

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 čtyřkanálových 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

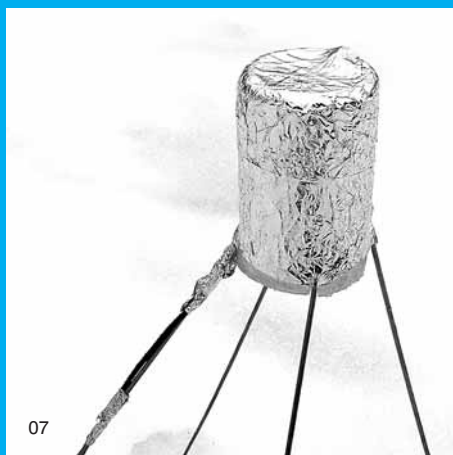


05



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.



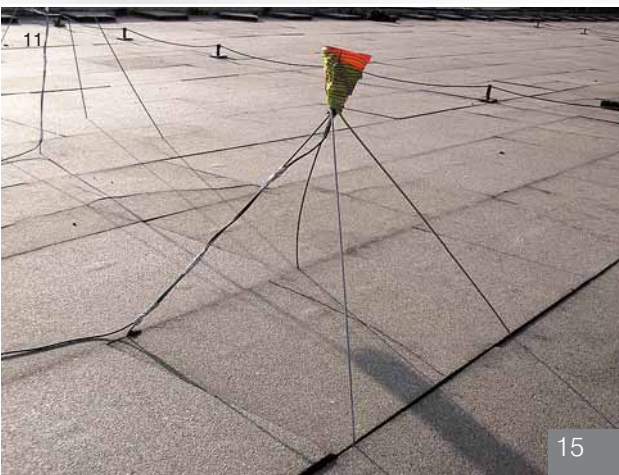
08



09



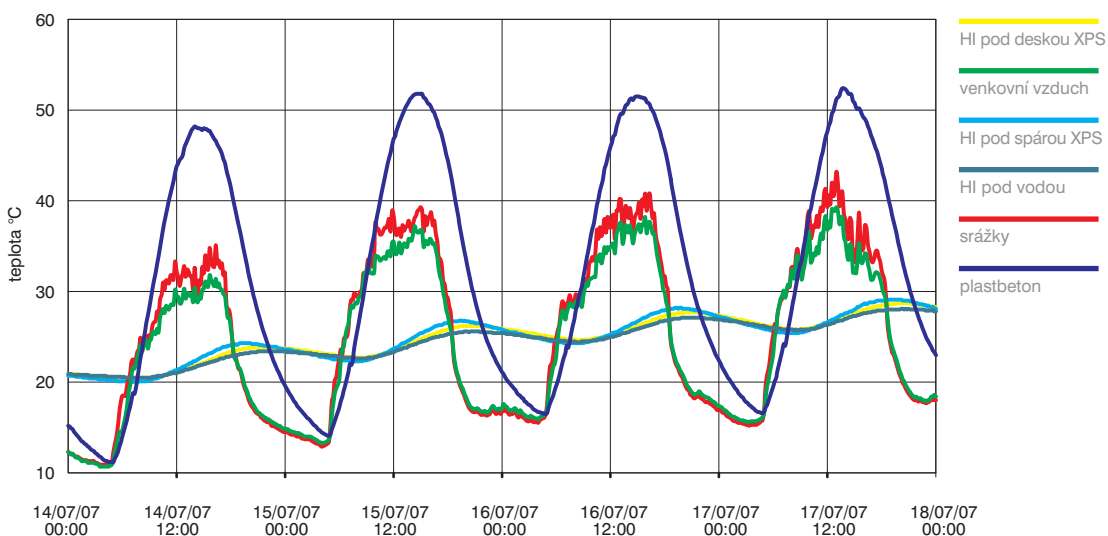
10



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.

