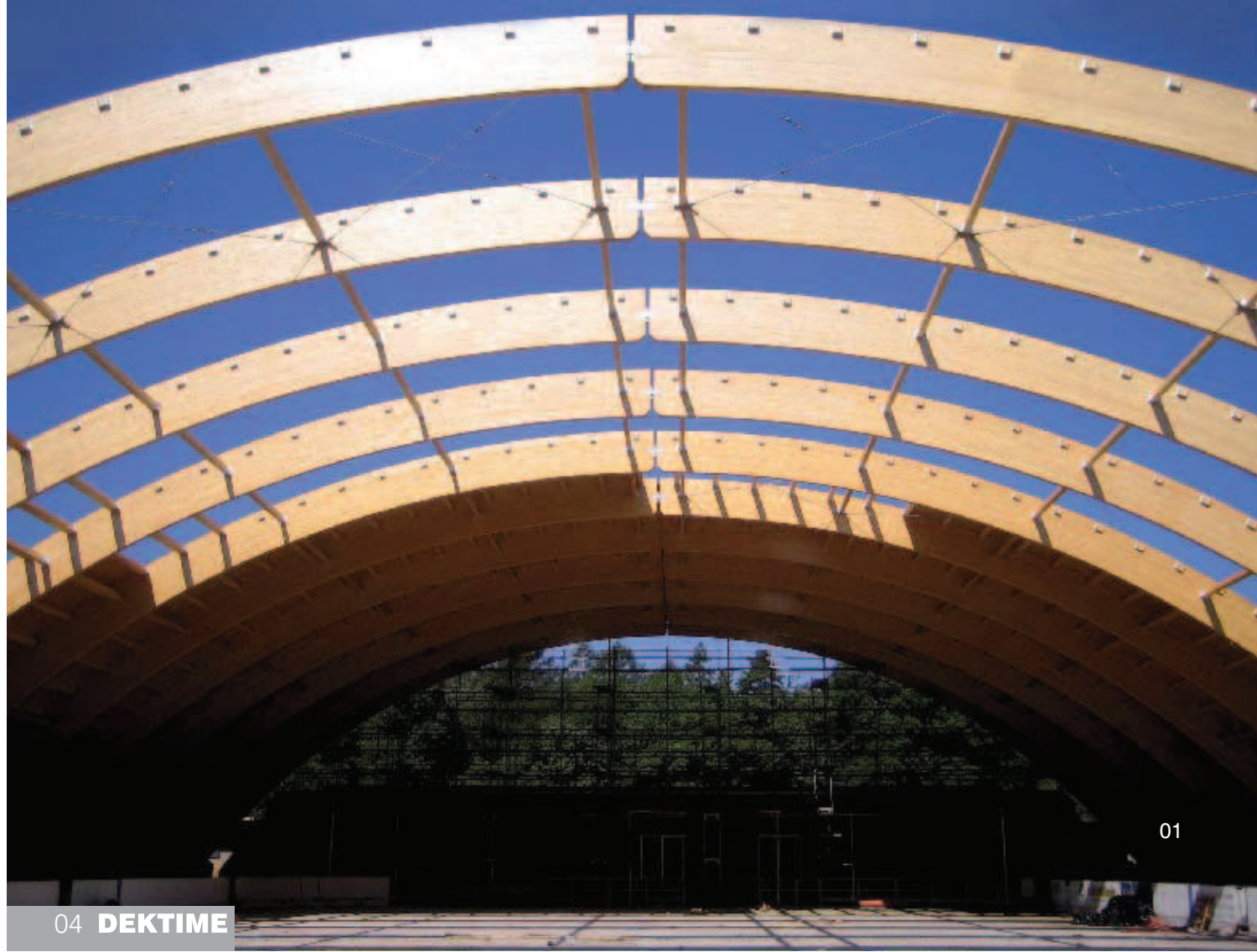


ZAJÍMAVÉ MOMENTY
Z NÁVRHU A REALIZACE

STŘECHY ZIMNÍHO STADIONU



01

STŘECHAMI ZIMNÍCH STADIONŮ JSME SE NA STRÁNKÁCH NAŠEHO ČASOPISU JIŽ ZABÝVALI. V ČLÁNKU ANTONÍNA ŽÁKA V ČÍSLE 05/2005 JSME SHRNULI ZÁKLADNÍ POZNATKY Z NAVRHOVÁNÍ STŘECH NAD LEDOVÝMI PLOCHAMI ZEJMÉNA Z HLEDISKA TEPELNÉ TECHNIKY. V RÁMCI TECHNICKÉ POMOCI PRO GENERÁLNÍHO DODAVATELE A REALIZAČNÍ FIRMU JSME SE V ROCE 2006 PODÍLELI NA REALIZACI ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU, KDE SE MNOHÉ JMENOVANÉ ZÁSADY UPLATNILY.

Mezi hlavní aspekty správného návrhu střechy neklimatizovaného zimního stadionu patří

- příznivý tepelně vlhkostní režim střechy (zejména s ohledem na obrácený vlhkostní tok v letním období),
- zamezení povrchové kondenzace nebo potlačení negativního vlivu povrchové kondenzace na spodním povrchu střechy (Kondenzace ovlivňuje trvanlivost konstrukcí, skapávající kondenzát kvalitu ledové plochy.),
- zamezení tvorby mlhy nad ledovou plochou,
