

STANOVENÍ PŘÍČINY TVORBY LEDOVÝCH VALŮ ZPŮSOBUJÍCÍCH VLHKOSTNÍ PORUCHU STŘECHY

Daniela Hroššová, Libor Hanuš
DEKPROJEKT s.r.o.

Abstrakt:

Náročná zima 2009 /2010 po šesti letech odhalila nedostatky návrhu i provedení střech bytových domů s lehkou skládanou konstrukcí. Příspěvek seznamuje s rozбором příčin poruch střechy, odhaluje rizika lehkých skladeb střech.

Klíčová slova: střechy, ledový valy, hlavní tepelně izolační vrstva, strop, větrací otvory.

1. Situace

V lednu 2010 došlo k zatečení do střech v objektech obytného souboru. K zatečení došlo v souvislosti s ledovými valy, které bránily odtékání vody z tajícího sněhu. Ta se zde hromadila a vytvořila souvislou vodní plochu (tzv. „rybníky“). Spojené plechové krytiny neodolaly tlakové vodě, která se zde v důsledku nemožnosti odtečení hromadila, a došlo k zatečení do skladby a transportu vlhkosti až na vnitřní líc konstrukcí bytů v podkroví.

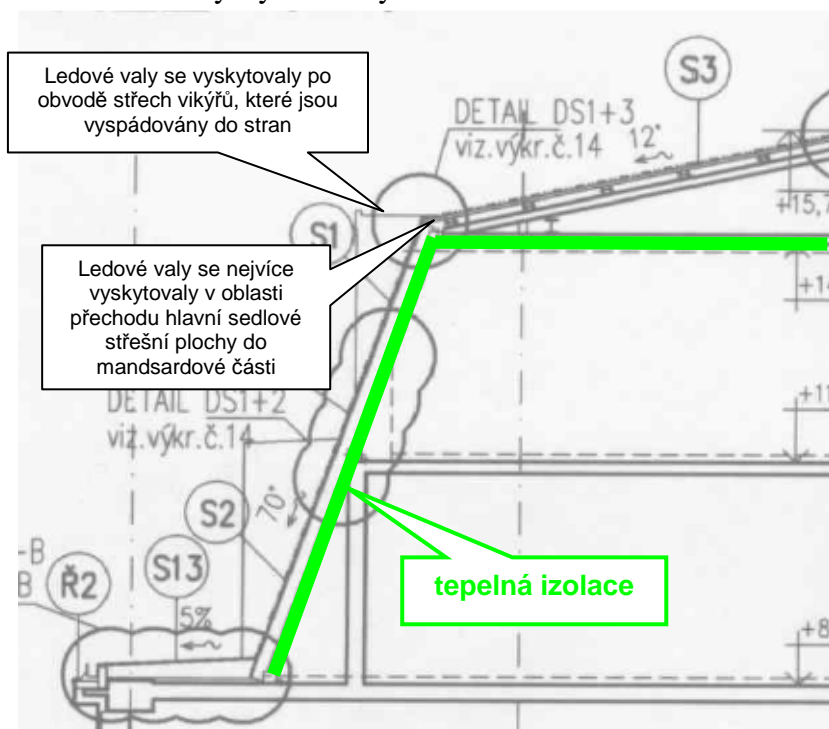
Obr. 1: Ledové valy po obvodě střechy



Zdroj: vlastní

Bytové domy mají poměrně členité mandsardové střechy. Ledové valy se nejvíce vyskytovaly v místech přechodů hlavních sedlových střešních ploch se sklonem cca 10° do mandsardových částí se sklonem cca 70°. U všech objektů se pod hlavní sedlovou střešní plochou se sklonem cca 10° nalézá prostor nevytápěné půdy. Hlavní tepelněizolační vrstva je umístěna do stropu nad posledním vytápěným podlažím.

