



TEPELNĚ-VLHKOSTNÍ PROBLEMY CHLADÍREN

CHLADÍRNY PŘEDSTAVUJÍ SVOU VNITŘNÍ TEPLOTOU, OBVYKLE MEZI $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ A $+11,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, SPECIFICKÝ TYP STAVEB. VNITŘNÍ PROSTORY CHLADÍREN JSOU OD OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ ODDĚLENY BUĎ KONSTRUKCEMI S OBKLADEM Z TEPELNĚIZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ NEBO TEPELNĚIZOLAČNÍMI PANELE. POVRCHY KONSTRUKCÍ SE PROVÁDÍ Z HYGIENICKY NEZÁVADNÝCH MATERIÁLŮ UMOŽŇUJÍCÍCH SNADNÉ ČIŠTĚNÍ A DEZINFEKCI. K CHLAZENÍ VNITŘNÍCH PROSTOR CHLADÍREN SE POUŽÍVAJÍ CHLADICÍ JEDNOTKY OBVYKLE ZAVĚŠENÉ POD STROPNÍ KONSTRUKCÍ.

PROBLÉMY CHLADÍREN

I přes použití zvláštních konstrukčních postupů a povrchových úprav se v některých chladírnách vyskytují tepelně-vlhkostní problémy. Jde o vznik a růst plísní a kondenzaci na vnitřních površích obvodových konstrukcí. Dochází i ke kondenzaci vodní páry přímo ve vzduchu v interiéru chladíren. Dalším problémem je namrzání teplosměnných ploch chladicích jednotek a z toho plynoucí zhoršení jejich účinnosti a zvýšení spotřeby elektrické energie.

CHLADÍRNA V NÁKUPNÍM CENTRU

V létě letošního roku pracovníci Ateliero DEK provedli měření dvou chladíren v Maďarsku. Jako první byla měřena malá chladírna v nákupním centru /foto 02/. Chladírna má vnitřní půdorysné rozměry 17,0×3,8 m, výška je 3,0 m. V chladírně je zavěšený podhled, nad kterým je nevětraná vzduchová dutina. V dutině je umístěn vodovod, odpadní potrubí, vzduchotechnika a elektroinstalace. Chladírna se nachází uvnitř budovy nákupního centra. Vedou z ní čtyři dveře do okolních vytápěných prostor, páté dveře vedou do mrazírny sousedící s chladírnou jednou stěnou. Chlazení zajišťuje chladicí jednotka umístěná pod podhledem. Cílem měření bylo zjistit příčiny vzniku a růstu plísní na horním líci podhledu nad prostorem chladírny /foto 03/.

MĚŘENÍ V CHLADÍRNĚ V NÁKUPNÍM CENTRU

Spolu se snímkováním termovizní kamerou bylo provedeno měření parametrů vzduchu v chladírně i v dutině nad podhledem termohydrografem. Naměřené hodnoty jsou spolu s teplotou rosného bodu a kritickou teplotou z hlediska rizika růstu plísní uvedeny v tabulce /01/. Vzduch v prostoru nad podhledem má vyšší teplotu a mírně vyšší relativní vlhkost, než vzduch v chladírně. To by nebylo možné bez dotace vlhkosti z okolních prostor do dutiny nad podhledem. Bez přidané vlhkosti by při zahřátí vzduchu došlo k poklesu jeho relativní vlhkosti. Z měření parametrů vnitřního vzduchu tedy vyplývá, že dochází k pronikání vlhkosti z okolních místností do prostoru nad podhledem, což bylo potvrzeno i termovizním snímkováním. Jedna z netěsností v obvodové konstrukci dutiny nad podhledem je zachycena na termovizním snímku /05/.

Dimenze chladicí jednotky nepočítala se značným pronikáním teplého a vlhkého vzduchu do chladírny často otvíranými dveřmi mezi chladírnou a prodejnu. Chladicí jednotka tak musí zchladit a odvlhčit větší množství vzduchu, dochází k namražování teplosměnných ploch a zhoršení funkce chladicí jednotky. To potvrzuje nesouměrné teplotní pole na podhledu před chladicí

jednotkou, zobrazené na termovizní snímku /07/.

Z porovnání fotografií a termovizních snímků /foto 03, 06 a 07/ je dále patrné, že oblast výskytu plísní na horním povrchu podhledu odpovídá oblasti na spodním povrchu podhledu ochlazované proudem studeného vzduchu ze zavěšených chladicích jednotek. Na spodním povrchu podhledu byly na většině plochy naměřeny teploty vyšší než +13°C, před chladicími jednotkami byly však naměřeny nejnižší povrchové teploty -1°C až +2°C. Na horním povrchu podhledu byly v těchto místech naměřeny povrchové teploty okolo +5°C, což v kombinaci s infiltrací teplého a vlhkého vzduchu do prostoru nad podhledem vede ke vzniku příznivých podmínek (dostatečně vysoké relativní vlhkosti – viz tabulku /01/) pro vznik plísní.

