ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ ELEKTRONIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh elektrického vytápění koupelny pomocí sálavých panelů

Michaela Dicková 2012

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: **2011/2012**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Michaela DICKOVÁ**
Osobní číslo:	**E09B0039P**
Studijní program:	**B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor:	**Elektrotechnika a energetika**
Název tématu:	**Návrh elektrického vytápění koupelny pomocí sálavých panelů**
Zadávající katedra:	**Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Zásady pro vypracování:

1. Uveďte princip sálavých panelů.
2. Druhy sálavých panelů.
3. Možnosti použití sálavých panelů k vytápění v koupelně.
4. Výhody oproti klasickému vytápění.
5. Zhodnoďte výsledky.

Rozsah grafických prací:	**podle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy:	**20 - 30 stran**
Forma zpracování bakalářské práce:	**tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce:	**Ing. Josef Vaněk** Katedra elektroenergetiky a ekologie
Datum zadání bakalářské práce:	**17. října 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce:	**3. června 2012**

Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan

L.S.

Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

Anotace

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na uvedení možností využití sálavých panelů v koupelně. Práce obsahuje část teoretickou, ve které se věnuji historii sálavého vytápění a různým druhům šíření tepla, dále pak principu, druhům a celkovému zhodnocení sálavých panelů. V praktické části bych ráda nastínila návrh příkonu sálavého panelu pro vytápění koupelny.

Klíčová slova

Vytápění, šíření tepla, vedení, proudění, sálání, sálavé panely, koupelna.

Abstract

Presented bachelor theses is focused on introdution number of possibilities of radiated panels in bathroom. This theses includes theoretical part, in which I pursue to history of radiant heating and verious kinds of heat spreading, then the principal, types and general evaluation of radiant panels. In the practical part, I would like to outline proposition of radiant panel power for bathroom heating.

Key words

Heating, thermal transmitance, heat convection, convecttion, radiation, radiant panels, bathroom.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne 4.6.2012 Michaela Dicková

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Josefu Vaňkovi za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení, ale také své rodině, za podporu ve studiu.

OBSAH

OBSAH 7

ÚVOD 9

SEZNAM SYMBOLŮ 10

1. HISTORIE VYTÁPĚNÍ 11

1.1. Počátky ústředního vytápění 12

1.2. Teplovodní vytápění 12

1.3. Sálavé otopné soustavy 12

2. ZPŮSOBY ŠÍŘENÍ TEPLA 14

2.1. Vedení 14

2.2. Proudění 14

2.3. Sálání 15

2.3.1. Druhy sálavého vytápění 15

3. PRINCIP SÁLAVÝCH PANELŮ 17

3.1. Zákony popisující tepelné záření 19

3.1.1. Stefan-Boltzmannův zákon, Planckův vyzařovací zákon 19

3.1.2. Wienův zákon 19

3.1.3. Kirchhoffův zákon 20

4. DRUHY SÁLAVÝCH PANELŮ 22

4.1. Vysokoteplotní sálavé panely 22

4.2. Stropní sálavé panely 23

4.3. Nízkoteplotní sálavé panely 23

4.3.1. Mramorové topné panely 24

4.3.2. Skleněné sálavé panely 25

4.4. Topný hybrid 25

5. MOŽNOSTI POUŽITÍ SÁLAVÝCH PANELŮ K VYTÁPĚNÍ KOUPELNY 27
5.1. Zónový ohřev, krátkodobé sálání 27
5.2. Bezpečnostní zóny a krytí 27
5.3. Návrh topného výkonu elektrického topení 28
5.4. Sálavé panely v koupelně 28
5.4.1. Umístění panelů 29
5.5 Sálavé folie na zrcadla 29
6. VÝHODY OPROTI KLASICKÉMU VYTÁPĚNÍ 30
7. ZHODNOCENÍ 32
POUŽITÁ LITERATURA 34
Knižní zdroje 34
Internetové zdroje 34
Odborné zdroje 34

ÚVOD

Cílem mé práce je představit elektrické vytápění sálavých panelů. Ukázat na řadu výhod, ale i nevýhod, které toto vytápění má oproti klasickému konvenčnímu vytápění. Jeho energetickou úspornost, pozitivní vliv na zdraví člověka, ale i na ekologii. Ráda bych ukázala, že topná tělesa mohou být současně i dekorativním předmětem, který nezabírá zbytečné místo jako klasické radiátory. Dále bych chtěla zdůraznit snadnou instalaci a snadnou regulaci teploty v místnostech, kde jsou tyto panely používané. Z důvodu přehlednosti mojí práce jsem rozdělila text do sedmi částí.

V první části bych chtěla představit historii vytápění a to od počátků lidstva, v průběhu staletí až po současnost. Zaměřím se na ucelený historický vývoj vytápění, od otevřených ohnišť přes důmyslný vynález starých Římanů, ploché kovové pánve bez kouře, až po nejmodernější vytápění pomocí sálavých panelů. V druhé části mé práce se zabývám různými způsoby šíření tepla vedením, prouděním a sáláním. Ve třetí části jsem se pokusila představit celkový princip sálavých panelů. V části čtvrté jsou představeny jednotlivé druhy sálavých panelů: vysokoteplotní sálavé panely, které jsou určeny pro vytápění průmyslových a skladových objektů, nízkoteplotní sálavé panely, jejich využití je především pro menší plochy - vytápění kanceláří, obchodů a bytů a v poslední řadě nejmodernější způsob vytápění pomocí topného hybridu, který je kombinací akumulačního a přímotopného způsobu vytápění. Pátá část je zaměřena na možnosti, vhodnosti použití sálavých panelů k vytápění koupelny a uvedením bezpečnostní normy ČSN i na jeho bezpečnost. V šesté části představím přednosti tohoto vytápění oproti klasickému konvenčnímu vytápění, především pak úsporu energií a vliv na životní prostředí. Závěrečnou sedmou část věnuji zhodnocení výsledků návrhu vytápění především jeho výhodám, ale i nevýhodám.

Nedílnou součástí mé práce budou i obrazové a tabulkové přílohy pro návrh vytápění koupelny pomocí sálavých panelů.

SEZNAM SYMBOLŮ

λ……. materiálová konstanta tepelné vodivosti látek [W/m K]

λ……. vlnová délka [μm]

Q_p…… topný příkon [W]

I…….. intenzita záření [W/m^2]

T……. termodynamická teplota [K]

σ……. Stefan-Boltzmanova konstanta [W/m^{2}K^4]

ε……. emisivita [-]

S……. plocha [m^2]

P……. tepelný výkon (tepelné ztráty) [W]

1. HISTORIE VYTÁPĚNÍ

Již od pradávna všechny národy světa k vytápění svého obydlí používali oheň, respektive spalování dřeva, protože jiný druh paliva například uhlí nebyl znám. Forma otevřeného ohniště však měla velkou nevýhodu, a to, že při spalování dřeva vznikalo velké množství dusivého kouře. K tomu, aby se zabránilo vzniku kouře, přispěl vynález starých Římanů, kteří vymysleli dřevěné uhlí. Dřevěné uhlí spalovali na plochých kovových pánvích, kde nevznikal kouř. Tyto pánve měly nejrůznější formu a používali je nejen Římané, ale i Řekové, Asyřané, Féničané, Číňané, ale i Japonci. Účinek pánví byl natolik pozoruhodný, že se ve středověku tento způsob vytápění stal nejrozšířeněji používaným vytápěním.