Obr. 2: Místa výskytů ledových valů



Zdroj: vlastní

Hlavní tepelněizolační vrstva střechy je umístěna do stropu nad posledním podlažím. Strop je řešen jako lehká konstrukce. Skladby střechy v oblasti mansardy od interiéru:

- SDK
- uzavřená vzduchová vrstva
- tepelná izolace mezi krokviemi
- pojistná hydroizolace (PE fólie)
- větraná vzduchová vrstva
- dřevěné bednění
- TiZn krytina

2. Faktory ovlivňující vznik poruchy

Vlhkostní poruchy vznikly za poměrně specifických podmínek. Pro analýzu příčin byly identifikovány následující faktory ovlivňující vznik vlhkostních poruch

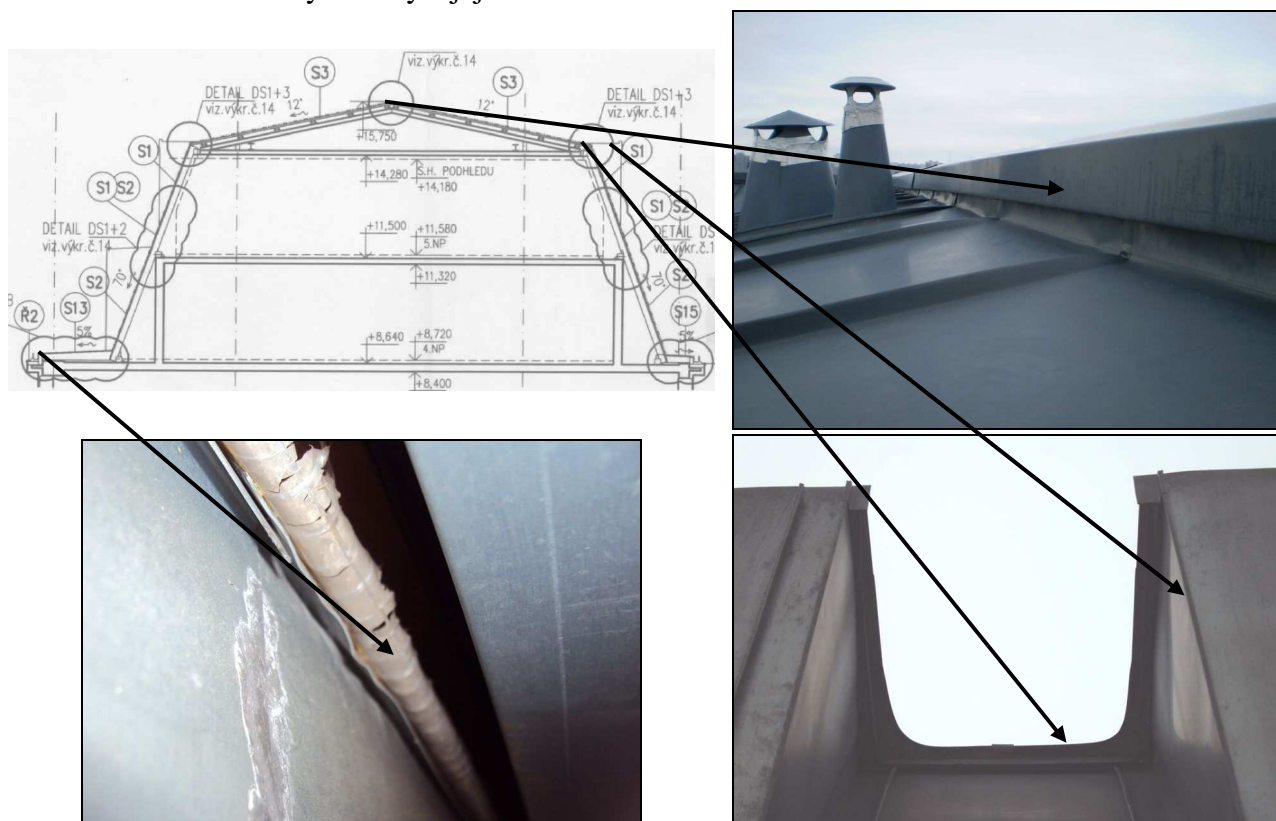
- odvětrání vzduchové vrstvy pod krytinou
- teplota vzduchu na půdě
- klimatické podmínky v exteriéru: teplota vzduchu a sněhová pokrývka

2.1. Odvětrání vzduchové vrstvy pod krytinou

Studiem projektové dokumentace bylo zjištěno, že návrh větracích otvorů splňuje požadavky tepelnětechnické normy ČSN 73 0540-2. Předpokladem však je, že větrací otvory jsou přístupné. Tento předpoklad nebyl v době výskytu vlhkostních poruch naplněn – větrací otvory byly pokryté vrstvou ledu nebo sněhu, a tudíž nefunkční.