MĚŘENÍ CHLADÍRENSKÉ HALY

Druhé měření proběhlo ve velké hale o půdorysných rozměrech 193×109 m a výšce 11 m /foto 01/, která je rozdělena na více menších chladíren, mrazíren a skladů. Měřena byla obdélníková chladírna o půdorysných rozměrech 37×24 m. Chladírna je umístěna v rohu haly, ze dvou stran sousedí s exteriérem, ze jedné strany s chladírnou s teplotou vnitřního vzduchu 2°C a poslední stěnou s temperovaným skladem. Chlazení zajišťují tři chladicí jednotky zavěšené pod stropem.

Měřený prostor	Průměrná naměřená teplota vzduchu [°C]	Průměrná naměřená relativní vlhkost [%]	Kritická teplota z hlediska rizika růstu plísní [°C]	Teplota rosného bodu [°C]
Interiér chladírny	11,0	70,0	<9,0	5,8
Dutina nad podhledem	17,0	72,0	<14,9	11,5

Tabulka 01 | Naměřené parametry vnitřního vzduchu v chladírně v nákupním středisku



01



02

- 01 | Hala chladírny
- 02 | Měřená chladírna v nákupním středisku



03

Do chladírny vede sedm vrat. Mezera mezi obvodovou konstrukcí a návěsem má být při nakládání těsněna pryžovým těsněním /foto 17/. Poměrně často se stává, že všech sedm vrat je otevřeno a používáno pro nakládku a vykládku kamionů.

Měření části chladírenské haly bylo provedeno v rámci zjišťování příčin kondenzace vodní páry. Ke kondenzaci dochází na spodním povrchu stropní konstrukce /foto 08/, na obvodových stěnách a ve vzduchu v chladírně v prostoru u vrat po odjezdu kamionu.

I v tomto případě byly termovizní kamerou nalezeny netěsnosti, kterými dochází k pronikání vzduchu skrz obvodový plášť chladírny /foto 09 a 10/.

K pronikání vzduchu dochází také spárami kolem zavřených vrat /foto 11 a 12/.

K významnému pronikání teplého a vlhkého vzduchu z exteriéru dochází také v okamžiku nakládání a vykládání kamionů. Vzduch proniká mezi návěsem a pryžovým těsněním /foto 14/. V okamžiku, kdy je využito více vrat najednou, proudí do chladírny z exteriéru velký objem vzduchu, který s sebou v letním období přináší značné množství vodní páry.

Chladicí jednotky nejsou schopné nárazově toto množství vodní páry ze vzduchu odstranit a vzduch zchladit, dochází ke kondenzaci na chladných površích konstrukcí i ve vzduchu. Problém s kondenzací je umocněn poměrně malým objemem chladírny vzhledem k počtu nakládacích vrat a četnosti jejich použití.

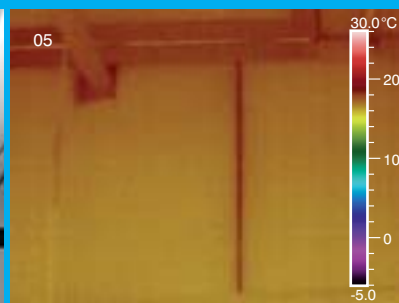
Na termovizním snímku /16/ je zobrazena chladicí jednotka. Z nesouměrného teplotního pole před ní je možné usoudit, že opět dochází k namrzání teplosměnných ploch a k snížené a nestejněné činnosti.

Chladný vzduch z chladicích jednotek navíc omývá spodní povrch stropní konstrukce a ochlazuje jej natolik, že na něm dochází ke kondenzaci vodní páry.

