K dostání na všech pobočkách **DEKTRADE**.

 **DEKTRADE**®  **DEKWOOD**®

LEPENO BEZ
FORMALDEHYDU





REKONŠTRUKCIA STRECHY

NAD BAZÉNOVOU HALOU ZÁKLADNEJ ŠKOLY V STROPKOVE

ĎALŠÍM A V MNOHÝCH OHĽADOCH OBDOBŇM PRÍPADOM, AKO BOLA STRECHA BAZÉNA RADBUZA Z PREDCHÁDZAJÚCEHO ČLÁNKU, BOLA STRECHA NAD BAZÉNOVOU HALOU ZÁKLADNEJ ŠKOLY V STROPKOVE NA VÝCHODNOM SLOVENSKU.

Stavba bola ukončená v roku 2002. Jedná sa o jednopodlažnú bazénovú halu s dvoma bazénmi (jeden 25 m a druhý detský 8 m). V rámci pôvodnej projektovej dokumentácie bola navrhnutá a taktiež zrealizovaná dvojplášťová, nepochádzna strecha s podhľadom. Horný plášť mal drevenú nosnú konštrukciu podporovanú stĺpiky opretými do drevených trávov uložených na dolnom plášti. Horný plášť mal sedlový tvar a krytinu z asfaltovaných šindľov.

Dolný plášť bol tvorený nosnou konštrukciou z predpätých stropných nosníkov tvaru obráteného

„U“, ďalej parotesniacou vrstvou z asfaltovaných pásov, tepelnoizolačnou vrstvou z dosiek z minerálnych vlákien a vrstvou z čiernej plastovej fólie. Podhľad bol perforovaný akustický. Vzduchová vrstva medzi horným a dolným plášťom bola napojená malými otvormi na exteriér. Vzduchová vrstva nad podhľadom bola uzavretá.

PRÍČINY HAVARIJNÉHO STAVU

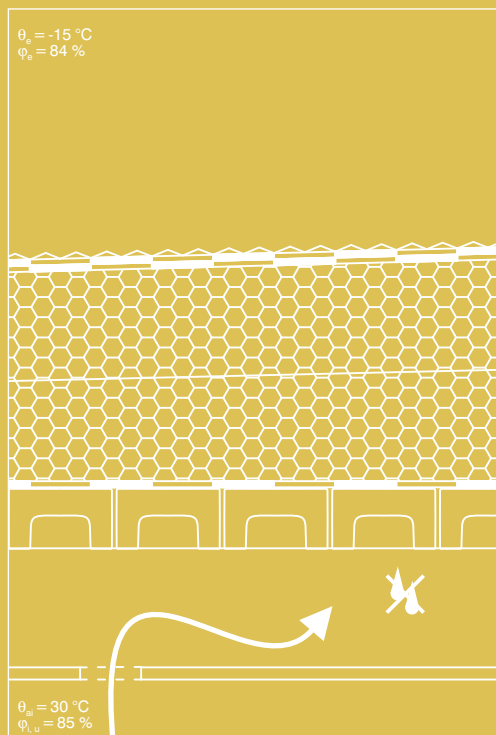
Dôvodom, prečo sa pristúpilo k rekonštrukcii, bol fakt, že drevené konštrukcie boli takmer v celom rozsahu napadnuté drevokaznými hubami, pliesňami a hnilobou. Prehnité boli niektoré roznášacie

trámy a spodná časť drevených stĺpikov.

Aj keď sa jednalo o pomerne novú strechu, podľa znaleckého posudku bol stav strechy havarijný. Dôvodom tohto stavu bolo, že na predpätých paneloch bola parozábrana z asfaltovaných pásov len voľne položená a nespojitá. Vplyvom netesného dolného plášťa dochádzalo k prenikaniu vlhkosti z extrémne vlhkého prostredia interiéru do vzduchovej slabo vetranej vrstvy pod horným plášťom. V zimnom období tu dochádzalo aj k tvorbe zaľadnenia. To následne viedlo k odkvapkávaniu takto nahromadenej a skondenzovanej vody do vrstvy tepelnej izolácie.



Obr. 01



Obr. 02

Obr. 01 | Schéma pôvodnej skladby strechy

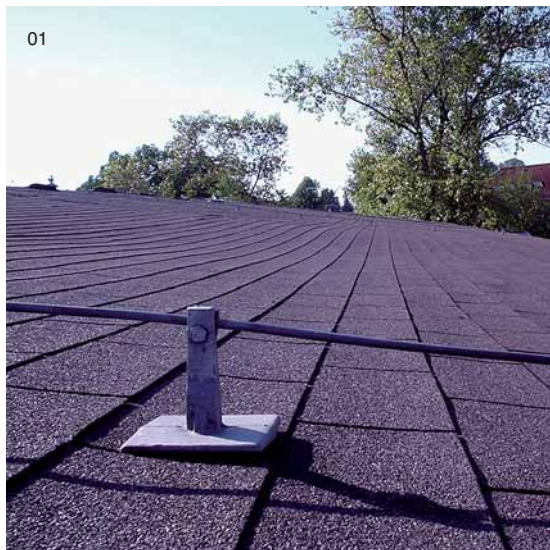
- Asfaltované šindle
- Drevené debnenie
- Vzduchová vrstva
- PE fólia
- Dosky z minerálnych vlákien
- Asfaltovaný pás
- Predpäté stropné nosníky
- Vzduchová vrstva
- Dosky z minerálnych vlákien
- Perforovaný podhľad

Obr. 02 | Schéma novej skladby strechy

- ELASTEK 50 SPECIAL DEKOR
- POLYDEK EPS 100 TOP lepený lepidlom PU
- EPS 100 S lepený lepidlom PUK
- ROOFTEK AL MINERAL
- Predpäté stropné nosníky
- Vzduchová vrstva napojená na vnútorné prostredie
- Minerálny akustický podhľad

01 | Pohľad na pôvodnú strešnú krytinu

02 | Zatekajúci kondenzát zo strechy





03

- 03| Prieskum dolného plášťa strechy
- 04-05| Drevené konštrukcie napadnuté drevoakaznými hubami
- 06-07| Demontáž pôvodnej strešnej skladby
- 08| Lepenie prvej vrstvy novej tepelnej izolácie
- 09-11| Lepenie druhej vrstvy novej tepelnej izolácie z dielcov POLYDEK
- 12| Natavovanie nového asfaltovaného pásu ELASTEK 50 SPECIAL DEKOR
- 13-14| Interiér bazénovej haly po rekonštrukcii

Čierna fólia bola použitá len z dôvodu dodatočnej ochrany tepelnej izolácie pred vodou odkvapávajúcou z horného plášťa. Z dôvodu nesprávnej realizácie parozábrany a nevzduchotesnosti dolného plášťa a vetrania strechy teda dochádzalo k prenikaniu vlhkosti z priestoru plavárne do priestoru strešnej konštrukcie, kde spôsobila masívnu degradáciu dreva. Na tepelno-vlhkostný režim nepriaznivo pôsobil aj podhľad s vrstvou tepelnej izolácie a nevetraná vzduchová vrstva nad ním.

Samotná oprava nebola možná, preto bolo potrebné odstránenie všetkých vrstiev strechy v celom rozsahu okrem nosných predpätých panelov pôvodného dolného plášťa strechy.

NÁVRH

Zmenil sa princíp strechy a navrhla sa jednoplášťová, nepochôdzna, nevetraná plochá strecha s klasickým poradím vrstiev a s podhľadom, kde vzduchová vrstva nad podhľadom je napojená na vnútorné prostredie. Nebol dôvod vracaf sa k dvojplášťovej streche, keďže aj objekty plavárne, kde sa uvažuje s extrémnymi okrajovými podmienkami (vlhkosťná trieda 5) je možné riešiť s jednoplášťovými strechami. Využili sa materiály, ktorými je možné ich relatívne ľahkým zabudovaním vytvoriť vzduchotesniacu funkciu v skladbe strechy. Návrh skladby strechy bol riešený s povlakovou krytinou z SBS modifikovaných asfaltovaných pásov. Navrhnutá skladba strechy sa posúdila z hľadiska tepelnej techniky. Dôležité bolo skladbu navrhnuť tak, aby bolo vylúčené riziko povrchovej kondenzácie. Preto sa použili podrobné výpočty cez posúdenie fragmentu strechy až po kritické detaily a 2D model. Výpočtom bola stanovená minimálna hrúbka tepelnej izolácie 330 mm. Takto navrhnutá skladba vyhovie platnej norme STN 73 0540-2 vo všetkých požadovaných parametroch.