Kovové pánve je možné považovat za předchůdce kamen. I když není známo přesné datování, přibližně od 10. století n. l. nahradilo otevřené ohniště částečně uzavřené ohniště. Dno pánve bylo opatřeno otvory a tím se k hořícímu palivu dostal spodní vzduch. Nad pánev se časem umístil sběrač kouře, dýmník, který odváděl kouř do podkroví a následně díky netěsnosti střechy do volného ovzduší. První kamna, která byla opatřena železnou válcovitou nádobou s perforovaným dnem, se začala používat s objevením kamenného uhlí. Vrchní díl nádoby byl spojen s kouřovodem s půdním prostorem. K odvedení kouře pak postavili věžovou nástavbu, ze které se později vyvinul komín.

Další krok v historii vytápění byl učiněn v Anglii, kde spojili otevřené ohniště s komínem, čímž vznikly krby. Následně se krby začaly využívat v celé Evropě, avšak záleželo na movitosti obyvatelstva. Bohatší vrstvy obyvatel se mohli pyšnit zdobenými krby. Krby byly zdobeny mramorem, bronzem, ale i bohatými sochařskými pracemi. Dá se zkonstatovat, že tyto krby byly nejen účelové, ale splňovali i estetickou stránku a v nejednom případě se jednalo i o umělecká díla. Chudší vrstvy obyvatel měly otevřená topeniště, nebo pak v obytných místnostech hliněné později kachlové pece. Toto vytápění bylo pouze účelové.

Největšího rozmachu ve výrobě kamen se pravděpodobně dosáhlo v 18 a 19 století, kdy se začalo využívat výhod kombinace železných kamen s kamny kachlovými, kdy se vkládaly do kachlových kamen železné vložky.

Dalším přínosem v historii vytápění bylo využívání plynu jako zdroje energie. Vytápění plynovými spotřebiči se začalo rozšiřovat zhruba v polovině 19. století, kdy se používali kamna v podobě článkového tělesa. Zvláštní skupinu plynových kamen tvořila kamna s nepřímým otopem. Zplodiny hoření proudí vnitřními topnými články. Teplo jejich

stěn se přenáší na vnější stěny článků, které pak nejen vzduchem, ale i sáláním ohřívají vzduch v místnosti. Toto provedení mělo tu výhodu, že teplota, která se udržovala pod 80°C umožňovala, aby se nepřepaloval usazující prach a tím se snížil i počet požárů.

1.1. Počátky ústředního vytápění

Prvním ústředním vytápěním bylo starořímské hypokaustum (hypo = zdola, kanein = hořet), které navrhl Sergius Orat v roce 80 p. n. l. Bylo to vlastně ohniště bez roštu na spalování dřeva a dřevěného uhlí, umístěné mimo vytápěné místnosti pod domem. Teplé kouřové spaliny proudily do dutin pod celým domem, čímž zahřívaly podlahu a od ní se zahříval vzduch v místnostech domu. Samotné kouřové spaliny byly odváděny jednou nebo více šachtami situovanými v obvodových zdech a ústícími do vnějšího prostředí bočními otvory. V prvních stoletích n. l. bylo v Římě a Římské říši postaveno mnoho domů, které byly vytápěny hypokaustovým způsobem, jako například Caracallovy lázně (lázně z roku 212–217 n. l.), Diokleciánovy lázně i jiné lázně v dnešním Trevíru.

Zlepšením tohoto systému bylo kanálkové vytápění, při kterém nebyla pod podlahou domu dutina, ale spaliny proudily rozvětveným systémem kanálků pod podlahou. Dá se říci, že šlo o první podlahové vytápění, ale teplonosným médiem byl ještě vzduch.[1]

1.2. Teplovodní vytápění

Teplovodní vytápění se poprvé objevilo v 18. století ve Francii, nejvíce se však uplatnilo v Německu. Začátkem 20. století se velmi rozšířilo teplovodní vytápění s nuceným oběhem vody a stalo se běžným způsobem vytápění bytů a občanských budov. Koncovými prvky těchto otopných soustav byla otopná tělesa (radiátory), volně umístěné v místnostech.[1]

1.3. Sálavé otopné soustavy

Původcem sálavých otopných soustav s otopnými tělesy zabetonovanými do desek připevněných na povrchu zdiva byl v roce 1907 Angličan Barker. Později v roce 1926 s anglickou firmou Crittal uložil otopné trubky přímo do konstrukce objektu (nejčastěji do stropu nebo podlahy). V roce 1935 si dal Holanďan Van Dooren patentovat současné využití sálavých otopných trubek ve stropě jako výztužného prvku stavební konstrukce. Můžeme tedy již hovořit o sálavém vytápění, a to velkoplošném teplovodním.

Přes fakt, že sálavé velkoplošné vytápění teplým vzduchem v kanálcích podlahy je známo už více než dvě tisíciletí, resp. teplovodní sálavé velkoplošné vytápění s otopnými trubkami zabetonovanými ve stavební konstrukci (strop, stěna a podlaha) téměř 100 let, v praxi výrazně převažují otopné soustavy s tradičními otopnými tělesy (radiátory) a s konvekčním odevzdáváním tepla do interiéru. [1]

2. ZPŮSOBY ŠÍŘENÍ TEPLA

Teplo se šíří vedením, prouděním a sáláním, nebo jejich kombinací. Vedení a proudění se šíří jen v místnostech, které jsou naplněné nějakou látkou, jako je např. vzduch. Příčinou je neustálý pohyb částic látky. Vzájemným působením mezi částicemi dochází k předávání energie. U vedení tepla sáláním se teplo může šířit i v místnostech, které nejsou naplněné látkou, tudíž i ve vakuu. Důvodem je to, že tepelné záření je elektromagnetické záření.