- optimální energetická náročnost údržby ledové plochy,
- a splnění dalších požadavků (hygiena, požární ochrana, akustika atd.).

NÁVRH SKLADBY STŘECHY

Nosnou konstrukci střechy tvoří trojkloubové lepené dřevěné vazníky. Atelier stavebních izolací doporučil v navržené jednoplášťové nevětrané střeše snížit tloušťku tepelné izolace a parozábranu vytvořit z asfaltového pásu bez hliníkové vložky. Hydroizolace i parozábrana tak mají vyrovnané difúzní odpory.

Pozn.: Tloušťka tepelné izolace byla v původním návrhu v projektu pro stavební povolení předimenzovaná. V nočních hodinách by sice bránila snižování teploty spodního povrchu střechy, v denních hodinách by však blokovala jeho ohřívání vlivem sluneční radiace.

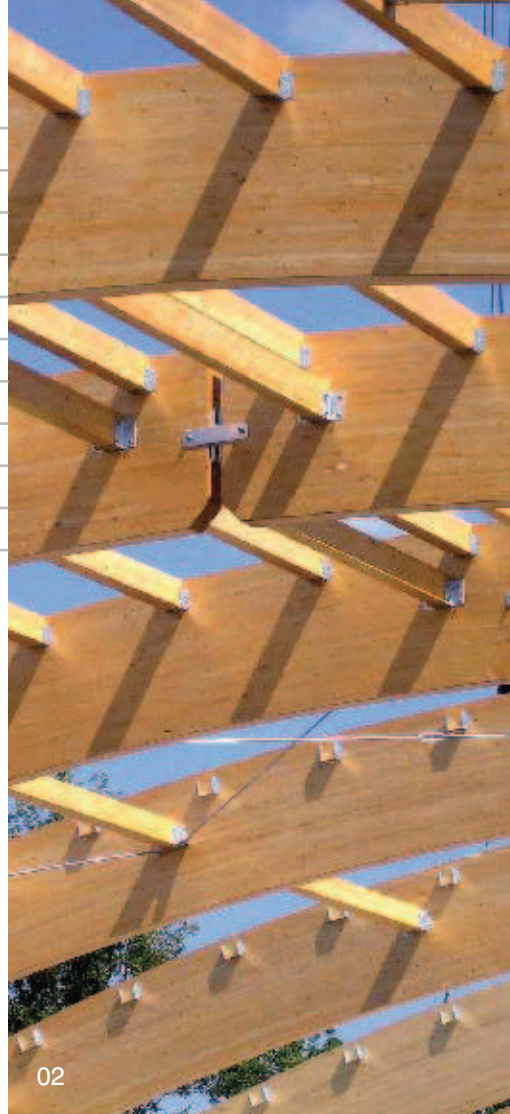
Při výrazně vyšším difúzním odporu parozábrany a při obráceném

difúzním toku v letním období by v tepelné izolaci nad parozábranou, příp. na jejím horním povrchu docházelo k nadměrné kondenzaci vodní páry.