Místním průzkumem byl ověřován skutečný stav provedení větracích otvorů. Bylo zjištěno, že větrací otvory byly provedeny v souladu s projektovou dokumentací. Na následujících obrázcích jsou zobrazeny větrací otvory v podobě, v jaké byly realizovány.

Obr. 3: Větrací otvory střechy a jejich umístění dle skutečnosti



Zdroj: vlastní

Hodnocení odvětrání vzduchové vrstvy: Odvětrání vzduchové vrstvy nebylo v době vzniku vlhkostních poruch funkční, protože větrací otvory byly zamrzlé nebo zapadané sněhem. To mělo za důsledek zvýšení povrchové teploty horního pláště střechy.

2.2. Teplota vzduchu na půdě

Při průzkumu bylo zjištěno, že zdivo příček prochází stropem nad posledním vytápěným podlažím až nad úroveň zateplení stropu, a dále, že je zde řada technických prostupů, které nejsou řádně utěsněny a zaizolovány. Vzduchotěsnost stropní konstrukce nad posledním obytným podlažím je snížena. Všechny tyto skutečnosti ovlivňují teplotu vzduchu v půdním prostoru, a tím i teplotu na horním líci krytiny střechy.

Obr. 4 – Příčky procházející nad úroveň zateplení



Zdroj: vlastní

Obr. 5 – Neutěsněné technické prostupy



Zdroj: vlastní

Na teplotu vzduchu v půdním prostoru má vliv rovněž tepelný tok vzniklý v důsledku proudění vzduchu, a to jak mezi vytápěným posledním podlažím a prostorem půdy, tak mezi půdou a exteriérem.

Hodnocení teploty vzduchu na půdě: Teplota vzduchu na půdě byla v době vzniku vlhkostních poruch vyšší v důsledku tepelných mostů a netěsností ve stropní konstrukci.

2.3. Klimatické podmínky v exteriéru

Tvorba ledových valů je závislá na okrajových podmínkách v exteriéru. Je ovlivněna teplotou vzduchu, ale zejména množstvím sněhové pokrývky, která do jisté míry může fungovat jako tepelný izolant. Pokud napadne na střechu dostatečné množství sněhu, dochází ke zvyšování teploty na horním líci krytiny střechy. K zatečení došlo v době, kdy na střechě bylo cca 20 cm sněhu a teplota venkovního vzduchu byla dlouhodobě okolo -5°C .

Hodnocení klimatických podmínek v exteriéru: Klimatické podmínky v době vzniku vlhkostní poruchy byly extrémní. Velká tloušťka sněhové pokrývky fungující do jisté míry jako tepelný izolant měla za následek zvýšení povrchové teploty horního pláště střechy.

3. Posouzení

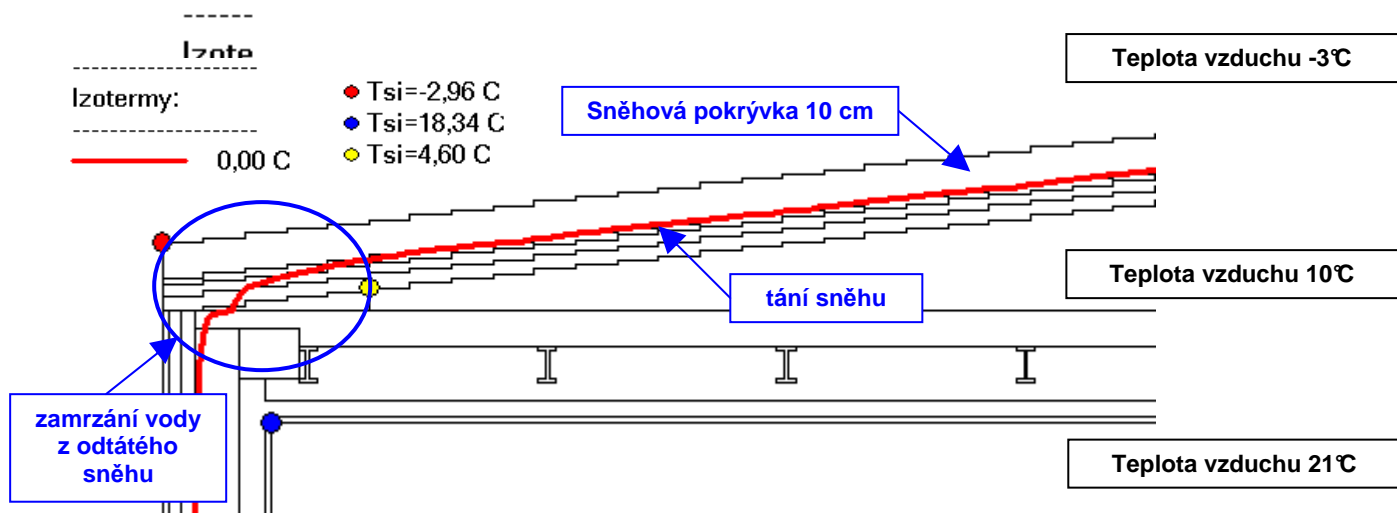
3.1. Výpočet průběhu teplot v kritickém detailu