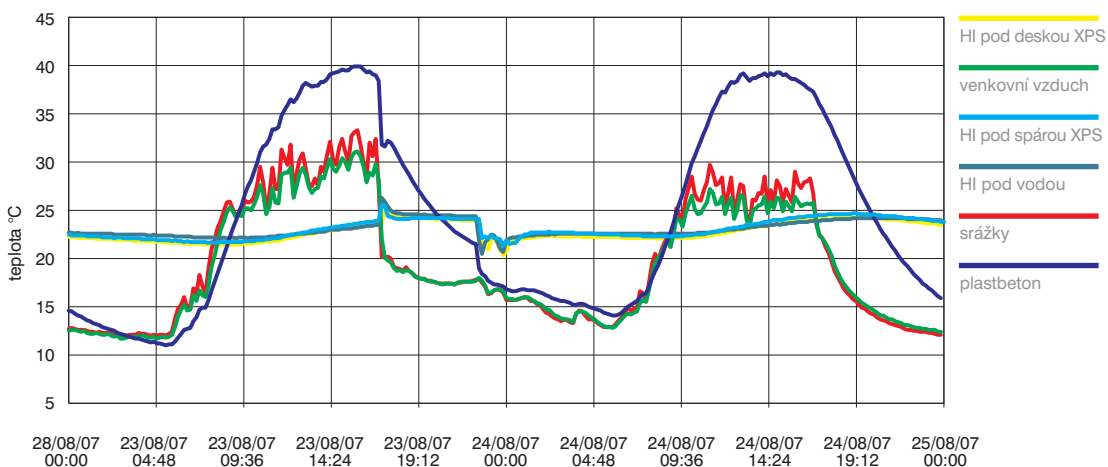


Z průběhu teplot je patrné, že plastbeton přes den do sebe akumuloval teplo ze slunečního záření a jeho teplota se zvýšila oproti teplotě venkovního vzduchu cca o 12 °C. Přes noc došlo k odvodu tepla sáláním vůči jasné obloze. Jeho teplota klesla přibližně k teplotě vzduchu. Naopak teplota na hydroizolaci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



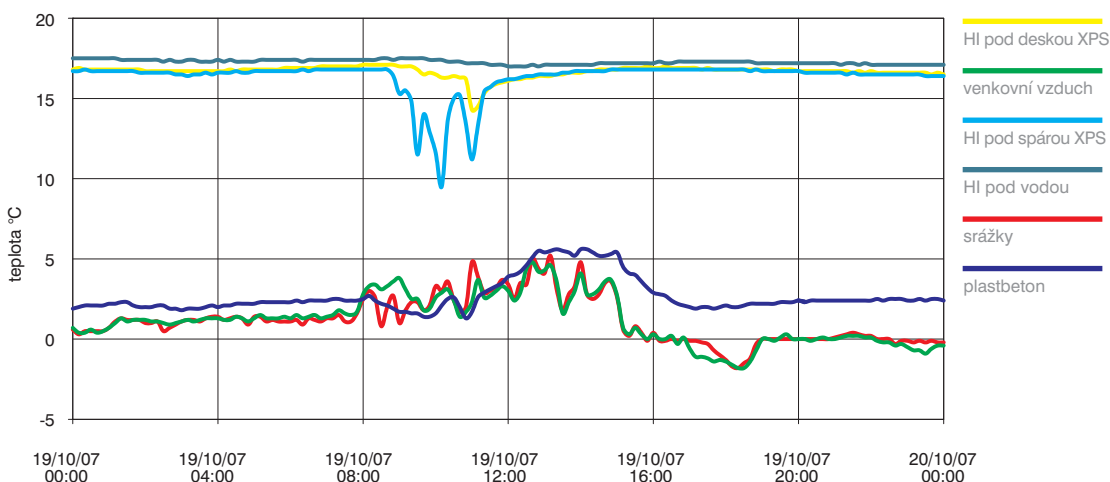
Pokud křivka teploty srážek je nižší než teplota vzduchu, jedná se o dešťové srážky.

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

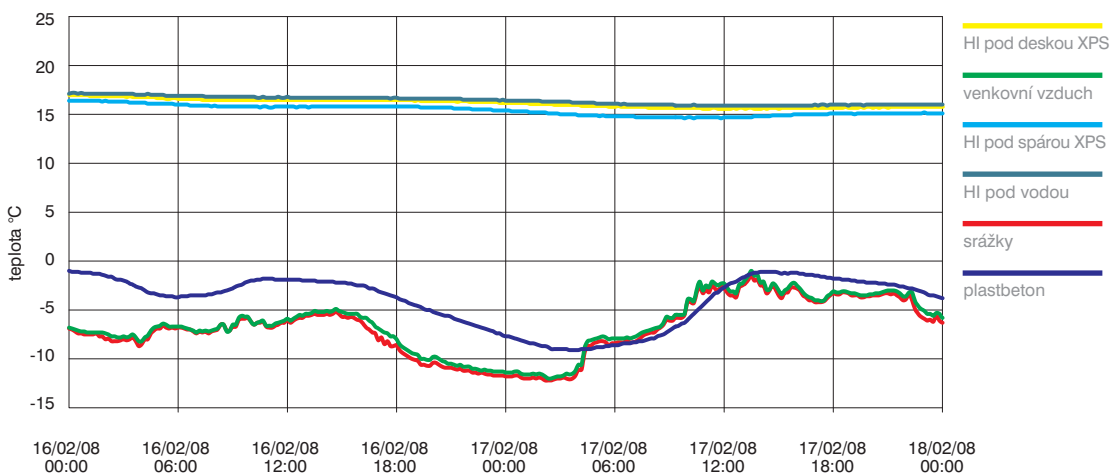
V grafu 03 je znázorněn vliv dešťových srážek na průběh teplot ve skladbě střechy na podzim. Zvolen byl 19. říjen 2007, kdy při teplotě venkovního vzduchu v rozmezí mezi 0 °C až 5 °C přšelo.