2.1. Vedení

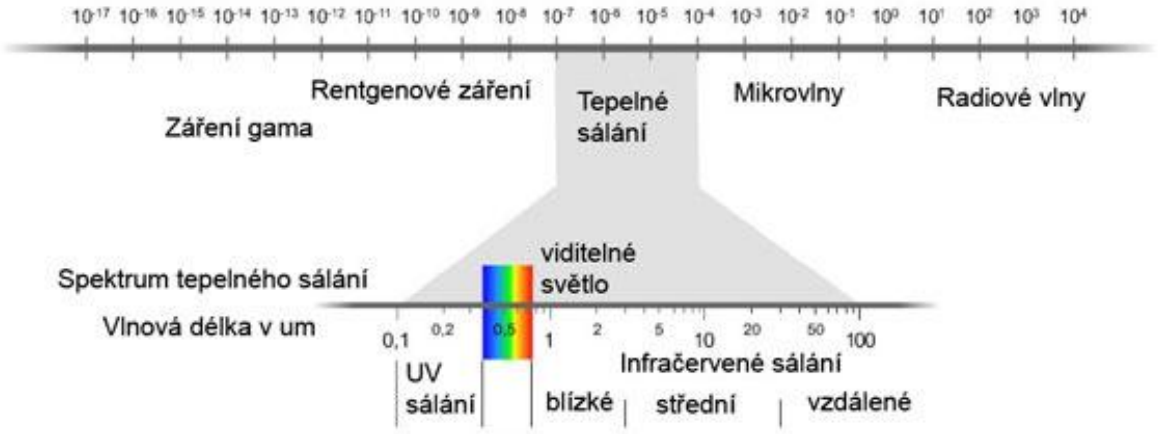
Při vedení neboli kondukci se tepelná energie šíří postupně. Převážně se šíří v pevných látkách, ale také se s ním setkáváme u kapalných a plynných látek. Jedná se o nejpomalejší způsob vedení tepla. V případě jednostranného zahřívání tělesa, částice s vyšší kinetickou energií v místě ohřevu předávají pružnými srážkami svou energii částicím s menší kinetickou energii. Schopnost látky vést tepelnou energii je dána konstantou tepelné vodivosti λ [W. m^{-1}. K^{-1}]. Jelikož λ vzduchu má velice malou hodnotu, má i výměna tepla z povrchu otopné soustavy vedením oproti proudění nebo sálání velice malý význam.

2.2. Proudění

Proudění neboli konvekce se uplatňuje pouze u látek kapalných a plynných, popř. u plazmy. U konvekčního způsobu vytápění ohřívají otopná tělesa vzduch, který potom předává teplo ochlazovaným stěnám, omezujícím vytápěný prostor. Při šíření tepla dochází k přenosu částí hmoty, které mají různou teplotu, přičemž teplejší a lehčí částice látek vstoupají vzhůru. Sálání můžeme rozdělit na dva druhy a to přirozené a nucené. Pokud se jedná o přenos, při kterém dochází v důsledku snížení hustoty ohřáté hmoty k pohybu vzhůru, jde o proudění přirozené. Pokud ovšem použijeme jakékoliv poháněcí zařízení, např. ventilátor nebo čerpadlo, jedná se proudění nucené. Proudění má značný význam pro posouzení parametrů vytápěného prostředí i tepelné pohody člověka. Je doplňkem sálavého vytápění. Poměr těchto složek určuje účinnost sálavých zdrojů tepla. Z tohoto důvodu je cílem sálavých zdrojů podíl této složky co nejvíce omezit.

2.3. Sálání

Sálání neboli záření, popř. radiace, je fyzikální proces, u kterého látka vyzařuje do prostoru energii ve formě vln o vlnové délce λ [μm] ve formě elektromagnetického záření. Sálání nastává u každého tělesa, jehož teplota je vyšší než absolutní nula -273,15°C (0K). Jiné označení stejného významu můžeme nazvat též jako tepelné záření. Tepelné záření se od ostatních druhů elektromagnetického záření liší jen svou vlnovou délkou, resp. energií fotonů, které jsou nositeli energie. Sálání se řídí stejnými fyzikálními zákony jako světelné záření, liší se jen svou vlnovou dálkou. Při dopadu tepelného záření na částečně průzračné těleso se část energie pohltí, část odrazí a část projde tělesem.[13]



Obr. 2.3.1. : Spektrum elektromagnetického záření

U sálavého vytápění sdílí otopná plocha jen menší část svého tepla konvekcí vzduchu. Větší část tepla tak přechází sáláním přímo bez účasti vzduchu na ostatní nevytápěné plochy prostoru. Teplota ploch omezující vytápěný prostor je u sálavého vytápění obvykle vyšší, než je teplota vzduchu.

2.3.1. Druhy sálavého vytápění

V současnosti známé způsoby sálavého vytápění je možno rozdělit na:

- velkoplošné vytápění – stropní, stěnové a podlahové otopné plochy
- individuální vytápění blízko ležícími panely
- celkové vytápění zavěšenými panely
- vytápění infračervenými zářiči.

Sálavá otopná plocha může být umístěna ve stavební konstrukci jako její neoddělitelná součást (velkoplošné otopné soustavy) nebo je vytvořena jako samostatná otopná plocha volně umístěná v prostoru (sálavé panely, otopné desky, infrazářiče).

Uvedenou konstrukční odlišností jsou dány i zásadní rozdíly v povrchové teplotě otopných ploch, a tím následně i ve volbě teplonosného média a jeho teploty a v neposlední řadě i ve specifickém tepelném výkonu sálavé otopné plochy.

Podmínky nízkoteplotního vytápění splňuje z uvedených systémů pouze velkoplošné sálavé teplovodní vytápění.[1]

3. PRINCIP SÁLAVÝCH PANELŮ

U konvekčního vytápění je topným tělesem ohříván vzduch, který následně sdílí - předává teplo při proudění po povrchu ohřívaného předmětu (stěny, nábytek apod.). Z hlediska poměru předávaného tepla je u tohoto systému sálavá složka minimální. U sálavého vytápění je poměr obrácený - záření neohřívá vzduch (volně jím prochází) a ke sdílení tepla dochází především sáláním. Zářivý tok se po dopadu na předměty (stěny, podlaha, nábytek) částečně odrazí (cca 15%), ale jeho větší část (cca 85%) je pohlcována předměty, na které dopadá. [8]

Princip vytápění je obdobný jako u kachlových kamen. Od nich se dále ohřívá veškerý vzduch v místnosti. Teplý vzduch zůstává v celém prostoru a nehromadí se u stropu jako u klasického vytápění. Místnost je tak rovnoměrně vyhřívaná v celé své ploše. Každý ocení pozitivum v podobě suchého zdiva, které je neustále vysoušeno. Rozdíl teplot mezi podlahou a stropem je v cca do 1°C. Přesná regulace samostatná pro každou místnost ještě zvyšuje tepelný komfort.

Tepelné paprsky, které vysílá (vyzařuje) povrh zahřátých tuhých těles (sálavých otopných ploch), jsou vlastně elektromagnetické vlny s délkou vlny 0,78-1000 μm, tj. v rozsahu infračervené části spektra elektromagnetických vln, šířící se rychlostí 300 000 km/s. Tato oblast se rozděluje na tři části, blízkou infračervenou oblast v rozmezí vlnových délek 0,7-1,4 μm, střední 1,4μm-3 μm a vzdálenou oblast 3 -1000 μm.

Tepelná energie se touto formou přenáší na okolní tělesa, jako je např. nábytek, stěny a lidé, kde se po dopadu přeměňuje na teplo. Příkladem takovéto distribuce tepla v přírodě je slunce, kdy formou infračerveného záření ohřívá všechna tělesa.