REALIZÁCIA

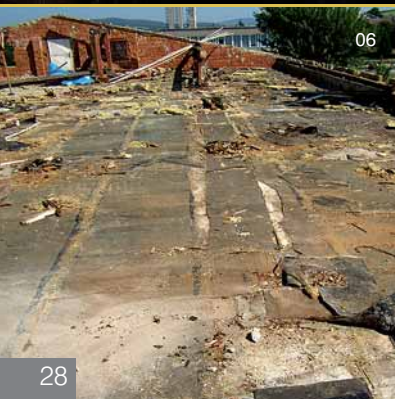
Pristúpilo sa k odstráneniu havarijných strešných vrstiev v celom rozsahu až po úroveň



04



05



06



07

stropných panelov, ktoré bolo potrebné vyspraviť a dobetónovať tak, aby vytvorili súvislú, vzájomne súdržnú a neprevzdušnú vrstvu.

Na vyrovnaný a dôkladne napenetrovaný podklad penetračným náterom DEKPRIMER bol bodovo natavený SBS modifikovaný asfaltový pás s hliníkovou nosnou vložkou ROOFTEK AL MINERAL, na ktorý bola v dvoch vrstvách položená tepelná izolácia. Najprv sa PUK lepidlom lepili spádové dosky v 2% spáde z EPS 100S ktoré boli rozmiestnené na základe vypracovaného kladačského plánu.

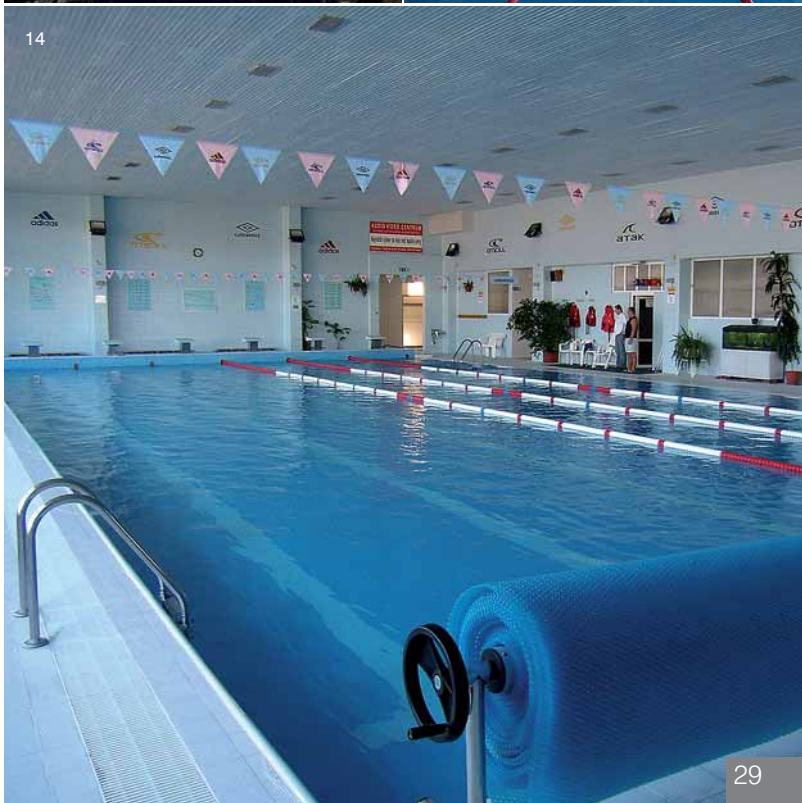
Následne sa na ne do PUK lepidla položili na väzbu rovné dosky POLYDEK EPS 100 TOP. Presahy dielcov boli vodotesne zvarené tak, aby mohol byť nakaširovaný asfaltovaný pás plnohodnotnou súčasťou hydroizolačnej vrstvy. Na dielce POLYDEK sa celoplošne natavil vrchný SBS modifikovaný asfaltovaný pás ELASTEK 50 SPECIAL DEKOR.


Správnosť návrhu a realizácie potvrdzuje bezproblémové užívanie budovy v priebehu dvoch rokov, ktoré od prestavby strechy ubehli. Navrhovanie striech bazénových hál sa riadi komplexnými pravidlami stavebnej fyziky, požiarnej ochrany ako aj ďalších odborov.

<Róbert Janček>
<Jozef Folvarčík>

Zoznam podkladov:

- referenčné foto
- kladačský plán (2007-07904-JoF)
- odborný posudok (2007-02738-LuA)
- článok DEKTIME SPECIÁL 01/2007 Navrhování střech bazénových hal
- STN 73 0540-2
- STN 73 0540-3
- STN 73 1901





ZIMNÍ STADIONY A DALŠÍ PROSTORY S LEDOVOU PLOCHOU JSOU CHARAKTERISTICKÉ TÍM, ŽE SPODNÍ POVRCH JEJICH STŘECHY NEBO PODHLEDU JE OCHLAZOVÁN OD LEDOVÉ PLOCHY SÁLÁNÍM (TEPELNÝM ZÁŘENÍM). TO MŮŽE MÍT PŘI NEVHODNÉM NÁVRHU ZA NÁSLEDEK KONDENZACI VODNÍ PÁRY NA OCHLAZOVANÝCH POVRŠÍCH, SKAPÁVÁNÍ VODY NA LEDOVOU PLOCHU A TVORBU NEBEZPEČNÝCH NEROVNOSTÍ NA LEDOVÉ PLOŠE. NADMĚRNÉ MNOŽSTVÍ VODNÍ PÁRY VE VNITŘNÍM PROSTŘEDÍ MŮŽE NAVÍC ZPŮSOBOVAT TVORBU MLHY NAD LEDOVOU PLOCHOU, COŽ STEJNĚ JAKO NEROVNÝ LED ZNEMOŽŇUJE PLNOHODNOTNÉ VYUŽÍVÁNÍ LEDOVÉ PLOCHY PRO SPORTOVNÍ ÚČELY.

PORUCHY STŘECH

NAD

LEDOVOU PLOCHOU

U neklimatizovaných zimních stadionů lze vzniku popsaných negativních jevů zabránit volbou vhodné geometrie stavby, volbou vhodných povrchů stavebních konstrukcí z hlediska jejich emisivity a zajištěním vhodné míry přirozeného větrání.

Základní zásady správného návrhu střechy neklimatizovaného a nevytápěného zimního stadionu, formulované Ing. Antonínem Žákem na základě vlastního výzkumu a zkušeností, ATELIER DEK již publikoval [9]. Zde je pro úplnost znovu shrnujeme v samostatném barevném sloupku.

Pokud má být zimní stadion klimatizovaný nebo vytápěný, může si projektant dovolit větší variabilitu geometrie stavby a povrchů konstrukcí. Pro splnění požadavků z hlediska akustiky, požární ochrany apod. lze použít i materiály a povrchové úpravy, které by u neklimatizovaných a nevytápěných zimních stadionů z tepelnotechnického hlediska použít nešlo. Předpokladem pro správnou funkci stavby je ale dodržení všech podmínek, na které byly vzduchotechnika nebo vytápění dimenzované. Jedním z těchto předpokladů je dostatečně těsná obálka budovy.

S halou, která se potýkala s typickými problémy staveb s ledovou plochou, přestože v ní byla funkční vzduchotechnika, jsme se v naší praxi již také setkali. Jednalo se o zajímavé drama stavební fyziky a konstrukce obálky budovy.