Pro ověření příčin vzniku ledových valů byl proveden výpočet průběhu teplot ve vybraném detailu, který byl nejvíce postižen tvorbou ledových valů. Nejdříve byl uvažován stav s plně neprůdušnými přiváděcími větracími otvory (vzduchové vrstvy byly uvažovány jako nevětrané). Výpočet byl proveden programem pro dvourozměrné vedení tepla AREA 2008, který počítá v souladu s ČSN 73 0540-4. Na následujícím obrázku je uveden průběh izotermy 0°C (teplota tání sněhu) v detailu při uvažování

- sněhové pokrývky 10 cm
- teploty vnějšího vzduchu -3°C
- teploty vzduchu na půdě 10°C

Místa nad a vlevo od izotermy jsou chladnější, místa pod a vpravo od izotermy jsou teplejší než 0°C a dochází v nich k tání sněhu, pokud se v tomto prostoru vyskytuje. Je patrné, že na okrajích střechy je teplota nižší než 0°C a dochází zde tedy k zamrznutí vody z odtátého sněhu.

Obr. 6: Průběh izotermy 0°C v detailu při venkovní teplotě -3°C



Zdroj: vlastní

Výpočtem bylo zjištěno, že pokud je teplota vzduchu v půdním prostoru 10 °C a na střeše leží 10 cm sněhu, je hraniční teplota vnějšího vzduchu -3°C. Pokud je teplota vnějšího vzduchu vyšší, dochází k tání sněhu, pokud je nižší, k tání sněhu nedochází.

3.2. Míra vlivu jednotlivých faktorů

Okolnosti ovlivňující vznik ledových valů byly popsány v předešlých kapitolách. Pro znázornění míry vlivu jednotlivých faktorů, byly vytvořeny tabulky hodnotící riziko zatečení při pevně stanovené teplotě vzduchu v půdním prostoru a proměnné teplotě venkovního vzduchu (řádky) a proměnné výšce sněhu (sloupce). Tyto tabulky byly vytvořeny jak pro stav s volnými přívaděcími větracími otvory (tabulky vlevo), tak pro stav s přívaděcími větracími otvory plně zakrytými sněhem (tabulky vpravo). Pokud je výpočtově riziko zatečení (tvorby valů), je buňka tabulky na příslušném průsečíku teploty vnějšího vzduchu a výšky sněhové pokrývky vybarvena červenou barvou. Pokud riziko není, je zelená.

Tab. 1: Riziko zatečení (ledových valů) při teplotě vzduchu v půdním prostoru 10 °C

Stav s volnými přívaděcími otvory							Stav se zakrytými přívaděcími otvory								
Teplota vnějšího vzduchu [°C]	Výška sněhové pokrývky [cm]						Teplota vnějšího vzduchu [°C]	Výška sněhové pokrývky [cm]							
	2	5	10	15	20	25		30	2	5	10	15	20	25	30
-1	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
-2	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
-3	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red
-4	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red
-5	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Red

Zdroj: vlastní

Pro ilustraci vlivu teploty vzduchu v půdním prostoru byly stejné výpočty provedeny pro teplotu vzduchu na půdě 15 °C (tab. 2) a 5 °C (tab. 3).