Dosažení dobré tepelné pohody je u sálavých panelů při daleko nižší teplotě než u konvekčního vytápění, kdy se nejprve ohřívá vzduch a teprve od něj se ohřívají další předměty.

Sálavé (infratopení) vytápění může probíhat na různých vlnových délkách elektromagnetického záření a tím také nabírat různé podoby, od halogenových zářičů, jejichž vysoká povrchová teplota je nevhodná pro trvalé vytápění obytných prostor, sálavých panelů až po velkoplošné topné systémy, jako je podlahové vytápění, které pracuje s nižší teplotou, ale má také nižší podíl sálavé složky.

Při sálavém vytápění interiérů je využíván hlavně tepelný tok otopné plochy (tělesa), kterým se přímo, tj. nikoliv prostřednictvím interiérového vzduchu, zahřívají okolní stavební konstrukce interiérů a jen velmi malou část tepelného toku odevzdá sálavá plocha konvekcí přímo vzduchu ve vytápěném interiéru (tedy na rozdíl od konvekčního vytápění interiérů konvekčním otopným tělesem). Proto i vnitřní povrchové teploty stavebních konstrukcí vytvářejících interiér jsou při sálavém vytápění vyšší než teplota vzduchu v takto vytápěném interiéru (opět na rozdíl od konvekčního vytápění interiérů).[1]

Při teoretickém výpočtu a návrhu otopných soustav v interiérech objektů pozemních staveb je třeba vždy určit topný příkon Q_p (W), tedy tepelný tok, který je potřebný pro zabezpečení požadované tepelné pohody pro člověka (uživatele). [1]

Topný příkon Q_p (W) se v otopné technice nejčastěji počítá z podmínek tepelné rovnováhy vytápěného prostoru (interiéru, místnosti atd.) v ustáleném stavu. Právě při tomto výpočtu je třeba zásadně rozlišovat konvekční vytápění (při němž otopné těleso odevzdává do vytápěného interiéru tepelný tok většinou konvekcí) a sálavém vytápění (při němž otopná plocha odevzdává tepelný tok do vytápěného interiéru většinou sáláním). [1]

Z uvedených informací vyplývá, že při sálavém způsobu vytápění odevzdává otopná plocha tepelný tok sáláním (prostřednictvím vzduchu interiéru) okolním ochlazovaným plochám interiéru, přičemž platí, že tzv. účinná teplota (tj. průměrná teplota okolních ploch) je větší než teplota vzduchu. Je tedy zřejmé, že při sálavém vytápění se podstatná část tepla šíří sáláním (od 55 do 88 %) a jen malé kvantum tepelného toku je odevzdáno konvekcí. [1]

Intenzitu sálání ovlivňuje především povrchová teplota–čím je vyšší, tím méně tepla (poměrově) je odvedeno konvekcí. Proudící vzduch nestačí plochu ochlazovat a zvyšuje se sálavá složka. Názorné je to u vysokoteplotních panelů, kde je díky vyšší povrchové teplotě podíl sálání větší. Velký význam má tedy montážní poloha topidla. Sálavý panel, umístěný ve vodorovné poloze pod stropem, předá většinu energie sáláním, protože vzduch nemůže cirkulovat. Ale stejný panel ve svislé poloze na stěně předá již cca 50% energie konvekcí, protože vzduch ohřívaný od povrchu topidla začne stoupat a vzniká přirozená cirkulace. [8]

3.1. Zákony popisující tepelné záření

3.1.1. Stefan-Boltzmannův zákon, Planckův vyzařovací zákon

Stefan-Boltzmannův zákon určuje celkovou intenzitu záření absolutně černého tělesa v závislosti na teplotě:

$$I = \sigma * T^4 \qquad (3.1.1.1)$$

kde:

T [K] je termodynamická teplota

I [W/m^2] je celková intenzita záření (podíl výkonu a plochy)

σ[W/m^2*K^{-4}] je Stefan-Boltzmannova konstanta

Stefan-Boltzmannova konstanta pro absolutně černé těleso je $\sigma_č$ = 5,67 * 10^{-8} W/m^2.K^{-4}. Z tohoto vztahu je patrné, že intenzita roste se čtvrtou mocninou teploty.

Stefan-Boltzmannův zákon je dán integrací Planckova zákona přes rozsah vlnových délek od 0 do ∞.[15]

3.1.2. Wienův zákon

Wienův posunovací zákon můžeme stejně jako Stefan-Boltzmannův zákon vyjádřit z Planckova vyzařovacího zákona. Nalezením jeho derivace podle λ, získáme vztah:

$$\lambda_{MAX} = \frac{2898}{T} \qquad (3.1.2.1)$$

kde:

λ [μm] je vlnová délka

T [K] je termodynamická teplota absolutně černého tělesa

Z tohoto vztahu je patrné, že čím větší je teplota, tím menší je vlnová délka záření. Tudíž těleso při nízkých teplotách vyzařuje pouze dlouhovlnné záření – infračervené. Při růstu teploty zářiče je možno na jeho povrchu sledovat nejdříve červené zbarvení, které se postupně mění v oranžové, žluté a nakonec bílé. S rostoucí teplotou se zvyšuje i emisivita zdroje.

Emisivita, též stupeň černosti pro absolutně černé těleso je rovna 1, kdežto pro absolutně bílé těleso je rovna 0.

3.1.3. Kirchhoffův zákon

V základní verzi je znění zákona takové, že schopnost látky emitovat záření je shodná se schopností jej přijímat při stejné teplotě. Formulace tohoto zákona vedla v roce 1960 k myšlence tzv. absolutně černého tělesa, tj. tělesa, které na všech vlnových délkách, pohlcuje veškeré dopadající záření (má tedy nulovou spektrální odrazivost a propustnost).

U reálných materiálů může schopnost absorpce dosahovat hodnot blížících se 1, ale přesto se určitá část dopadající energie odrazí. Je-li těleso v tepelné rovnováze, je jeho schopnost vyzařovat a absorbovat záření stejně velké, absorpci poté nezýváme jako stupeň černosti nebo jako emisivita ε. U reálných předmětů je $\varepsilon < 1$. Tato tělesa pak označujeme jako šedá. Vztah mezi vyzařováním šedého a absolutně černého tělesa popisuje Kirchhoffův vyzařovací zákon. [15]

$$P_{\check{s}} = P_{\check{c}} * \varepsilon = \sigma_{\check{c}} * \varepsilon * T^4 * S \qquad (3.1.3.1)$$

kde:

$P_{\check{s}}$ [W] jsou tepelné ztráty šedého tělesa

$P_{\check{c}}$ [W] jsou tepelné ztráty černého tělesa

ε [-] je emisivita tělesa

$\sigma_{\check{c}}$ [W/m^2.K^{-4}] je Stefan-Boltzmannova konstanta pro absolutně černé těleso

T [K] je termodynamická teplota tělesa

S [m^2] je plocha tělesa

V tabulce jsou uvedeny emisivity různých materiálů a povrchů. Hodnota emisivity není zcela závislá na barvě, tak jak ji vnímá lidské oko, ale také hlavně na povrchu materiálu– drsnosti či lesku.