Stavba má půdorysné rozměry 73,0 × 56,0 m a výšku 15,0 m (v hřebeni). Nosnou část haly tvoří železobetonové sloupy. Obvodové stěny jsou z keramických tvarovek nebo prefabrikovaných železobetonových panelů. Z vnější strany je kontaktní zateplovací systém.

Střecha je sedlová, dvouplášťová, o sklonu 10%. Nosnou konstrukci střechy tvoří dřevěné lepené příhradové vazníky o rozponu 42,0 m v osových vzdálenostech 8,0 m. Vazníky jsou opatřeny ocelovými táhly. Skladba střechy od interiéru je: hoblovaná dřevěná prkna s mezerami

REKAPITULACE ZÁSAD NAVRHOVÁNÍ STŘECH ZIMNÍCH STADIONŮ Z ČÍSLA 05/2005

(Ing. Antonín Žák)

- Navrhovat vnitřní povrchy střešních pláštů s nízkou emisivitou (pohltivostí). Nejvhodnější stavební materiál je hliník bez povrchové úpravy s $\epsilon = 0,05$.
- Haly by měly být co nevíce rozlehlé a co nejvyšší. S výškou povrchu střechy nad ledovou plochou se snižuje vliv radiace a tedy ochlazování spodního povrchu střechy.
- Co nejvíce omezit počet zavěšených těles pod podhledem (akustické podhledy, osvětlovací technika), zejména nad středem ledové plochy.
- Tvar zastřešení nehraje příliš velkou roli. Proto je možné volit rozmanitá řešení střech. Je nutné však zajistit minimální výšku střechy v ose ledové plochy. Minimální vzdálenosti, které je vhodné dodržet, jsou uvedeny v DEKTIME 05/2005.
- Ve vzdálenosti cca 20m od osy ledové plochy již není nutné navrhovat výšku střechy s ohledem na ochlazování (je však nutno zajistit konstrukční a hygienická minima).
- Pokud je možné provádět úpravu vzduchu v interiéru, je vhodné

vlhkost vzduchu redukovat v závislosti na vzdálenosti střechy nad ledovou plochou a na typu materiálu spodního líce střešní konstrukce.

- Pokud se navrhuje vyzduchotechnická zařízení, je vhodné vyústky směřovat i nad ledovou plochu tak, aby napomáhaly pohybu vlhkosti nasyceného vzduchu nad ledovou plochou.
- Volit konstrukce podhledů co nejvíce odolné z hlediska občasné kondenzace vodní páry a případně řešit i odvod kondenzátu.
- Při ověřování vzniku povrchové kondenzace výpočtovými postupy standardně používanými ve stavební fyzice je nutné v závislosti na vzdálenosti střechy nad ledovou plochou a na typu materiálu spodního líce střešní konstrukce korigovat vypočítanou povrchovou teplotu o cca 2°C až 6°C (dle použitého materiálu podhledu)
- Při navrhování zavěšených podhledů je nutné dodržovat všechna pravidla zmíněná výše a je nutné také prověřit možný vznik povrchové kondenzace na podhledu.
- Při návrhu střešního pláště je vhodné navrhovat vrstvu zabraňující pronikání vlhkosti

z obou stran tepelné izolace (při obráceném vlhkovém toku funguje hydroizolace – krytina – jako parotěsnicí vrstva). Z hlediska trvale příznivého tepelně vlhkového režimu jsou nejvíce výhodné jednoplášťové střechy s parotěsnicí vrstvou a hlavní hydroizolací podobné materiálové báze (podobných difúzních vlastností).

- Tloušťku tepelné izolace u zimních stadionů větraných přirozeným způsobem volit v rozmezí cca 50–80 mm.
- Je nutné docílit toho, aby vzduch z exteriéru mohl proudit zespolu kolem střešní konstrukce. Proto není vhodné navrhovat příčné orientované plnostěnné nosníky umístěné těsně pod střešním pláštěm.

01 | Interiér haly s tribunou a ochozem

20mm, vzduchová vrstva, trapézový plech, fólie lehkého typu, tepelná izolace z minerální vlny, opět fólie lehkého typu, větraná vzduchová vrstva a krytina z trapézového plechu.

Samotný prostor haly sousedí ze 3 stran s exteriérem a z jedné strany jsou přidružené prostory. Na jedné z delších stran se nachází tribuna pro cca 800 sedících diváků. U zbývajících stěn se ve výšce cca 4,0m nachází ochoz pro stojící diváky /foto 01/.

O vnitřní klima „se stará“ vyzduchotechnické zařízení





s odvlhčovací jednotkou, kontrolující teploty a relativní vlhkosti vzduchu v interiéru a exteriéru. Dle definovaných požadavků zařízení odvlhčuje interiérový vzduch. V hřebeni haly je odváděcí potrubí a po stranách jsou potrubí přiváděcí /foto 02/. V hale probíhá provoz od srpna do dubna. V ostatních měsících není hrací plocha zaledněna.

CHARAKTERISTIKA PROBLÉMŮ

Od přelomu léta a podzimu 2007 se začaly v interiéru projevovat tepelně-vlhkostní problémy. Ve dnech, kdy byla obdobná teplota vzduchu v interiéru i exteriéru, se nad ledem tvořila mlha /foto 05 a 06/ a docházelo k rosení skel mantinelů /foto 04/. Nejzávažnějším problémem byla tvorba ledových stalagmitů na hrací ploše /foto 07/. Jejich vznik byl způsoben odkapáváním kondenzátu z dolního povrchu podhledu z dřevěných hoblovaných prken. Stalagmity se na ledové ploše objevovaly často v pravidelném rastru /foto 08/ odpovídajícím v jednom směru vzdálenosti nosných trámů dřevěného podhledu a ve druhém směru vzdálenosti mezi prkny.



- 02 | Pohled s odváděcím (v hřebeni) a přiváděcím (po stranách) potrubím vzduchotechniky, osvětlení je zavěšeno na ocelových táhlech.
- 03 | Styk obvodové stěny a střechy
- 04 | Orosená skla mantinelů
- 05–06 | Mlha nad hrací plochou
- 07 | Stalagmit na ledové ploše
- 08 | Stalagmity v pravidelném rastru
- 09 | Blower-door test se třemi ventilátory a výkonem 30 000 m³/h

Tepelně-vlhkostní problémy se neprojevily od počátku, ale až cca 3 roky od spuštění provozu haly. Dle sdělení provozovatele haly došlo v roce 2007 k výpadku vzduchotechniky. Při opravě se zjistilo, že celé zařízení pracovalo s daleko větším výkonem, než jaký byl zapotřebí dle výpočtů. Výkon byl takřka dvojnásobný. Aby se zamezilo dalšímu poruše, bylo zařízení nastaveno dle původních výpočtů. V té době se začaly objevovat uvedené tepelně-vlhkostní problémy.

DIAGNOSTIKA

Graf /01/ znázorňuje parametry vzduchu v období mezi 6. až 10. zářím 2007, tedy v době, kdy byla tvorba mlhy, rosení skel mantinelů a růst stalagmitů na ledové ploše největší. Průměrné teploty a relativní vlhkosti vzduchu za uvedené období jsou uvedeny v tabulce /01/.



Vzduchotechnice se nedařilo snižovat relativní vlhkost pod hodnotu 81,8%, při které docházelo

k problémům s kondenzací. Vstupní parametry návrhu klimatizace jsou mj. objem prostoru a požadovaná výměna vzduchu. Při návrhu se předpokládá, že výměna vzduchu mezi interiérem a exteriérem probíhá pouze konstrukcí a spárami, které jsou k tomu určené. Ověřili jsme výpočtem, že vzduchotechnika v hale je navržena správně tak, aby zajistila vyhovující parametry – teplotu a relativní vlhkost. Rozpor mezi nastavením vzduchotechniky a skutečným nevyhovujícím stavem prostředí haly vyvolává domněnku, že se do interiéru někdy dostává velké množství nepředpokládané vlhkosti. Jedna nebo více částí obalových konstrukcí haly jsou pravděpodobně nevzduchotěsné.