Tab. 2: Riziko zatečení (ledových valů) při teplotě vzduchu v půdním prostoru 15 °C

Stav s volnými přívaděcími otvory								Stav se zakrytými přívaděcími otvory							
Teplota vnějšího vzduchu [°C]	Výška sněhové pokrývky [cm]							Teplota vnějšího vzduchu [°C]	Výška sněhové pokrývky [cm]						
	2	5	10	15	20	25	30		2	5	10	15	20	25	30
-1								-1							
-2								-2							
-3								-3							
-4								-4							
-5								-5							

Zdroj: vlastní

Tab. 3: Riziko zatečení (ledových valů) při teplotě vzduchu v půdním prostoru 5 °C

Stav s volnými přívaděcími otvory								Stav se zakrytými přívaděcími otvory							
Teplota vnějšího vzduchu [°C]	Výška sněhové pokrývky [cm]							Teplota vnějšího vzduchu [°C]	Výška sněhové pokrývky [cm]						
	2	5	10	15	20	25	30		2	5	10	15	20	25	30
-1								-1							
-2								-2							
-3								-3							
-4								-4							
-5								-5							

Zdroj: vlastní

Z tabulek 1 až 3 je patrné, že riziko zatečení (tvorby ledových valů) je ovlivněno zejména

- teplotou vzduchu v půdním prostoru: čím vyšší teplota vzduchu na půdě, tím vyšší riziko vlhkostních problémů
- prodyšností přívaděcích provětrávacích otvorů: při nefunkčním větrání je riziko vlhkostních problémů vyšší.

Aby nedošlo k opakování problému, je důležité zajistit snížení teploty v půdním prostoru a prodyšnost přívaděcích provětrávacích otvorů i v případě souvislé sněhové pokrývky střechy.

4. Návrh opatření pro zlepšení stavu

Pro zlepšení stavu byla navržena následující opatření

- Zateplení přiček a zateplení a dotěsnění technických prostupů za účelem snížení teploty vzduchu v půdním prostoru.
- Zřízení dalších přívaděcích odvětrávacích otvorů pro zajištění funkčního větrání vzduchové vrstvy i při sněhové pokrývce.
- Osazení topných kabelů a mechanické odklizení sněhu za účelem umožnění větrání vzduchové vrstvy.
- Kombinace opatření.

5. Závěr

Příčinou výskytu vlhkostních problémů v interiéru bytů bylo zatékání vody ze střechy, k němuž docházelo v důsledku tvorby ledových valů tvořících překážku pro odtékání roztáté vody.

Po rozboru problému bylo zjištěno, že ledové valy vznikly v důsledku kombinace nepříznivých vlivů:

- nestandardní klimatické podmínky
- znemožnění správného provětrání vzduchové vrstvy nad pojistnou hydroizolací (pod krytinou) v důsledku zakrytí příváděcích větracích otvorů sněhovou pokrývkou
- vysoké teploty vzduchu v půdním prostoru vzniklé v důsledku významného tepelného toku prouděním vzduchu skrz strop posledního podlaží, a dále v důsledku tepelného toku vedením nezateplenými prostupy příček a technických rozvodů.

Nepříznivě působící byla také volba málo spolehlivého (z hlediska odolání zateklé vodě) lehkého konstrukčního systému stropu posledního podlaží, pod velmi složitou střechou s plechovou krytinou.

Aby nedošlo k opakovanému výskytu problému doporučujeme zajištění provětrávání vzduchové vrstvy nad pojistnou hydroizolací i v případě souvislé sněhové pokrývky a zateplení prostupů příček a zateplení a dotěsnění technických prostupů v prostoru nevytápěné půdy.

Dále lze doporučit mechanické odklizení sněhu v případě, že nebude vlivem okolností možné zajistit otevřenost příváděcích provětrávacích otvorů v nezmenšené ploše.

DETERMINING OF THE CAUSES WHEN MAKING ICE MOUNDS CAUSING ROOF HUMIDITY FAILURE

Abstract:

Tough winter in 2009 and 2010 after six years revealed the lack of design and implementation of house roofs with light-fold structures. The paper introduces the analysis of the roof failure causes, the risk of revealing light songs roofs.

Key words: Roofs, ice mounds, the main heat-insulating layer, ceiling vents

Kontaktní adresa:

Ing. Daniela Hroššová, DEKPROJEKT s.r.o., Tiskařská 10/257, 108 00 Praha 10 – Malešice,
e-mail: daniela.hrossova@dek-cz.com

Ing. Libor Hanuš, DEKPROJEKT s.r.o., Tiskařská 10/257, 108 00 Praha 10 – Malešice,
e-mail: libor.hanus@dek-cz.com