Materiál / povrch			Emisivita ε
Technické povrchy	Absolutně černé těleso		1
	Ušlechtilý kov, vysokého lesku		0,02 až 0,05
	Neušlechtilý kov, vysokého lesku		0,025 až 0,07
Kovy	Hliník	Leštěný	0,05
	Nikl		0,05
	Chrom		0,07
	Ocel	čistě leptaná	0,16
		Pocínovaná, leštěná	0,06
		Surová, válcovaná s okujemi	0,75 až 0,8
		Pocínovaná	0,25
	Mosaz	Leštěná	0,05
Povlakování	Hliníkový bronz		0,35 až 0,45
	Emailový lak	Bílá	0,86 až 0,97
	Olejová barva		0,9 až 0,98
	Lak	Černý, lesklý	0,89
		Obecně	0,86 až 0,97
	Lak na otopná tělesa	Jakékoliv barvy	0,92 až 0,94
Ostatní povrchy	Obkladačky	Bílá	0,88
	Šamot		0,6 až 0,72
	Omítka		0,92 až 0,95
	Papír		0,89
	Tapety		0,89
	Lidská kůže		0,83
	Saze		0,83

Tab 3.1.1 Emisivita různých materiálů a povrchů

Zdroj: Otopné plochy, Ing. Jiří Bašta, PH. D., Praha 2001

4. DRUHY SÁLAVÝCH PANELŮ

4.1. Vysokoteplotní sálavé panely

Vysokoteplotní sálavé panely jsou určeny především pro vytápění průmyslových, skladových a zemědělských objektů, tělocvičen, skladů. Je možné je použít k tzv. zónovému ohřevu (např. jednotlivých pracovišť - cílené ohřívání osob - haly, dílny, sklady - úspora energie proti klasickému vytápění přes 50%), nebo jako kompletní celoplošné vytápění s překonáním tepelné ztráty. Při zónovém ohřevu se instalují do výšky 3,5-4,5 m, při celoplošném vytápění do výšky 5-8 m. [5]

4.1.1 Vysokoteplotní panel ECOSUN

Tyto panely jsou vybaveny rovnou vyzařovací plochou, která zajišťuje záření v úhlu až 180°C (tzv. hemisferické záření). Teplota na povrchu sálavých lamel je cca 350°C. Tato vysoká teplota zajišťuje poměrně vysokou hustotu sálavého toku.

Topným elementem panelu je hliníková topná lamela se speciální elektrochemickou úpravou povrchu. Tato technologie produkuje vynikající hodnoty emisivity sálavého povrchu, které se přibližují emisivitě tzv. černého tělesa.

U vysokoteplotních panelů je základem konstrukce z ocelového nebo pro agresivní prostředí z nerezového plechu. Do konstrukce jsou zasazeny hliníkové topné lamely se zalisovanou topnou tyčí. Povrch lamel je opatřen speciální galvanickou povrchovou úpravou, která podobně jako u nízkoteplotních panelů výrazně zvyšuje emisivitu lamel, má však teplotní odolnost až do 500°C. Dle příkonu mohou mít panely jednu, dvě nebo tři lamely. Panely jsou opatřeny svorkovnicí, do které se zapojuje přívodní vodič. Typy s jednou lamelou jsou pouze na napětí 230V, dvou a tří-lamelové lze napojit na 230V i na 400V. Z hlediska provozu lze při vhodném zapojení spínat jednotlivé lamely panelu postupně a tím plynule zvyšovat výkon panelu dle potřeby. [8]

Panely z nerezového plechu se nechávají bez povrchové úpravy, panely z ocelového plechu jsou opatřeny nástřikem práškové barvy v odstínu RAL 9010, u které je zajištěna

dlouhodobá barevná stálost i při zatěžování teplotami do 100°C. Jiné barevné odstíny se standardně nedělají.

4.2. Stropní sálavé panely

Tyto panely slouží pro vytápění výrobních a montážních hal, chemických a potravinářských provozů, skladů a sportovních hal. Montáží těchto panelů je zajištěna stálá teplota celém prostoru, bezhlučný a bezpečný provoz topného systému. Stropní sálavé panely jsou vyráběny s povrchovými teplotami 80-110°C při kterých je plně využito přímé sálavé teplo ohřívající osoby v místnosti. Stropní sálavé panely umožňují využití pouze zónového ohřevu místnosti a tím dále uspořit desítky procent v nákladech na vytápění. [6]

4.3. Nízkoteplotní sálavé panely

Sálavé topné panely jsou určené zejména pro vytápění kanceláří, obchodů, bytů a rodinných domů, využít je ale lze například i pro vyhřívání kancelářských a pokladních boxů nebo kostelních lavic. Nízkoteplotní sálavé panely mohou sloužit i jako dekorace, jelikož jsou vyráběny ve skleněné nebo mramorové podobě.

4.3.1 Nízkoteplotní panel ECOSUN

Nízkoteplotní sálavé panely mají rovněž rovnou vyzařovací plochu. Na rozdíl od vysokoteplotních panelů je povrchová plocha vyzařovací plochy max. 110°C. Hustota sálavého toku je nižší. Doporučená výška umístění panelů je 2,5–3m

Základem panelu je konstrukce z ocelového pozinkovaného plechu s čelní topnou plochou opatřenou speciální oboustrannou povrchovou úpravou. Vnitřní vrstva zajišťuje maximální absorpci (pohlcení) tepla ze zdroje tepla, a vnější vrstva výrazně zvyšuje účinnost při emisi (vyzařování) tepla – tzv. infračervené vytápění. Vnější povrchová úprava je na bázi křemíkových krystalů - charakteristickým rysem patrným na první pohled je zrnitý povrch panelu, což je jedním z důvodů výrazného zvýšení emisivity. Při stejném rozměru má panel proti hladké ploše 2,5x větší přestupní plochu. [8]

U panelů v příkonu do 600W je topným prvkem speciální tkaná topná folie na bázi grafitu, s teplotní odolností 150°C, panely o příkonu 700W jsou opatřeny výpletem z izolovaného odporového vodiče, s teplotní odolností 180°C. Mezi topný prvek a čelní topnou plochou je vložena dielektrická izolační deska. [8]

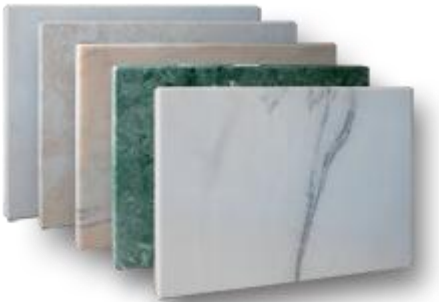
Uvnitř panelu je tepelná izolace z čedičové vaty, která brání úniku tepla zadní stranou panelu a zvyšuje tak účinnost sálání. Provedení spojů konstrukce a zadního krytu (nýtováním/pájením), plášť přívodního vodiče (PVC/silikon) a typ kabelové průchody má vliv na výsledné IP krytí panelů. Způsob uchycení panelů je přednostně ve vodorovné poloze na strop, mohou však být instalovány i pod úhlem nebo svisle. [8]

Sklo i mramor v sobě spojují jednoduchost a krásu přírodního materiálu. Využitím těchto materiálů pro sálavé vytápění vznikly esteticky ojedinělé výrobky – skleněné panely a mramorové panely. Tyto výrobky jsou určené zejména pro vytápění moderních interiérů a prostor, u kterých je kladen důraz na vysokou designovou čistotu a funkčnost. Teplo sálané z těchto materiálů je přitom velmi příjemné a přirozené.