Potvrdit tuto domněnku jsme se rozhodli měřením vzduchotěsnosti halové části. K tomuto účelu jsme použili blower-door test. Z důvodu velkého objemu haly jsme museli nasadit nejtěžší kalibr, a to blower-door test se třemi ventilátory s výkonem až 30 000 m³/h /foto 09/. Objem haly je rovněž cca 30 000 m³/h.

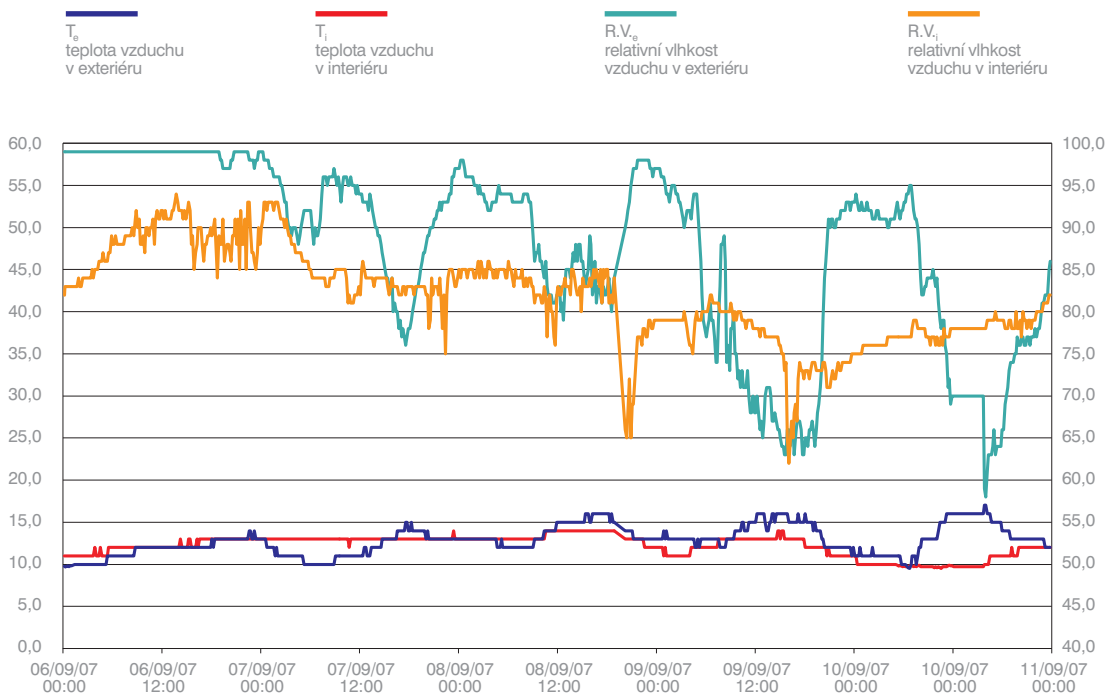
To znamená, že pokud by byla hala dostatečně vzduchotěsná, byla by šance se dostat na násobnost výměny vzduchu cca kolem 1 h⁻¹. Měření se uskutečnilo na začátku prosince 2007. Teplota vzduchu v exteriéru byla 4 °C a teplota vzduchu v hale 9 °C. Ventilátory byly instalovány do revizních vstupních dveří na střeše. Bohužel se ukázalo, že hala je natolik netěsná, že se nepodařilo docílit požadovaného tlakového rozdílu mezi interiérem a exteriérem. Nejvyšší dosažený tlakový rozdíl byl 15 Pa. Tato hodnota a rozdíl teploty vzduchu mezi interiérem a exteriérem 5 °C ale již dostačují k tomu, aby se pro hledání netěsností dala použít termovizní kamera. Pro tento účel byly v interiéru při přirozeném tlakovém rozdílu nasnímány prakticky všechny vnitřní povrchy střechy a stěn. Jednalo se takřka o 100 termovizních snímků. Následně byl v interiéru udržován po dobu několika hodin podtlak 10 Pa až 15 Pa a opět byly nasnímány termovizní kamerou všechny vnitřní povrchy. Při podtlaku dochází k nasávání studenějšího vzduchu



Tabulka 01 | Průměrné teploty a relativní vlhkosti vzduchu za sledované období

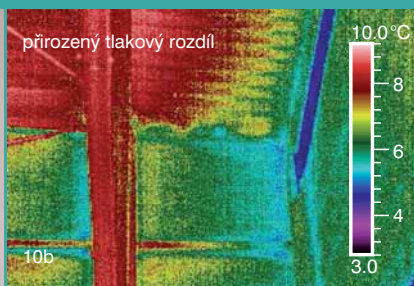
Parametr	Průměrná hodnota
T _e [°C]	12,8
R.V. _e [%]	87,8
T _i [°C]	12,2
R.V. _i [%]	81,8

Graf 01 | Průběhy teplot a relativních vlhkostí vzduchu v exteriéru a v hale v období od 6. do 10. září 2007

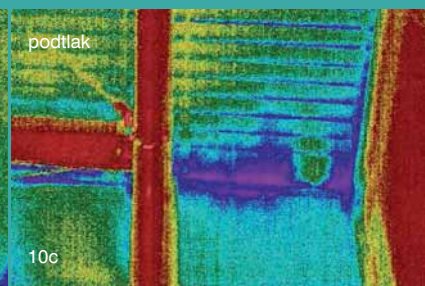




10a



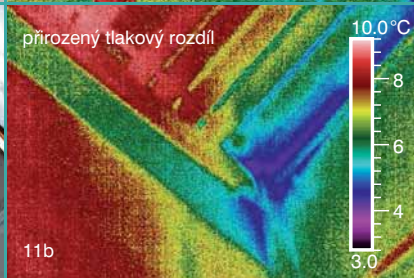
10b



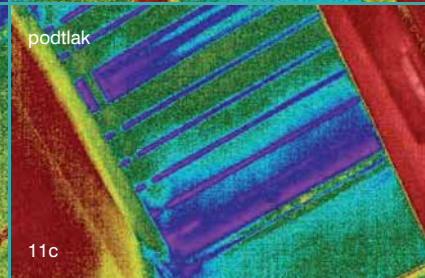
10c



11a



11b



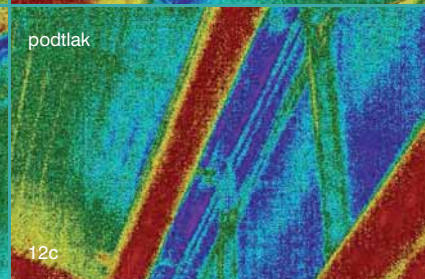
11c



12a



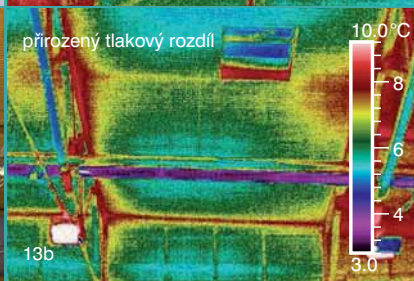
12b



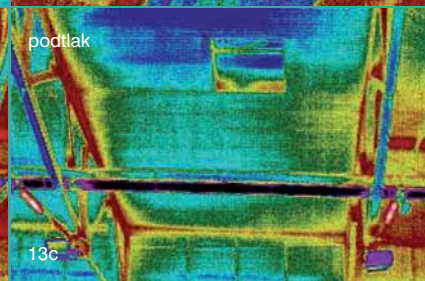
12c



13a



13b



13c

- 10| Styk boční a štítové stěny se střechou, při podtlaku je patrné výrazné ochlazení celého detailu.
- 11| Styk boční a štítové stěny se střechou, nižší povrchové teploty jsou patrné již při přirozeném tlakovém rozdílu a při podtlaku došlo ještě k jejich snížení.
- 12| Styk boční stěny se střechou, již při přirozeném tlakovém rozdílu jsou patrné 2 lokální netěsnosti, při podtlaku došlo k celkovému ochlazení detailu.
- 13| Snížení povrchové teploty v ploše střechy v oblasti u světlíku.

z exteriéru přes netěsnosti do interiéru. V okolí netěsností dojde k ochlazení konstrukcí a netěsnosti se projeví poklesem povrchových teplot. Z porovnání snímků při přirozeném takovém rozdílu a při podtlaku /foto 10 až 13/ se podařilo lokalizovat několik netěsností v ploše střechy a především netěsnosti ve styku obvodových stěn se střechem. Poměrně nevzduchotěsná byla většina vstupních dveří.