- 03 | Plísně na horním povrchu podhledu nad chladírnou
- 04-05 | Netěsnost v obvodě konstrukci dutiny nad podhledem
- 06-07 | Podhled v okolí chladicí jednotky



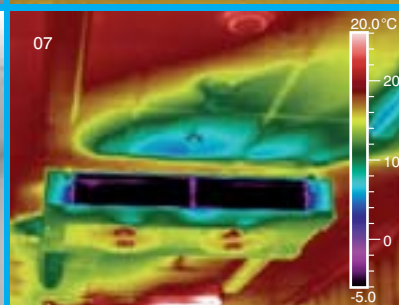
04



05



06



07



08

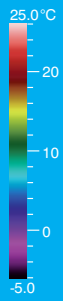
- 08| Stropní konstrukce chladiřenské haly
- 09-10| Netěsné místo v obvodovém plášti
- 11-12| Zavřená vrata
- 13-14| Otevřená vrata při nakládání kamionu
- 15-16| Chladič jednotka



09



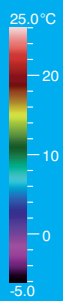
10



11



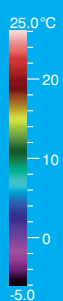
12



13



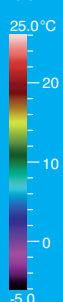
14



15



16





POŽADAVKY NOREM NA OBVODOVÉ KONSTRUKCE CHLADÍREN

Uvedená měření byla provedena mimo Českou republiku, stejné problémy se však vyskytují i v chladírnách na území Čech a Moravy. V České republice se problematikou obvodových konstrukcí chladíren zabývá ČSN 14 8102 [1].

Norma klade požadavky na součinitel prostupu tepla nebo na tepelný odpor konstrukce v závislosti na typu obvodové konstrukce, vnitřní prostorové teplotě chladírny a na rozdílu mezi vnitřní prostorovou teplotou a maximální výpočtovou teplotou vnějšího vzduchu v letním období.

U chladíren o objemu 100 m³ a více se požaduje, aby tepelné zisky vzniklé provozem dosahovaly maximálně 20% celkových tepelných zisků.

Norma dále požaduje provést nepřerušovanou jedolitou parotěsnicí vrstvu spolehlivě napojenou na všechny otvory a propustující konstrukce, nebo v případě konstrukcí z panelů musí být spáry mezi panely provedeny tak, aby byla zajištěna dostatečná parotěsnost.

Norma nedoporučuje v chladírnách výskyt nevětraných vzduchových dutin a umístování zdravotnětechnických a dalších vedení, která přímo nesouvisí s funkcí chladírny.

Norma dále doporučuje provést před uvedením chladírny do provozu kontrolu jejího obvodového pláště termovizní kamerou.

ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍ PLYNOUCÍ Z POPISOVANÝCH SKUTEČNOSTÍ

Z provedených měření vyplývá, že je důležité dodržet nejen požadovaný součinitel prostupu tepla a parotěsnost, ale také dostatečnou vzduchotěsnost obvodového pláště chladíren. Neméně důležité je zamezit nadměrnému pronikání vzduchu do chladírny netěsnostmi po obvodu dveří nebo vrat a samotnými otevřenými dveřmi nebo vraty při provozu chladírny.

Nadměrnému transportu vzduchu do chladírny přes dveře a vrata nebo netěsnostmi kolem nich lze ve fázi návrhu zabránit zařazením vyrovnávací místnosti před vstup do chladírny, tj. zdvojením dveří nebo vrat.

Pro splnění požadavku normy o tepelných ziscích vzniklých provozem mají mít vrata používaná v chladírnách dostatečnou spárovou neprůvzdušnost. Dále se doporučuje instalovat okolo vrat kvalitní těsnění, které při otevřených vratech zamezí pronikání vzduchu mezi přistaveným nákladním automobilem a obvodovou konstrukcí. U chladíren se má navrhovat a současně používat pouze nezbytně nutný počet vrat a dalších otvorů. Vrata se mají vždy zavírat ještě před odjezdem přistaveného automobilu.

Pro zamezení vzniku a růstu plísní a povrchové kondenzace je nutné omezit přímé omývání povrchů konstrukcí vzduchem z chladících jednotek vhodným usměrněním proudu vzduchu.

Obalové konstrukce chladíren se doporučuje před uvedením do provozu zkontrolovat. Vhodné je kombinovat měření termovizní kamerou se zkouškou těsnosti obálky chladírny blower-door testem. Kombinace těchto dvou měřicích metod umožňuje odhalit případnou nespojitost tepelné izolace a netěsnosti v obvodových konstrukcích.

Poznámka k termovizním snímkům: U termovizních snímků je vždy uvedena teplotní stupnice s přiřazenou barvou ke °C. Světlejší barvy odpovídají vyšším naměřeným povrchovým teplotám, tmavší barvy odpovídají nižším naměřeným povrchovým teplotám.

<Ondřej Hec>
<Viktor Zwiener>

Foto:
Viktor Zwiener

Literatura:
[1] ČSN 14 8102:1993 Tepelné izolace chladíren a mrazíren
[2] ČSN EN 13187:1999 (73 0560) Tepelné chování budov – Kvalitativní určení tepelných nepravidelností v pláštích budov – Infračervená metoda