Sálavé panely se skládají z desky (skleněné nebo tvrzené ze smaltované oceli), z topného elementu na bázi uhlíkových nanovláken, omezovacího termostatu a přívodního kabelu. Smaltované i skleněné sálavé panely jsou přímo určeny k pevné instalaci na stěnu nebo na strop. Jsou velmi estetické a mají pěkný vzhled. Smaltované sálavé panely jsou vhodnější pro vytápění obytných hal, koupelen nebo např. Kanceláří a administrativních prostor. Sálavé panely obsahují akumulační jádro vysoké hustoty zaručující dlouhotrvající akumulaci a sálání do prostoru. Pokles teploty v místnosti v době výpadku je téměř nulový. Skleněné i smaltované sálavé panely se vyrábějí v několika provedeních, výkonových řadách, v několika druzích barevných odstínů a také s motivem i vlastním. Sálavé panely je tak možné zakomponovat do interiéru i jako dekoraci.

4.3.1. Mramorové topné panely

Nástěnné mramorové sálavé panely MR spojují krásu přírodního kamene s jedinečnými vlastnostmi sálavého vytápění. Tyto výrobky jsou proto určeny do esteticky náročných interiérů zařízených jak v moderním tak i klasickém stylu. Panely se vyrábějí v několika výkonových řadách, na výběr je celkem z pěti druhů



4.3.2 Mramorový sálavý panel

mramoru. Určeny jsou především pro vytápění reprezentativních prostor, hal a koupelen.[5]

Mramorový sálavý panel se skládá z masivní leštěné desky, topného elementu a omezovacího termostatu. Konstrukce panelu navíc kombinuje výhody několika topných systémů – ekonomický provoz sálavého vytápění, vyšší dynamiku konvekčních systémů a schopnost akumulace tepla do mramorové desky.

4.3.2. Skleněné sálavé panely

Sálavé topné panely využívají sálavého vytápění se všemi jeho přednostmi - energetickou úsporností, omezené cirkulaci, vysušování vzduchu a předmětů. Obdivuhodná je jejich jednoduchost, čistá linie skla, několik barevných variací včetně zrcadla. Panely jsou vhodné pro vytápění bytů, domů i reprezentativních kancelářských prostor. Univerzální úchyty umožňují montáž na strop i na stěnu.

4.3.3 Skleněný sálavý panel

Skleněné sálavé panely se skládají ze skleněné desky (tvrzené sklo12 mm), topného elementu, omezovacího termostatu a přívodního kabelu. Jsou určeny k pevné instalaci na stěnu s připojením přívodního vodiče do instalační krabice. Sálavé skleněné panely mají atraktivní design, jejich schopnost akumulace tepla je z důvodů menší tloušťky podstatně nižší, než u mramorových panelů. Panely se vyrábějí ve čtyřech výkonových řadách 300, 500, 700 a 900W. [5]

4.4. Topný hybrid

Topný hybrid neboli sálavý přímotop, je přímotop s podstatnou částí infra složky v produkci tepla. Je to konvektor, který díky speciální konstrukci odevzdává menší polovinu dodaného příkonu formou sálání, tzn. infračerveného vlnění. Ve své podstatě je to hybrid mezi konvektorem a infračerveným topným panelem. Neměli bychom ho sice nazývat infratopením, protože „infra" složka je nižší než 50% tepelného výkonu, ale právě

4.4.1 Sálavý přímotop

proto je to ideální topidlo pro mnoho aplikací. Sálavý přímotop vykazuje mimořádně příznivý poměr „ výkon - kvalita tepla - dynamika - rozměry". Sálavé přímotopy kombinují přednosti infrapanelů (produkce sálavého tepla) s mnohdy velmi potřebnou náběhovou dynamikou konvektorů, vše zabalené v relativně malých rozměrech umožňujících použití vysokého výkonu v malém balení. [5]

5. MOŽNOSTI POUŽITÍ SÁLAVÝCH PANELŮ K VYTÁPĚNÍ KOUPELNY

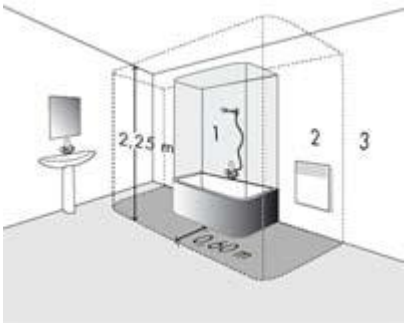
Koupelnové topení je ve formě topných žebříků a koupelnových topných panelů, mohou zastávat funkci hlavního zdroje, za předpokladu dostatečné výkonné dimenzace nebo sloužit jen jako doplňkový zdroj, kdy jako hlavní zdroj tepla můžeme použít podlahové vytápění, které je pro koupelnu nejideálnějším řešením.[5]

5.1. Zónový ohřev, krátkodobé sálání

Při potřebě rychlého nárazového vyhřátí chladného prostoru koupelny je využití sálavých panelů naprosto ideálním řešením. Krátkodobé zahřátí vzduchu v koupelně na potřebnou vysokou teplotu k dosažení uspokojující tepelné pohody by bylo při konvekčním vytápěním příliš energeticky náročné, lze tudíž použít tzv. zónový ohřev. Předpokladem pro tuto aplikaci je dostatečný výkon použitého sálavého panelu. Panel za velmi krátký čas začne osávat elektromagnetickým vlnění osoby a povrchy, tudíž dopřávají skoro okamžitý pocit tepla bez nutnosti vyhřátí celé místnosti na vysokou teplotu. [5]

5.2. Bezpečnostní zóny a krytí

Instalace elektrických spotřebičů do prostorů s vanou nebo sprchou (koupelny) je omezen normou ČSN 33 2000-7-701. Vhodnost použití elektrických spotřebičů v koupelnách určují zóny vnitřních prostorů koupelny, viz *obr 5.2.1*. Pro instalaci přímotopů, topných žebříků a sálavých panelů jsou určeny zóny 2 a 3. Do zóny 2 lze instalovat spotřebiče o minimálním krytí IPX4. Elektrické spotřebiče včetně topidel musí být jištěny proudovým chráničem s vybavovacím proudem 30 mA.[5]



5.2.1 Bezpečnostní zóny v koupelně

5.3. Návrh topného výkonu elektrického topení

Při návrhu výkonu elektrického topení se vychází z tepelné ztráty vytápěného prostoru nebo místnosti. Tepelná ztráta je množství energie, kterou musíme do vytápěného prostoru dodat, abychom udrželi teplotu v interiéru na požadované úrovni. Hodnota tepelné ztráty je závislá především na konstrukci a materiálovém složení domu - na tepelně-izolačních vlastnostech obvodových konstrukcí, střechy, stropů, izolaci podlahy, kvality oken atd. Místnost v dobře zatepleném domě bude mít zcela jistě daleko menší tepelnou ztrátu, než stejně velká a stejně situovaná místnost např. ve starém kamenném, nebo i jiném nezatepleném domě.