Bednění tvoří OSB desky. V úrovni střešních lepených vazníků Atelier stavebních izolací navrhl podhled z leštěného hliníku (povrch s velmi nízkou emisivitou) pro snížení tepelného záření mezi ledovou plochou a střechou. Nad tribunami navrhl akustický podhled z desek z minerálních vláken a s mezerami pro zajištění dostatečné úrovně proudění vzduchu kolem spodního povrchu OSB desek.

Skladba střechy /foto 07/:

- hydroizolace z pásu z SBS modifikovaného asfaltu ELASTEK 50 SOLO,
- tepelná izolace z tuhých desek z minerálních vláken tl. 2×40 mm,
- parozábrana z pásu z oxidovaného asfaltu DEKGLASS G200 S40,
- záklop z OSB desek,
- vzduchová mezera napojená na prostor zimního stadionu,
- podhled z leštěného hliníku nad ledovou plochou/akustický podhled nad tribunami.



02



03

01-03 | Nosná konstrukce střechy zimního stadionu.

04



05



06



04-05 | Nosná konstrukce střechy,
základ z OSB desek
06 | Kotvení parozábrany
z asfaltového pásu
DEKGLASS G200 S40

ZOHLEDNĚNÍ ŠÍŘENÍ POŽÁRU STŘEŠNÍM PLÁŠTĚM

Požadavkem, který nelze opomenout, je členění střechy z hlediska šíření požáru. Plochu střechy větší než 1500 m², jejíž skladba nevyhovuje požadavku na šíření plamene střešním pláštěm mimo požárně nebezpečný prostor dle ZP 2/91 HS sboru PO MV ČR (zkouška typu B), je nutno rozdělit pruhem skladby v šíři min. 2 m, která splňuje požadavek na šíření požáru v požárně nebezpečném prostoru podle stejného předpisu (zkouška typu A).

Pozn.: Použitá skladba s hydroizolační vrstvou z pásu ELASTEK 50 SOLO splňuje požadavek na šíření požáru mimo požárně nebezpečný prostor (zkouška typu B) na plochých střechách a šikmých střechách do sklonu 15°. Na většině plochy obloukové střechy je však tento sklon výrazně překročen. Proto zde není možné splnění požadavku na šíření plamene mimo požárně nebezpečný prostor uvažovat a je nutné střechu členit požárně dělicím pásem.

Do roku 2006 se zkouška šíření požáru střešním pláštěm prováděla podle uvedeného zkušební předpisu, zkoušky provedené na základě tohoto předpisu mají platnost do 31.12.2007. Od roku 2006 se skladby střech v České republice zkoušejí dle ENV 1187 a klasifikují dle EN 13501-5.

Použití hydroizolačního pásu z modifikovaného asfaltu pro jednovrstvé systémy (ELASTEK 50 SOLO) je limitováno minimálním sklonem střechy 3°. V oblasti s nižším sklonem, tzn. v místě vrcholu obloukové haly, navrhl Atelier stavebních izolací hydroizolační povlak ze dvou asfaltových pásů. Tato oblast byla zároveň navržena jako požárně dělicí pás oddělující plochy do 1500 m². Střecha v oblasti vrcholu obloukové střechy má z těchto důvodů následující skladbu:

- hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu ELASTEK 40 FIRESTOP
- hydroizolační pás z oxidovaného asfaltu DEKGLASS G200 S40

07



- 07 | Schéma skladby a kotvení
- 08 | Skladba střechy – parozábrana,
kotvená tepelná izolace, kotvený
hydroizolační pás ELASTEK
50 SOLO, ve vrcholu střechy
– v požárně dělicím pruhu – kotvený
první pás hydroizolace navržené ze
dvou asfaltových pásů

08





09

- tepelná izolace z tuhých desek z minerálních vláken tl. 2 × 40 mm
- parozábrana z oxidovaného asfaltu DEKGLASS G200 S40
- záklop z OSB desek
- vzduchová mezera napojená na prostor zimního stadionu
- podhled z leštěného hliníku nad ledovou plochou/akustický podhled nad tribunami

ŘEŠENÍ DOBY DOZVUKU

Současně s návrhem skladby střechy byl vypracován odborný

posudek pro posouzení doby dozvuku.

Požadavek na dobu dozvuku stanovuje ČSN 73 0527 *Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely*. Z hlediska požadavků na dobu dozvuku se na tuto normu odkazuje i *Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací* 148/2006 Sb. Požadavek se stanovuje dle účelu objektu a objemu posuzovaného prostoru.

V tomto případě požadavek optimální hodnoty doby dozvuku činil 2,2 s. Posudek vycházel z již navržené skladby střechy včetně obou druhů podhledů nad ledovou plochou a nad tribunami. Výpočtová hodnota doby dozvuku byla stanovena na $T_E = 2,1$ s. Proto lze předpokládat, že požadavek normy bude splněn.

Posudek doby dozvuku upozorňuje na možnost využití štítových stěn k vytvoření konstrukce snižující dobu dozvuku.



08 DEKTIME



PROSKLENÍ ŠTÍTOVÝCH STĚN

Původní návrh uvažoval s výplní štítových stěn deskami z polykarbonátu. Jednou z mnoha zásad při navrhování objektů zimních stadionů je navrhovat v obvodových konstrukcích co nejméně ploch umožňující pronikání slunečního záření. Sluneční záření procházející původně navrženou celoplošně prosklenou konstrukcí mohlo snižovat kvalitu ledu a zvyšovat energetickou náročnost jeho údržby.

Na základě těchto informací došlo k prosazení změny výplně štítů. Z navržených variant byl zvolen systém železobetonového skeletu s vyzdívkou z keramických bloků /foto 09/. Vzduchotěsnost celé konstrukce byla zajištěna omítkou obou povrchů štítů.

V průběhu výstavby se zároveň přistoupilo k využití „rezervy“ konstrukcí štítových stěn k dalšímu snížení doby dozvuku. Na vnitřních stranách štítových stěn byly vybudovány akustické předstěny.