Nedostatečná vzduchotěsnost je obvykle způsobena absencí vzduchotěsnicích vrstev nebo chybně provedených spojů mezi materiály zajišťujícími vzduchotěsnicí funkci. Z lokalizace netěsností termovizní kamerou nebylo možné stanovit přesnou příčinu, a proto bylo rozhodnuto o provedení sond v místě styku střechy se stěnou a sond do střešního pláště.

SONDY

Sondy byly provedeny v polovině června 2008, tedy v době, kdy se hala nevyužívá.

A) SONDA S1 – STYK STŘECHY S BOČNÍ STĚNOU.

Sonda byla realizována z exteriéru v přesahu střechy přes hoblovaná prkna podhledu /foto 14 a 15/. Místo sondy odpovídá v interiéru přibližně místu na /foto 12/. Mezera mezi trapézovým plechem a hoblovanými prkny podhledu byla vyplněna pouze přířezy minerální vlny. Toto provedení je vyhovující z hlediska prostupu tepla, ale nelze jej považovat za vzduchotěsné. V přesazích střechy lokálně chyběla tepelná izolace.

B) SONDA S2 – STYK STŘECHY SE ŠTÍTOVOU STĚNOU.

Sonda byla opět realizována z exteriéru. Vlny trapézového plechu byly u štítové stěny vyplněny pouze přířezy minerální vlny /foto 16 a 17/.

C) SONDA S3 – PŘESAHA STŘECHY U ŠTÍTU.

Pro napojení spodní fólie lehkého typu na navazující konstrukce byla použita lepicí páska. Obdobně byla použita lepicí páska také pro slepení přesahů fólie v ploše. Jak to bývá



- 14| Odstraněná hoblovaná prkna
- 15| Výplň přířezy minerální vlny
- 16| Vlna trapézového plechu vyplněná přířezem minerální vlny
- 17| Pohled směrem do interiéru
- 18| Chybně provedené napojení spodní fólie na navazující konstrukce
- 19| Chybějící lepicí páska v napojení spodní fólie na navazující konstrukce
- 20| Neslepený přesah horní fólie



u spojení fólie v těchto konstrukcích obvyklé, nepodařilo se je slepit dokonale /foto 18/. U napojení fólie na navazující konstrukce páska dokonce lokálně chyběla /foto 19/.

D) SONDA S4 – V PLOŠE STŘECHY BLÍZKO SVĚTLÍKU.

Spoje horní fólie lehkého typu byly řešeny jen přesahem bez použití lepicí pásky /foto 20/. U napojení na navazující konstrukce opět lokálně lepicí páska chyběla (především u konstrukce světlíku).

SHRNUTÍ POZNATKŮ Z PRŮZKUMU

Skutečná skladba střechy zjištěná sondami je uvedena v tabulce /02/. Materiálové složení odpovídá projektové dokumentaci. Provedení jednotlivých vrstev a jejich napojení na související konstrukce může ukazovat na pravděpodobné příčiny popsáných poruch.

Součinitel prostupu tepla skladby střechy 0,38 W/(m²·K) splňuje požadovanou hodnotu 0,54 W/(m²·K) dle ČSN 73 0540-2 [1]. Ve skladbě vypočtové nedochází ke kondenzaci. Výpočet povrchové teploty na spodním líci podhledu byl proveden dle bilance rovnováhy tepelných toků na vnitřním povrchu zahrnující tepelný tok sáláním i vedením. Výsledky výpočtu ukázaly, že největší riziko povrchové kondenzace hrozí v srpnu a září.

ANALÝZA PROBLÉMU

Díky nekontrolovatelnému proudění vzduchu mezi interiérem a exteriérem se v části roku hala chová jako neklimatizovaná. V podstatě pro ni platí pravidla formulovaná v článku Ing. Antonína Žáka [9]. Pojďme pro zajímavost naši halu s těmito pravidly zkonfrontovat.

A) „Navrhovat vnitřní povrchy střešních plášťů s nízkou emisivitou (pohltivostí).“

Dřevo patří k materiálům s velice vysokou emisivitou přesahující hodnotu 0,9. Hoblováním lze emisivitu snížit, ale pouze o malou hodnotu. Vysoká emisivita podhledu se pravděpodobně spolupodílí na uvedených nežádoucích jevech. Nižší povrchovou teplotu části podhledu nad ledem oproti části podhledu nad tribunou dokládá také /foto 21/.

B) „Haly by měly být co nejvíce rozlehlé a co nejvyšší. Tvar zastřešení nehraje příliš velkou roli. Proto je možné volit rozmanitá řešení střech. Je nutné zajistit minimální výšku střechy v ose ledové plochy.“

S výškou povrchu střechy nad ledovou plochou se snižuje vliv radiace a tedy ochlazování spodního povrchu střechy. Dle ČSN 73 0540-2 [1], [2] se doporučuje pro vyloučení dlouhodobě se vyskytujícího efektu tvorby stalagmitů v přechodných

období roku nejmenší vzdálenost střechy od středu ledové plochy:

$$r = 20 * \sqrt{\epsilon_{st}} = 20 * \sqrt{0,9} = 19 \text{ m}$$

a pro vyloučení i krátkodobě se vyskytujícího stejného efektu v zimním období se doporučuje tuto vzdálenost zvýšit na:

$$r = 30,3 * \sqrt{\epsilon_{st}} = 30,3 * \sqrt{0,9} = 28,75 \text{ m}$$

Výška haly v hřebeni 15 m nedosahuje ani jedné z uvedených hodnot. Tento fakt se opět spolupodílí na vzniku nežádoucích jevů.

C) „U vzduchotechnických zařízení je vhodné vyústky nesměrovat pouze na podhled, ale také nad ledovou plochu tak, aby napomáhaly pohybu vlhkosti nasyceného vzduchu nad ledovou plochou.“

Vyústky směřují jak na podhled, tak také na ledovou plochu /foto 22/. Pokud by uvedené opatření nebylo realizováno, lze předpokládat, že by nežádoucí jevy byly rozsáhlejší. Pravděpodobně by docházelo k povrchové kondenzaci i v dalších měsících než jen v srpnu a září.

D) „Při návrhu střešního pláště je vhodné navrhovat vrstvu zabraňující pronikání vlhkosti z obou stran tepelné izolace (při obráceném vlhkostním toku funguje hydroizolace – krytina – jako parozábrana). Z hlediska trvale příznivého tepelně-vlhkostního režimu jsou nejvíce výhodné jednoplášťové

Tabulka 02 | Skladba střechy (od interiéru)

Vrstva	Stav vrstvy	Tloušťka [mm]
Hoblovaná dřevěná prkna s mezerami 20 mm	-	18
Vzduchová vrstva	-	100
Trapézový plech 160/250	bez zjevných poruch	1,25
PE fólie lehkého typu vyztužená mřížkou	v přesazích pouze přeložena, lokálně nesoudržné v napojení na oplechování	0,25
Tepelná izolace z minerální vlny	suchá	160
Plastová fólie lehkého typu s hliníkovou fólií vyztužená mřížkou	slepená v přesazích lepicí páskou, ale spoje lokálně nesoudržné, lokálně nesoudržné v napojení na navazující konstrukce	0,25
Vzduchová vrstva	-	40
Trapézový plech 79/250	Lokální koroze krytiny v místech s porušenou povrchovou úpravou	0,88



● Odvod
● Přívod

21 | Nižší povrchová teplota části podhledu nad lemem než části podhledu nad tribunou
22 | Nasměrování výstřků jak na podhled, tak také nad ledovou plochu

střechy s parozábranou a hlavní hydroizolací na podobné materiálové bázi (s podobnými difuzními vlastnostmi).“

Střecha haly je dvouplášťová. Parotěsnost mají pravděpodobně zajišťovat dvě vrstvy z fólie lehkého typu (vyztužené PE fólie) u obou povrchů tepelné izolace. Použití těchto typů fólií i pro vzduchotěsní vrstvy skládaných konstrukcí je však problematické (viz např. [11]). To se potvrdilo i zde. Ani jednu z fólií se nepodařilo provést zcela těsně.

KONCEPCE ŘEŠENÍ

Pro zamezení vzniku nežádoucích tepelně-vlhkostních jevů je třeba provést nápravná opatření. Možnou variantou je výměna vzduchotechnické jednotky za výkonnější nebo doplnění o další. Z ekonomického hlediska však toto řešení nemusí být přijatelné, protože bude třeba upravovat vzduch po celou dobu provozu haly. Navíc cyklické zatěžování střešního pláště, především tepelné izolace, vlhkostí může snížit mechanicko-fyzikální

vlastnosti a významně zkrátit trvanlivost konstrukcí.

Jako nejlepší řešení se jeví komplexní oprava střechy včetně napojení střechy na obvodové stěny. Současně lze také doporučit úpravu podhledu.

<Viktor Zwiener>

Foto:
Tomáš Kafka
Michal Škuta
Pavel Šuster
Viktor Zwiener

Literatura:

- [1] ČSN 73 0540-2:1994 Tepelná ochrana budov – Část 2: Funkční požadavky
- [2] ČSN 73 0540-2:2007 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- [3] ČSN 73 0540-3:1994 Tepelná ochrana budov – Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování
- [4] ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin

- [5] ČSN 73 0540-4:1994 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody pro navrhování a ověřování
- [6] ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- [7] ČSN EN 13187:1999 (73 0560) Tepelné chování budov – Kvalitativní určení tepelných nepravidelostí v pláštích budov – Infračervená metoda
- [8] ČSN EN 13829:2001 (73 0577) Tepelné chování budov – Stanovení průvzdušnosti budov – Tlaková metoda
- [9] Žák A.: Navrhování střech nevytápěných a neklimatizovaných zimních stadionů, Dektime, 05/2005, str. 27-35
- [10] Laník R., Bohuslávka P.: Zajímavé momenty z návrhu a realizace střech zimního stadionu, Dektime Speciál semináře/2007, str. 4-13
- [11] Žemla P.: Parotěsní vrstva z fólie lehkého typu prováděná zdola, Dektime Speciál 1/2008, str. 22-29

TECHNICKÁ NORMALIZACE

TECHNICKÉ NORMY

Technické normy mají stále velký význam v životě společnosti. Část norem obsahuje hodnoty, popřípadě metodiky ověřování hodnot technických parametrů konstrukcí, materiálů nebo prostředí, na které se odvolávají ustanovení zákonů a vyhlášek. Částí norem vymezené zákony a vyhláškami se pak stávají závaznými. Závaznými jsou také normy, které určují, jak zajistit shodu se základními kritérii formulovanými v evropské směrnici 89/106/EHS (v současné době se reviduje - viz článek v DEKTIME 01/2009). Těmi jsou především tzv. harmonizované výrobové normy. Existují také normy, které obsahují popis obvyklého provedení konstrukcí a prací a „dobré rady“ jak dosáhnout splnění technických funkčních parametrů. Každá norma nebo její část se může stát závaznou (pokud závaznost již nevyplývá ze zákona) pro strany smluvního vztahu (např. mezi zhotovitelem a investorem), pokud se na tom smluvní strany dohodly. V současné době využívá technická veřejnost především normy národní (ČSN), evropské (EN), popřípadě mezinárodní (ISO). EN a významné ISO se začleňují do systému ČSN, často i překladem.

NÁRODNÍ NORMALIZAČNÍ ORGÁN

V roce 2008 byl rozhodnutím MPO zrušen Český normalizační institut, který byl do té doby zodpovědný za vydávání českých technických norem a za komunikaci ČR s CEN. Národním normalizačním orgánem se stal Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) s úkolem snížit náklady na tvorbu norem a zajistit jejich lepší dostupnost veřejnosti.

PLÁN TECHNICKÉ NORMALIZACE

Normalizační úkoly jsou nově plánovány v jednom společném plánu technické normalizace (PTN). Dříve se používal samostatný plán mezinárodní spolupráce a samostatný plán normalizačních úkolů. Společný plán umožňuje řešit budoucí ČSN EN již od okamžiku vzniku záměru v CEN až do překladu jako jeden úkol. U významných norem se budou vytvářet pracovní překlady již v době projednávání v CEN, aby se projednávání mohla zúčastnit co nejširší technická veřejnost. Předpokládá se, že zpracování normalizačních úkolů budou hradit soukromé subjekty nebo jejich sdružení, ústřední správní úřady (ministerstva) - pokud se norma dotýká ochrany veřejného zájmu jim svěřené nebo ÚNMZ - pokud se norma dotýká širokého spektra technické veřejnosti. Zařazení úkolů do PTN doporučují národnímu normalizačnímu orgánu technické normalizační komise (TNK). Při tom posuzují potřebnost úkolu, koho se řešená problematika dotýká a způsob řešení (např. u EN zavedení do soustavy ČSN překladem nebo zavedení v originále).

TNK

Konsenzu v normalizaci se dosahuje na lobbistickém principu. Každá složka technické veřejnosti se musí snažit svůj zájem do normy prosadit. Stanoviska technické veřejnosti a vyjednání konsenzu (jak pro text národní normy tak pro zastoupení ČR v jednání technické komise CEN) by měly zajistit poradní orgány ÚNMZ - technické normalizační komise. Jsou složeny z představitelů akademické obce, ústředních správních úřadů (ministerstev), výzkumných pracovišť, zkušeben, výrobců, zájmových

organizací reprezentujících českou odbornou veřejnost. TNK posuzují návrhy úkolů plánu technické normalizace a doporučují ÚNMZ jakým způsobem je řešit a také financovat.

TNK 65 IZOLACE STAVEB

Pro představu o činnosti TNK 65 uvádíme v samostatném rámečku část agendy posledního výročního zasedání, které proběhlo v březnu 2009. Mimo jiné byl na tomto zasedání předsedou komise zvolen Ing. Luboš Káně, technický ředitel DEK a.s. Ve funkci tajemníka bude působit Ing. Radek Špaček, pracovník ÚNMZ. TNK 65 o své činnosti informuje na internetových stránkách www.tnk65.cz.

CTN

Řešení úkolů plánu technické normalizace zajišťuje národní normalizační orgán prostřednictvím center technické normalizace (CTN) - odborných pracovišť, kterým poskytuje licenci k řešení normalizačních úkolů. CTN smluvně zabezpečují tvorbu norem, zastupování ČR na jednáních technických komisí CEN a překlady schválených EN.

CTN DEK

Pro oblast stavebních izolací a pro komunikaci s CEN TC 128, 254 a 361 získala licenci společnost DEK a.s. Vedoucím CTN DEK je Ing. Jiří Tokar. V CTN DEK bylo dosud řešeno téměř sto úkolů překladů a převzetí evropských norem z uvedených komisí CEN do soustavy ČSN. V letech 2006 až 2007 byla v CTN DEK zpracována revize ČSN 73 3610 Navrhování klempířských konstrukcí. Pracovníci CTN DEK působí

<Zdeněk Plecháč>

v TNK 65, pro kterou zajišťují chod sekretariátu, dále také v TNK 31 TEXTIL (zaměření na geotextilie a geosyntetické hydroizolace) TNK 76 OSVĚTLENÍ. S dalšími TNK a CEN/TC spolupracují.

Nové úkoly CTN schválila TNK 65 na zasedání 11. 3. 2009 (viz zpráva ze zasedání na str. 40).

Přehled zaměření CEN/TC, s nimiž komunikuje CTN DEK:

- **CEN/TC 128 STŘEŠNÍ SKLÁDANÉ KRYTINY A VÝROBKY PRO OBKLADY STĚN.**
Výrobní a zkušební normy pro betonové, keramické, cementovláknité, břidličné krytiny a obklady, profilované střešní a fasádní plechy, plastové prosvětlovací desky, fasádní sendvičové panely, příslušenství střešních krytin.
- **CEN/TC 254 HYDROIZOLAČNÍ PÁSY A FÓLIE.**
Výrobní a zkušební normy pro asfaltové vyztužené hydroizolační pásy pro střechy, stěny, spodní stavby, plastové a pryžové fólie pro střechy a spodní stavby, vegetační skladby, parotěsnící a difuzní fólie pro střechy a stěny.
- **CEN/TC 361 PROJEKTOVÁ KOMISE – HYDROIZOLAČNÍ SILNOVRSTVÉ POLYMEREM MODIFIKOVANÉ ASFALTOVÉ POVLAKY – DEFINICE/ POŽADAVKY A ZKUŠEBNÍ METODY.**
Výrobní a zkušební normy pro asfaltové tmely pro hydroizolaci spodní stavby.

Na str. 41 informujeme o právě proběhlém jednání evropské komise CEN/TC 254 z působnosti CTN DEK.

NABÍDKA SLUŽEB CTN DEK PRO PROJEKTANTY, ODBORNOU VEŘEJNOST, REALIZAČNÍ FIRMY A VÝROBCE STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

• INFORMACE O VYDANÝCH TECHNICKÝCH NORMÁCH

Pravidelný měsíční e-mail s přehledným seznamem vydaných technických norem pro navrhování a provádění staveb, stavební suroviny, materiály a výrobky a části staveb (třída norem 72, 73, 74).

• INFORMACE O PŘIPRAVOVANÝCH TECHNICKÝCH NORMÁCH

Pravidelný měsíční e-mail s přehledným seznamem připravovaných technických norem pro navrhování a provádění staveb, stavební suroviny, materiály a výrobky a části staveb (třída norem 72, 73, 74).

• ROZBOR PŘIPRAVOVANÝCH TECHNICKÝCH NOREM

V oblastech odborné působnosti CTN DEK (viz uvedené CEN/TC 128, 254, 361 a TNK 65) bude seznam připravovaných norem doplněn podrobným rozбором zpracovatele jednotlivých úkolů (historie, vývoj, význam a důvod jednotlivých ustanovení). Uživatel služby tak dostane komplexní informace, které může efektivně využít pro svoji práci nebo pro zapojení se do procesu tvorby a projednávání norem. Pokud se některé připravované ustanovení dotýká jeho práce, může ho významně ovlivnit. Předpokládá se že největší zájem bude o zapojení subjektů technické veřejnosti do procesu revizí českých technických norem ČSN 731901, ČSN 73 0600, ČSN 73 0606 a ČSN 73 0610.

• PORADENSTVÍ

CTN DEK ve své odborné působnosti nabízí poradenství v oblasti výkladu obsahu norem

a jejich návaznosti na další předpisy.

• SPECIÁLNÍ NABÍDKA PRO PROJEKTANTY REGISTROVANÉ V PROGRAMU DEKPARTNER

Účastníkům programu DEKPARTNER bude CTN v případě jejich zájmu zasílat informace o vydaných technických normách třídy 73 ZDARMA. Ostatní z výše uvedených balíčků služeb a informace o dalších třídách norem mohou účastníci programu DEKPARTNER hradit body z programu DEKPARTNER.

Podrobnosti nabídky služeb jsou vystaveny na www.ctndek.cz.

**VÝROČNÍ ZASEDÁNÍ TNK 65
IZOLACE STAVEB
11. BŘEZNA 2009**

UDÁLOSTI V CEN
V LETECH 2007 – 8

- 17. 1. 2007 BERLÍN
CEN/TC 254 SC2
(hradila společnost DEK a.s.)
Na jednání byl zástupci ČR
(Rozsival, Plecháč, oba DEK a.s.)
předložen podnět METROSTAV
a.s. na změnu zkušební postupu
v EN 1848-2 pro stanovení

tloušťky hydroizolačních fólií.
Podle EN 1848-2 jsou zkušební
tělesa odebírána až 100mm od
kraje fólie. Ve skutečnosti má fólie
právě u kraje vlivem výrobního
procesu často menší tloušťku. To
způsobuje značné problémy při
jejím svařování.

- 8. A 9. KVĚTNA 2008 ISTANBUL
CEN/TC 254
(hradily DEK a.s., JUTA a.s. a ČNI)
Zástupci ČR na jednání vznesli
dotaz na možnost přesunutí
výrobních norem pro

geosyntetické izolace, které má
nyní ve své působnosti
CEN/TC 189 a v ČR TNK 31 Textil.
Normy svou působností spadají
do oblasti CEN/TC 254 a používají
i její zkušební metody. Tento
problém se komise TC 254 snažila
neúspěšně řešit již cca před 10 lety.
TC 189 bude se stejnou žádostí
opět oslovena, stanovisko bude
prezentováno na dalším výročním
zasedání CEN/TC 254 dne
28. května 2009 v Dublinu.

Evropské normy – Úkoly do plánu technické normalizace						
Číslo projektu	Označení normy	Název	Kategorie řešení - návrh TNK 65			
			A	B	C	D
254126	není	Hydroizolační pásy a fólie – Stanovení emisivity podkladních a difúzních pásů a fólií	X			
254109	pr EN 1110	Hydroizolační pásy a fólie - Asfaltové pásy - Stanovení odolnosti proti stékání		X		
254114	pr EN 12311-2	Hydroizolační pásy a fólie - Stanovení tahových vlastností - Část 2: Plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech		X		
254115	pr EN 12317-2	Hydroizolační pásy a fólie - Stanovení smykové odolnosti ve spojích - č. 2: Plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech		X		
254113	pr EN 1849-2	Hydroizolační pásy a fólie - Stanovení tloušťky a plošné hmotnosti - Část 2: Plastové a pryžové a fólie pro hydroizolaci střech		X		
254117	pr EN 13111	Hydroizolační pásy a fólie - Pojistné hydroizolace pro skládané krytiny střech a zdí - Stanovení odolnosti proti propustnosti vody		X		
254124	EN 13967:2004 /prA2	Hydroizolační pásy a fólie - Plastové a pryžové pásy a fólie do izolace proti vlhkosti a plastové a pryžové pásy a fólie do izolace proti tlakové vodě - Definice a charakteristiky	X			
254105	není	Hydroizolační pásy a fólie – Asfaltové, plastové a pryžové pásy a fólie – Stanovení odolnosti proti sání větrem	X			
254125	EN 14909:2006 /pr A1	Hydroizolační pásy a fólie - Plastové a pryžové pásy a fólie vkládané do stěnových konstrukcí - Definice a charakteristiky	X			
254120	pr EN 13859-1	Hydroizolační pásy a fólie - Definice a charakteristiky pásů a fólií podkladních a pro pojistné hydroizolace - Část 1: Pásy a fólie podkladní a pro pojistné hydroizolace pro skládané krytiny	X			
254121	pr EN 13859-2	Hydroizolační pásy a fólie - Definice a charakteristiky pásů a fólií podkladních a pro pojistné hydroizolace - Část 2: Pásy a fólie podkladní a pro pojistné hydroizolace pro stěny	X			
254107	pr EN 1107-1	Hydroizolační pásy a fólie - Část 1: Asfaltové pásy - Stanovení rozměrové stálosti		X		
254112	pr EN 1847	Hydroizolační pásy a fólie - Plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech - Metody expozice kapalnými chemikáliemi, včetně vody		X		
128109	pr EN 1013	Světlopropustné jednovrstvé profilované plastové desky pro vnitřní a vnější střechy, stěny a stropy – Požadavky a zkušební metody		X		

Revize českých technických norem – Úkoly do plánu technické normalizace		
Norma	Termín dokončení	Zpracovatelé v CTN DEK
ČSN 73 1901:1999 Navrhování střech	09/2010	Jiří Tokar
ČSN P 73 0600:2000 Hydroizolace staveb – Základní ustanovení,	12/2011	Luboš Káně
ČSN P 73 0606:2000 Hydroizolace staveb – Povlakové hydroizolace – Základní ustanovení	12/2011	Luboš Káně
ČSN P 73 0610:2000 Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení	12/2012	Luboš Káně

U všech revizí se předpokládá úzká spolupráce s doc. Ing. Zdeňkem Kutnarem, CSc. Informace o záměrech revizí českých norem připravujeme pro další čísla časopisu DEKTIME. Věříme, že se nám podaří zapojit čtenáře časopisu do procesu revizí.

JEDNÁNÍ CEN/TC 254 HYDROIZOLAČNÍ PÁSY A FÓLIE 28. KVĚTNA 2009 DUBLIN

NEJDŮLEŽITĚJŠÍ BODY Z USNESENÍ:

- **SPOLUPRÁCE S CEN/TC 361 – ASFALTOVÉ POVLAKY.**
Zkušební postupy výrobků komise CEN/TC 361 jsou podobné zkouškám vyztužených asfaltových pásů v působnosti CEN/TC 254. Navíc jsou zkušební metody pro vyztužené pásy již delší dobu zavedeny a používány. Proto obě komise považují za vhodné své zkušenosti sdílet a úzce spolupracovat.
- **SPOLUPRÁCE S CEN/TC 390 – VEGETAČNÍ STŘECHY.**
Pro účely rozboru tvorby společných evropských pravidel pro navrhování, provádění, zkoušení a údržbu vegetačních střech byla v CEN založena samostatná komise CEN/TC 390 (Project Committee - Criteria for design, performance, test methods and maintenance of roof gardens). Problematika vegetačních střech se CEN/TC 254 přímo dotýká. Proto bylo dohodnuto sledovat dění v CEN/TC 390 a na budoucích úkolech s komisí spolupracovat.
- **PŘESUNUTÍ NOREM PRO HYDROIZOLACE BAZÉNŮ DO CEN/TC 254.**
Pro hydroizolace bazénů dosud neexistují EN. Problematika

hydroizolace takových částí staveb spadá pod působnost CEN/TC 254. Práce na výrobních normách pro vyztužené a nevyztužené hydroizolace vnitřních bazénů byla však započata v jiné komisi – CEN/TC 249 Plasty. Proto komise CEN/TC 254 bude žádat o přesunutí norem do své působnosti. Navíc normy, které komise pro plasty připravuje, nebudou vyžadovat značení výrobků CE. Proti tomu jsou výrobci obdobných fólií např. pro hydroizolaci nádrží, pro které existuje výrobní norma (EN 3361 Geosyntetické izolace – Vlastnosti požadované pro použití při stavbě nádrží a hrází) CE značení požadující. Tento rozdíl může mít podle odborníků CEN/TC 254 vliv na nerovnou soutěž na trhu.

- **ZKOUŠENÍ „CHOVÁNÍ PŘI VNĚJŠÍM POŽÁRU“.**
Organizace BWA (Bitumen Waterproofing Association), EuPC (European Plastic Converters) a ESWA (European single ply waterproofing association) připravily dokument, který navrhuje doplnit do výrobních norem pro střešní hydroizolace pravidla pro montáž a uchycení zkušebního tělesa při zkoušce „chování při vnějším požáru“ (ČSN ENV 1187 Zkušební metoda pro střechy vystavené působení vnějšího požáru) a pravidla pro použití výsledků zkoušky při změně některých parametrů výrobku (např. změna plošné

hmotnosti, typ výztužné vložky v asfaltovém pásu apod). V CEN/TC 254 byl návrh přijat a bylo dohodnuto, že na něj budou reagovat příští revize norem EN 13707 (asfaltové pásy pro hydroizolaci střech) a EN 13956 (plastové a pryžové fólie pro hydroizolaci střech).

- **SJEDNOCENÍ SYSTÉMŮ PROKAZOVÁNÍ SHODY.**
BWA dále komisí oslovila s návrhem na sjednocení systémů prokazování shody výrobků. V současné době je vzhledem k účelu použití ve stavbě postup nejednotný. Pro některé výrobky je nutné provádět certifikaci systému řízení výroby u výrobce, u jiných ne. Záležitost souvisí i s trendem sjednocení více současných výrobních norem do jedné. Současné členění norem je právě podle místa použití výrobku ve stavbě (střecha, spodní stavba, stěna). Praxe však ukázala, že toto členění není vhodné a bude lepší výrobky dělit podle materiálové báze s možností širšího použití ve stavbě. A právě tomuto sjednocení jsou různé systémy prokazování shody překážkou. Proto bylo na jednání dohodnuto, že CEN/TC 254 podpoří jednotný systém prokazování shody svých výrobků označený 2+, zahrnující certifikaci systému řízení výroby u výrobce.

Vysvětlení kategorií:

A – Nutná aktivní účast

B – Sledování s možností aktivního zapojení v případě potřeby

C – Účast na projektu není nutná

D – Požadavek externího subjektu (on hradí úkol)

VNĚJŠÍ KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTEM

Nový vnější kontaktní zateplovací systém splňující Evropské technické schválení dle **ETAG 004**, primárně navrhovaný a určený pro oblast revitalizací bytových a panelových domů.

System je vhodný pro dotační program Zelená úsporám.

DEKTHERM® ELASTIK



POLYKARBONÁTOVÉ
PROSVĚTLOVACÍ
DUTINOVÉ DESKY
MULTICLEAR

BLIŽŠÍ INFORMACE NA VŠECH POBOČKÁCH DEKTRADE

 **DEKPLASTIC**[®]

www.dekplastic.cz

DEKMETAL®

STŘEŠNÍ A FASÁDNÍ VÝROBKY Z PLECHU

www.dekmetal.cz

HAKEL, HRADEC KRÁLOVÉ



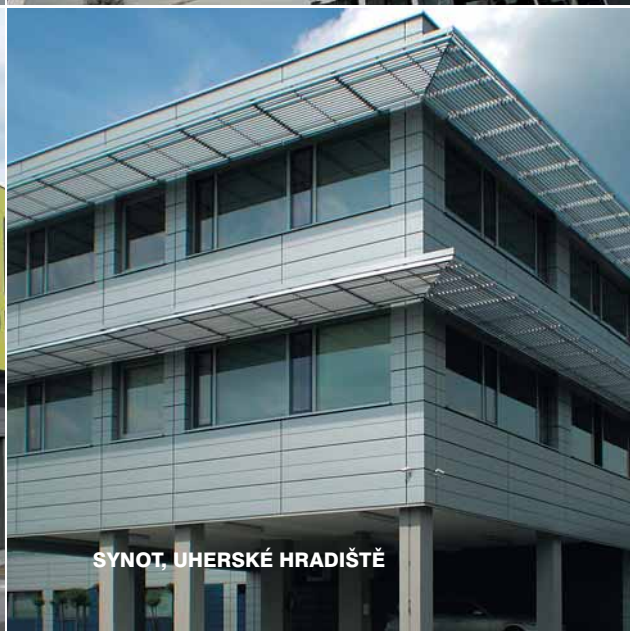
OPTOMONT, OSTRAVA



VOLVO, PARDUBICE



VIKI, JIHLAVA



SYNOT, UHERSKÉ HRADIŠTĚ