Pro výpočet příkonu infrapanelu můžeme použít *tab.5.3.1*, kde nalezneme orientační příkony pro různé druhy místností. Každá hodnota je vypočítaná pro 1 m^3, tudíž abychom získali celkový příkon panelu, musíme si vypočítat celkový objem místnosti a vynásobit ho hodnotou v tabulce.

Místnost	**příkon/m^3**
Obytné místnosti, kanceláře apod.	30 W / m3
Předsíně, technické místnosti apod.	20W / m3
Chodby, WC	25 W / m3
Koupelny	45 W / m^3

5.3.1 Orientační příkony pro výpočet příkonu infrapanelu pro jednotlivé místnosti

Zdroj: http://www.thermowell.cz/3325/infrapanely/

5.4. Sálavé panely v koupelně

Sálavé panely v koupelně plní dvě funkce– estetickou, ale zároveň i praktickou. Je vhodným doplňkem moderních koupelen, které často bývávají slazené do jednotného stylu. Použít zde můžeme jak skleněné, tak i mramorové. Po praktické stránce slouží převážně jako vedlejší zdroj vytápění, ale mohou posloužit i pro odkládání ručníků. Pro tuto funkci jsou vyráběny panely s držákem ručníků z leštěné nerezové

5.4.1 Skleněné sálavé panely s držákem

oceli. Takto upravené panely lze instalovat pouze na výšku.

Při použití jako doplňkového zdroje vytápění se často doplňuje podlahové vytápění, které je velice přímené, ale i praktické. Výhodou elektrického podlahového topení je bezporuchovost, skrytí pod podlahou, tudíž nezabírá žádné místo a hodí se pro jakýkoli tvar a plochu koupelny. Při doplnění sálavým panelem nepotřebujeme tak vysoký příkon jako, kdybychom měli panel jako hlavní zdroj tepla. Panel můžeme použít jen nárazově, jelikož slouží jen jako doplněk. Náběh na požadovanou teplotu je rychlejší, jelikož místnost už je částečně vyhřátá hlavním zdrojem.

5.4.1. Umístění panelů

Sálavé panely se nemusí instalovat pouze na zeď, lze je také připevnit na strop. Výhodou je odstranění i tak malé konvekce. Sálavé stropní vytápění vyzařuje kolmo od zdroje směrem k podlaze infračervené paprsky. Problém nastává u koupelen, které mají nízké stropy. Při pobytu v koupelně dopadá tok paprsků přímo na hlavy osob. To může zapříčinit nepříjemný pocit z přehřátí. Tudíž v těchto koupelnách je lepší umisťovat panely na zdi. Další problém může nastat u atypicky řešených koupelen. V koupelně se zkoseným stropem, tudíž u podkrovních koupelen, nastává problém s celkovým umístěním a příkonem panelu. Při malých rozměrů nemusí existovat takový panel, který by vytopil místnost, aniž by ji přehřál, jelikož nejmenší příkon infrapanelu je 300 W.

5.5 Sálavé folie na zrcadla

Dalším doplňkem vytápění do koupelny je topná fólie chránící zrcadlo před mlžením. Fólie jsou dvojitě laminované (ochrana proti vlhkému prostředí) a jsou opatřeny samolepicí plochou, kterou se přilepí na zadní stranu zrcadla. Fólie jsou na síťové napětí 230V a jejich zapínání je možné ovládat více způsoby, nejčastěji se však připojí na osvětlení zrcadla, takže jsou uvedeny do chodu při zapnutí světla, možné je ale i jiné spínání–samotným vypínačem, časovým spínačem nebo pohyblivým čidlem.[9]

5.5.1 Sálavá folie pod zrcadlem

6. VÝHODY OPROTI KLASICKÉMU VYTÁPĚNÍ

Výhodou sálavých panelů je úspora energií a oproti konvenčnímu vytápění sálavé panely přeměňují elektrickou energii téměř beze ztrát. Teplo se přeměňuje přímo v místě potřeby, a proto odpadají ztráty ve vedení tepla. Jedním z důležitých kladů sálavých panelů je také šetrný způsob vytápění, nevydává žádné emise, a proto je velmi ohleduplný k životnímu prostředí. Oproti konvenčním zdrojům tepla má sálavý panel minimální tloušťku, a proto může být volně umístěn do interiéru, aniž by zasahoval do celkového vzhledu místnosti. Naopak může být i vhodným interiérovým doplňkem. Není výjimkou, že sálavé panely jsou designově výjimečné, mohou to být obrazy s různými motivy.

Samotný panel není vyroben z částí, které by se mohly časem opotřebovat, a proto se vyznačuje vysokou životností. Také regulace panelů je přesná a velmi snadná. Další výhodou je tichý provoz. Montáž sálavých panelů a celková údržba je velmi jednoduchá, rychlá a nevyžaduje žádné speciální postupy.

Při použití sálavých panelů nedochází k cirkulaci vzduchu, a proto tedy nevíří prach a roztoče v místnostech. Pročež jsou více než vhodné pro alergiky a astmatiky. Při vytápění sálavými panely je v místnostech vyšší vlhkost, a tudíž nedochází k vysušování sliznic a k respiračním nemocem. Tento typ vytápění je také příznivě působící na lidi postižené kloubními nemocemi.

Panely jsou vyráběny z kvalitních materiálů, a proto rozdíl mezi teplotou podlahy a u stropu je minimální, okolo 1-2 °C(u konvekčního vytápění je udáván rozdíl 1°C na 30-50 cm výšky). Je velice vhodný pro nárazové vytápění, jelikož ohřívá přímo předměty, plochy a osoby. V případě ohřevu předmětů a osob sálavým tokem na 20-22°C, je možné zajistit tepelnou pohodu již při teplotách vzduchu 17-19 °C a dochází tak k úspoře energie minimálně o 18 - 24%. V určitých aplikacích lze sálavé topné panely využít k cílenému ohřívání přítomných osob – velké haly, dílny, prodejní sklady, nebo třeba lavice v církevních objektech (kostely) – a proti klasickému vytápění těchto prostor dosáhnout více než 50% úspory nákladů na vytápění – tzv. zónové vytápění

V porovnání s běžným podlahovým vytápěním, konvekčními radiátory a běžnými zdroji tepla použití infrapanelů představuje úspornější a komfortnější řešení vytápění. Vstupní náklady jsou obecně nižší než u plynového topení. Při instalaci není nutné pořizovat rozvody, přípojky a jiné další příslušenství.