POSUDKY Z OBORU POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI

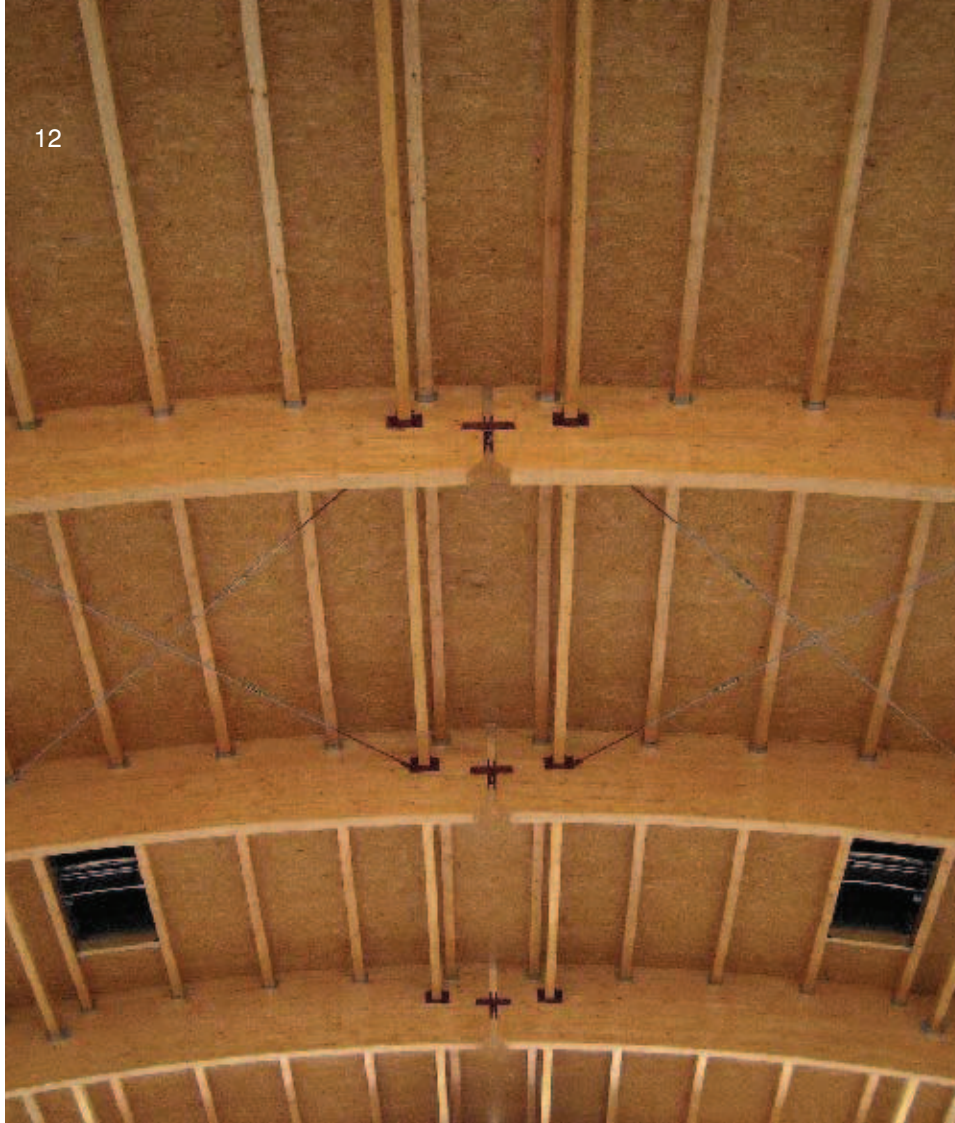
V rámci technické pomoci Atelieru stavebních izolací se při realizaci zastřešení zimního stadionu řešila požární odolnost lepených střešních vazníků. Požární odolnost posuzovaných vazníků dosahuje nejméně požadované třídy R 15 DP3 dle ČSN 73 0821.

Předmětem dalšího posouzení bylo použití OSB desek jako podhledu bez dalších opatření. Důvodem bylo rozdělení výstavby do etap a zařazení realizace podhledu splňujícího požadovaný index šíření plamene do etapy následující.

TECHNOLOGIE MONTÁŽE IZOLAČNÍCH VRSTEV

Na dokončené plochy podkladního bednění byly ihned aplikovány hydroizolační pásy, které v průběhu realizace tvořily provizorní hydroizolaci. Dřevěné prvky byly ihned ochráněny před případným deštěm. Po aplikaci dalších vrstev střešního pláště přebírá provizorní hydroizolace funkci parozábrany /foto 06/.

12



**ATELIER STAVEBNÍCH IZOLACÍ NABÍZÍ
EXPERTNÍ SLUŽBY V OBORU POŽÁRNÍ
BEZPEČNOSTI STAVEB.
JEDNÁ SE O ZPRACOVÁNÍ POŽÁRNĚ
BEZPEČNOSTNÍCH ŘEŠENÍ STAVEB KE
VŠEM FÁZÍM PROJEKTU A VYPRACOVÁNÍ
ODBORNÝCH A ZNALECKÝCH POSUDKŮ
STAVEB A JEJICH ČÁSTÍ.**

- 09 | Zdění štítových stěn
- 10 | Zděný štít před dokončením
- 11 | Interiér po dokončení střechy a štítů
- 12 | Bednění z OSB desek



13



14



15

Skladba tepelně-izolační vrstvy je tvořena dvěma deskami z minerální vláken kladených na vazbu, tak aby bylo zamezeno průběžným spárám vytvářejícím tepelný most. Vzhledem k obloukovému tvaru konstrukce byla velmi obtížná manipulace při kladení tepelně-izolačních desek. Veškeré práce byly prováděny z lan a úvazů /foto 13/. Na lanech byly také spouštěny a rozvíjeny role hydroizolačního pásu ELASTEK 50 SOLO /foto 14/.

Problematické bylo svařování přesahů asfaltových pásů. Běžně praktikovaný způsob, kdy jeden izolátor prohřívá spoj a druhý válečkuje, na strmých částech válcové plochy nebylo možné uplatnit. Oba kroky prováděla v malých úsecích jedna osoba /foto 15/.

ZÁVĚR

Uvedený článek se zabývá návrhem a realizací vrstev střechy a konstrukce štítů, která proběhla v druhé polovině roku 2006. Teprve následující období a budoucí uživatelé ledové plochy prověří funkčnost dokončeného díla.

<Roman Laník>
<Petr Bohuslávek>

Foto: Roman Laník

- 13| Kotvení tepelné izolace
- 14| Spouštění a kotvení hydroizolačních pásů ELASTEK 50 SOLO
- 15| Svařování přesahů asfaltového pásu



16

- 16| Pokládání tepelné izolace
z desek z minerálních vláken
- 17| Svařený přesah pásu na sklonu
cca 60°
- 18| vystřídání příčných spojů pásů
ELASTEK 50 SOLO
- 19| Detail okapu střechy



17



18



19

REKAPITULACE ZÁSAD NAVRHOVÁNÍ STŘECH ZIMNÍCH STADIONŮ Z ČÍSLA 05/2005 (ING. ANTONÍN ŽÁK)

- Navrhovat vnitřní povrchy střešních plášťů s nízkou emisivitou (pohltivostí). Nejvhodnější stavební materiál je hliník bez povrchové úpravy $\varepsilon = A = 0,05$.
- Haly by měly být co nejvíce 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 tabulce 01. Dále není vhodné, aby se na vzdálenost cca 20 m od osy ledové plochy střešní konstrukce k ledové ploše příliš přibližovala.
- Ve vzdálenosti cca 20 m od osy ledové plochy již není

nutné navrhovat výšku střechy s ohledem na ochlazování (je však nutno zajistit konstrukční a hygienická minima).

- Pro úzké zimní stadiony bez tribun je vhodný půlelptický tvar střechy.
- 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 vzduchotechnická zařízení, je vhodné výstky 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 snížit vypočtenou hodnotu o 2 až 3 (4 – u dřevěného bednění) °C.

Podrobnější informace o problematice výpočtů jsou k dispozici u autora článku.

- 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 vlhkostním toku funguje hydroizolace – krytina – jako parozábrana). Z hlediska trvale příznivého tepelně vlhkostního režimu jsou nejvíce výhodné jednoplášťové střechy s parozábranou 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 zespodu kolem střešní konstrukce. Proto není vhodné navrhovat příčně orientované plnostěnné nosníky umístěné těsně pod střešním pláštěm.

TABULKA 01 – Minimální výška střechy nad ledovou plochou v závislosti na teplotě vnitřního prostředí, emisivitě podhledu a vlhkosti vzduchu v interiéru

Vlhkost vzduchu v interiéru [%]	Emisivita střešního podhledu [-]	Výška střechy nad ledovou plochou [m]		
		5 °C	10 °C	15 °C
95	0,1 - hliníkový plech	8m	8m	8m
	0,3 - ocelový plech	26m	26m	26m
	0,9 - dřevěné bednění	35m	35m	35m
90	0,1 - hliníkový plech	8m	8m	8m
	0,3 - ocelový plech	8m	8m	8m
	0,9 - dřevěné bednění	35m	35m	35m
80	0,1 - hliníkový plech	8m	8m	8m
	0,3 - ocelový plech	8m	8m	8m
	0,9 - dřevěné bednění	8m	12m	18m



20



21



22

20-22 | Střecha zimního stadionu před dokončením.