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

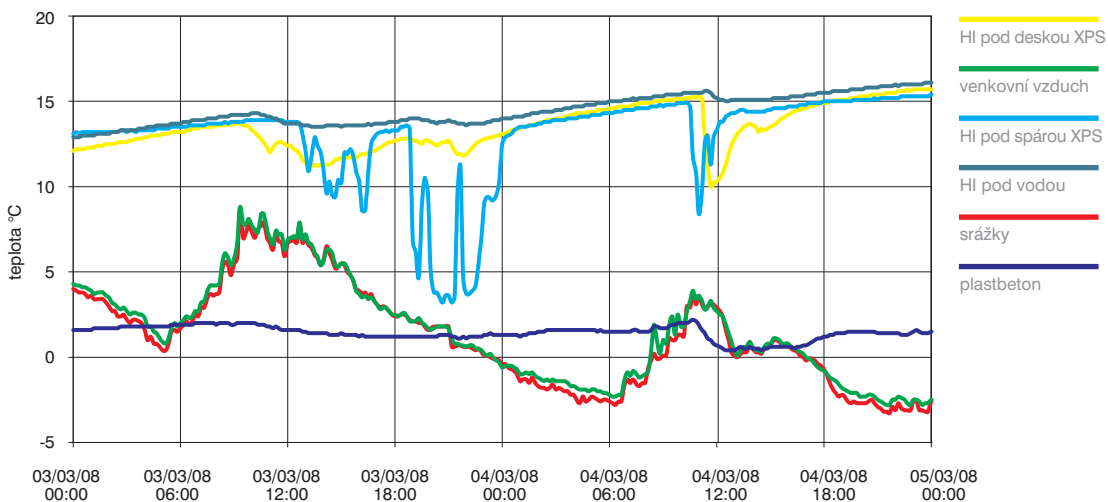
Na grafu 04 je patrný průběh teplot během zimního období s nejnižší teplotou venkovního vzduchu, která během zimy nastala.



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

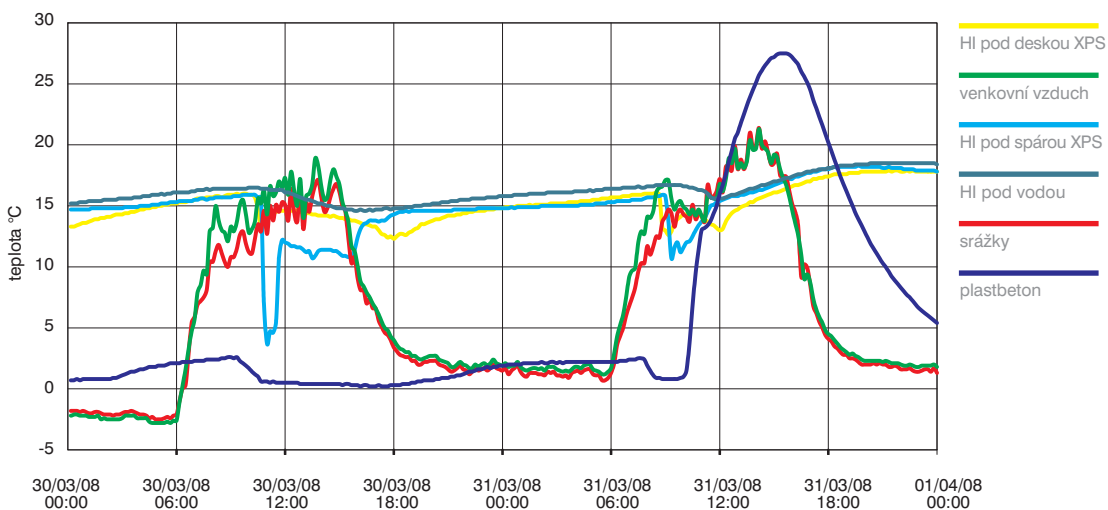
Dalším jevem, který může působit na teploty na hydroizolaci, je tání sněhu. Pro popis průběhu teplot byly vybrány dva dny začátkem března 2008.



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