Topné panely představují adekvátní náhradu za klasické vytápění. Lze jimi efektivně vytápět celé byty nebo domy. Stejně tak je lze využít pouze v určité části obytného prostoru na dotápění. K tomuto účelu je možné použít tzv. transportní panely, které se dají přenášet a zvyšují tak tepelný komfort.

7. ZHODNOCENÍ

V důsledku vývoje populace v průběhu doby, docházelo nejen k evoluci obyvatelstva, ale stejně tak i k vývoji lidských příbytků a neposlední řadě i jejich vytápění. Od nejstaršího používání otevřeného ohniště až k počátkům ústředního vytápění, kdy teplé kouřové spaliny proudili do dutin pod celým domem, čímž ohřívali podlahu a následně i od podlahy vzduch v místnostech. V 10. století byl pak přidán k otevřenému ohništi komín, čímž vznikly krby a první kamna, která se začala využívat s objevením kamenného uhlí. Od 18. století šel již vývoj rychle kupředu. Lidé začali využívat i jiné zdroje nežli jen uhlí a dřevo a v 19. století zdomácnělo i vytápění místnosti pomocí plynových kamen. Začátkem 20. století se velmi rozšířilo teplovodní vytápění s nuceným oběhem vody a stalo se běžným způsobem vytápění. Sálavé velkoplošné vytápění teplým vzduchem v kanálcích podlahy je tedy známo už více než dvě tisíciletí, ale i přesto v praxi výrazně převažují otopné soustavy s tradičními otopnými tělesy (radiátory) a s konvekčním odevzdáváním tepla do interiéru.

Moderní elektrické sálavé panely pracují na principu vyzařování elektromagnetických vln, které ohřívají přímo dosažitelná tělesa a osoby, na rozdíl od konvekčního způsobu vytápění, který nejdříve ohřívá vzduch, od kterého se postupně ohřívají věci v místnosti. Tyto panely lze použít do obytných i průmyslových prostorů.

Sálavé panely lze rozdělit na dvě hlavní skupiny – vysokoteplotní a nízkoteplotní. Vysokoteplotní panely se uplatňují především u průmyslových, zemědělských a skladových objektů. Montují se do výšky 3,5 – 8 metrů. Jejich teplota je okolo 350°C. Na druhé straně nízkoteplotní panely se používají k výhřevu obytných místností, kanceláří a obchodů. Povrchová teplota těchto panelů se pohybuje okolo 110°C. Tento druh vytápění má i velké množství výhod, jednou z nich je i jejich snadná regulace i nízké náklady na údržbu. Další obrovskou výhodou je šetrnost k životnímu prostředí a lidskému zdraví. Při používání nedochází k víření prachu a žádnému vypouštění emisí do ovzduší. Dalším pozitivním kritériem je i dlouhá životnost a nízká zatížitelnost hlukem.

5.1 Černé stopy prachu od proudění vzduchu

I když se sálavé panely vyznačují nepřeberným množstvím výhod, mají i své nedostatky. Aby se topidlo mohlo nazývat infratopením či infračerveným topným panelem, musí produkovat nadpoloviční většinou svého tepelného výkonu sálavé (infra) teplo. V praxi to znamená, že u infračervených topných panelů umístěných na zdi dochází k vedlejší konvekci, která sálavou složku snižuje. Toto může zapříčinit černání zdí za panelem. Působí pouze v místnosti, kde je instalováno a v níž ozařuje prostor. Nelze tedy například otevřením dveří vyhřát sousední místnost jako u konvekčního topení, kde dojde k proudění teplého vzduchu z jedné místnosti do druhé. Ohřívaný předmět musí mít přímou viditelnost na panel. Pokud je v cestě překážka, jsou tepelné paprsky pohlceny nebo odraženy. Dalším nedostatkem sálavých panelů je fakt, že nejsou vhodné pro dlouhodobé vytápění. Infrapanely nejsou také vhodné do starých, vlhkých či špatně izolovaných staveb. Účinek sálavých panelů je snižován i v případech, kdy jsou v místnostech, ve kterých jsou použity, instalovány sádrokartonové příčky. Při vytápění studeného objektu je nutné počítat s určitou dobou náběhu, tzn., než dojde k nasálání okolí a následně k ohřevu vzduchu od infra topení. Náležitá funkce vytápění pomocí panelů je značně narušena působením průvanu (ofuku) proudem vzduchu vlivem netěsností oken a dveří. Při strnulém přímém dlouhodobém pohledu na infračervený topný panel může dojít k nepatrnému vysoušení očí a tím i k pocitu pálení.

Každý způsob vytápění má své výhody i nevýhody, ale i přes nedostatky patří sálavé panely mezi nejmodernější druh vytápění. Tento způsob vytápění je momentálně nejekonomičtější variantou vytápění velkoprostorových objektů. Úspory energie při vytápění hal infrazářiči dosahují 30 až 40 %, a proto se dá předpokládat, že tento druh topení bude i do budoucna patřit mezi významné tepelné zdroje.

POUŽITÁ LITERATURA

Knižní zdroje

[1] Petráž D. a kol. , *Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie,* Jaga group s.r.o., Bratislava 2008

[2] Ing. Bašta J. Ph. D. ,*Otopné plochy,* Vydavatelství ČVUT, Praha 6 2001

[3] Ing. Pačinková M. , *Podlahové a stěnové vytápění,stropní chlazení,* ERA group s. r. o. , Brno 2007

[4] Ing. Dr Cihelka J. ,.Kotrbatý M. , *Technické informace Vytápění průmyslových provozoven sálavými panely,* Ústav pro technické a ekonomické informace, 1956

Internetové zdroje

[5] http://www.primotopy.eu/82,0,Infratopeni.html

[6] http://www.usby.cz/salave-topeni/

[7] http://www.kopriva.cz/salave-panely.html

[8] http://www.fenixgroup.cz/pages/cs/produkty/ecosun-salave-topne-panely

[9] http://www.topne-systemy.cz/cz6--elektricke-topne-folie.html

[10] http://spisy.upv.cz/UtilityModels/FullDocuments/FDUM0002/uv002260.pdf

[11] http://www.czechsolar.cz/fotovoltaika/princip-fungovani/

[12] http://www.thermowell.cz/3325/infrapanely

Odborné zdroje

[13] Hemelík, Aleš. *Přednosti elektrického sálavého vytápění*. Plzeň, 2008. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni.

[14] Jágerský, Lukáš. *Elektrické sálavé panely jako zdroj tepla pro vytápění*. Plzeň, 2011. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni.

[15] Obdržálek, Bc. Jiří. *Teorie a aplikace elektrických sálavých zdrojů tepla*. Plzeň, 2010. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni.