

Budúcnosť zaväzuje

ENERGETICKÝ AUDIT V PRAXI

30. 11. 2011

Vysoké Tatry

Technické možnosti energetických meraní v praxi

Ing. Dušan Kiseľ, CSc. K - TEST, s.r.o., Košice, SR

Energetický audit v legislatíve SR

- Energetickým auditom je systematický postup na získanie dostatočných informácií o súčasnom stave technických zariadení a budov určených na používanie energie, na identifikáciu a návrh nákladovo efektívnych možností úspor energie.
- Na Slovensku je energetický audit zo zákona povinný pre spotrebiteľov energií pôsobiacich **v priemysle a pôdohospodárstve**. Legislatívne východiská upravujú zákony:
 - o energetickej hospodárnosti budov (č. 555/2005 Z. z.),
 - o pravidelnej kontrole kotlov, vykurovacích sústav a klimatizačných systémov (č. 17/2007 Z. z.),
 - o energetickej efektívnosti (č. 476/2008 Z. z.) – o efektívnosti pri používaní energie.

Energetický audit v legislatíve SR

- Energetická certifikácia budovy vykonávaná podľa zákona o energetickej hospodárnosti budov (č. 555/2005 Z. z.)
sa považuje aj za energetický audit podľa zákona o energetickej efektívnosti (č. 476/2008 Z. z.).

Energetický audit budov

- Na určenie energetickej bilancie budov je nevyhnutné:
 - a) tepelno-technické posúdenie stavebných konštrukcií, najmä: tepelné straty a zohľadnenie tepelných mostov, súčiniteľ prechodu tepla stien, otvorovej a podlahovej konštrukcie
 - b) posúdenie vykurovania a príprava teplej vody, účinnosť kotlov,
 - c) posúdenie vetrania a klimatizácie, straty vetraním a ventiláciou, účinnosť chladiacich zariadení,
 - d) posúdenie elektroinštalácie a zabudované umelé osvetlenie budov, udržiavanie osvetlenosti.

Energetický audit v legislatíve SR

- Vyhlášky vydané Ministerstvom hospodárstva SR, ktoré ustanovujú postupy a podrobnosti pri výkone zákonov:
 - **Vyhláška č. 548/2008 Z. z.** o postupe pri pravidelnej kontrole kotlov, pri individuálnej špeciálnej kontrole vykurovacej sústavy a pri pravidelnej kontrole klimatizačných zariadení.
 - **Vyhláška č. 311/2009 Z. z.** o podrobnostiach výpočtu energetickej hospodárnosti budov (ruší vyhlášku č. 625/2006 Z. z., ktorou sa vykonával zákon č. 555/2005 Z. z.),
 - **Vyhláška č. 429/2009 Z. z.**, ktorou sa ustanovuje postup pri výkone energetického auditu a súbor údajov na monitorovanie efektívnosti pri používaní energie.

Energetický audit kotlov, vykurovacej sústavy a klimatizačných systémov

Vyhláška MH SR č. 548/2008 Z. z. upravuje postup pri:

- a) pravidelnej kontrole kotlov,
- b) individuálnej špeciálnej kontrole vykurovacej sústavy,
- c) pravidelnej kontrole klimatizačných systémov.

Cieľom tejto vyhlášky je ohraničenie a zníženie emisií CO₂ a zníženie spotreby energie.

Zistenie komínovej straty pre kotly s menovitým výkonom **do 100 kW**

Pri **pravidelnej kontrole kotlov** sa kontroluje najmä:

- funkčnosť kotla,
 - preveria sa funkcie kotla počas prevádzky,
 - zistí sa **účinnosť kotla**, ktorá sa porovná s normatívnymi hodnotami uvedenými vo vyhláške.
- Pri zistení účinnosti kotla **sa zohľadní len komínová strata**. Ďalšie straty, ako napr. strata mechanickým a chemickým nedopalom a strata sálaním do okolia, sa zanedbajú. Účinnosť kotla sa zistí odpočítaním komínovej straty v % od hodnoty 100%

Výkon kotla [kW]	Najnižšia účinnosť kotla [%]								
	Tekuté palivo			Tuhé palivo					
	Zemný plyn, propán- bután	Ostatné	Kondenzačný kotel	Biomasa	Koks	Brikety	Čierne uhlie	Hnedé uhlie triedené	Hnedé uhlie netriedené
od 20 do 100	89	83	93	71	73	71	72	70	66

Zistenie komínovej straty pre kotly s menovitým výkonom **do 100 kW**

Komínová strata sa zistí nepriamou metódou podľa príslušných technických predpisov **na základe nameraných a zistených údajov:**

Merané veličiny:

- obsah kyslíka v spalinách O_2 , resp. obsah oxidu uhličitého v spalinách CO_2
- obsah oxidu uhoľnatého CO
- teplota spalín t_{sp}
- teplota spaľovacieho vzduchu t_{sv}

Zistenie komínovej straty pre kotly s menovitým výkonom **do 100 kW**

Zistené údaje: účinnosť kotla $\eta = 100 - qA$

<p>CO₂</p> $CO_2 = \frac{CO_2 \text{ max} \cdot (21\% - O_2\%)}{21\%}$	<p>CO_{2max}: maximálna hodnota CO₂ pre špecifické palivo 21 %: obsah kyslíka vo vzduchu O₂ %: obsah kyslíka v spalinách</p>
<p>Komínová strata</p> $qA = \left[(t_{sp} - t_{sv}) \cdot \left[\frac{A_2}{(21\% - O_2\%)} + B \right] \right]$ $qA = f \times \frac{(t_{sp} - t_{sv})}{CO_2}$	<p>Pre plynné a kvapalné palivá:</p> <p>t_{sp}: teplota spalín t_{sv}: teplota spaľovacieho vzduchu A₂/B: koeficienty pre špecifické palivo 21 %: obsah kyslíka vo vzduchu O₂ %: obsah kyslíka v spalinách</p> <p>Pre tuhé palivá (keď koeficienty A₂ a B sú nulové, sa využíva Siegertov vzťah):</p> <p>t_{sp}: teplota spalín t_{sv}: teplota spaľovacieho vzduchu f: faktor špecifického paliva CO₂: vypočítané hodnota CO₂ z merania O₂</p>

Zistenie komínovej straty pre kotly s menovitým výkonom **do 100 kW**

Účinnosť kotla sa zistí:

- nepriamou metódou podľa **normy EN 15378** a komínová strata podľa postupu pre kotly do 100 kW,
- priamou metódou z výsledkov prevádzkových meraní podľa **normy EN 15378**.

Rozdiel hodnôt účinnosti kotla podľa oboch metód sa zhodnotí a porovná s normatívnymi hodnotami uvedenými vo vyhláske.

Individuálna špeciálna kontrola vykurovacej sústavy

Kontroluje sa:

- kotol,
- vnútorné rozvody tepla a teplej vody, ak je jej príprava zabezpečovaná kontrolovaným kotlom,
- výkon kotla vzhľadom na spotrebu tepla budovy,
- navrhnú sa opatrenia na nahradenie kotla, iné úpravy vykurovacej súpravy alebo alternatívne riešenie, ak je potrebné.

Meracie prístroje na posúdenie vykurovania a prípravu teplej vody

Prevádzkové hodnotenie zdrojov tepla podľa STN EN 15387 „Tepelné systavy v budovách – inšpekcia kotlov a tepelných sústav“, popisuje postupy a metódy k prevádzkovému hodnoteniu existujúcich kotlov z hľadiska energetickej účinnosti.

Aby bolo možné prakticky a moderne vykonávať kontrolu podľa EN 15378, bolo spoločenstvom (VdZ) - Nemecké spoločenstvo pre hospodárenie pri ústrednom vykurovaní - navrhnutá **standardizovaná neutrálna Metóda checklistu celého vykurovacieho zariadenia:**

Od zdroja tepla cez rozvod tepla až k odovzdávaniu tepla.

Podľa presne stanovených parametrov sa jednotlivé komponenty posúdia, vyhodnotia a pridelia sa „negatívne – malusové body“.

Pridelené bodové hodnotenie tu odpovedá potenciálu možných energetických úspor.

Postup kontroly tepelnej sústavy

Meranie na kotle

- Komínová strata pri plnom výkone
- Straty povrchom (sálaním) pri plnom výkone
- Ventilačné straty – straty prerušovanou prevádzkou (tepelné straty cez dymovod v intervale 30 s po vypnutí horáka)



Postup kontroly tepelnej sústavy

Vizuálna inšpekcia a vyhodnotenie

- výroba tepla:
 - predimenzovanie,
 - využitie spalného tepla,
 - regulácia teploty kotla.



Postup kontroly tepelnej sústavy

Vizuálna inšpekcia a vyhodnotenie

- rozvod tepla:
 - hydraulické vyregulovanie,
 - obehové čerpadlá,
 - izolácia potrubí a armatúr.



Postup kontroly tepelnej sústavy

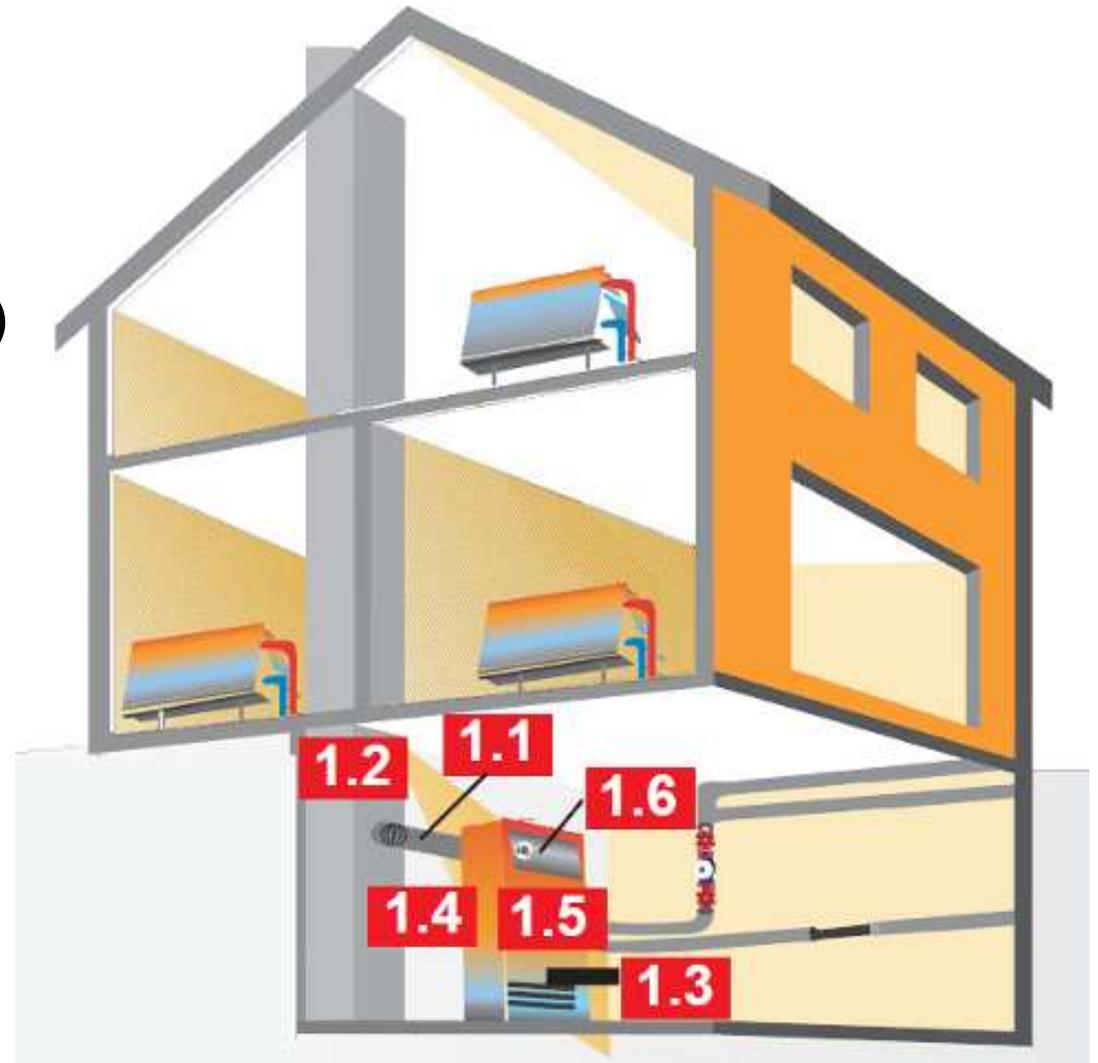
Vizuálna inšpekcia a vyhodnotenie

- odovzdávanie tepla:
 - regulácia teploty v miestnosti



Detailné vyhodnotenie zariadenia - výroba tepla

- 1.1 Komínová strata
- 1.2 Ventilačné straty
- 1.3 Straty povrchom (sálaním)
- 1.4 Využitie spalného tepla
- 1.5 Predimenzovanie kotla
- 1.6 Regulácia



Moderné analyzátory spalín

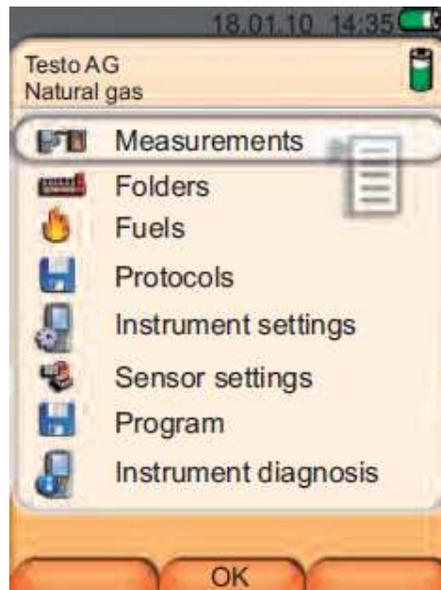
Analyzátory spalín:

- **umožňujú nové merania** – ako napr. ventilačných strát a strát sálaním, test tesnosti potrubí pre rozšírenú analýzu vykurovacích systémov
- **funkcia záznamníka** - jednoduchšie dlhodobé merania so záznamom krivky merania

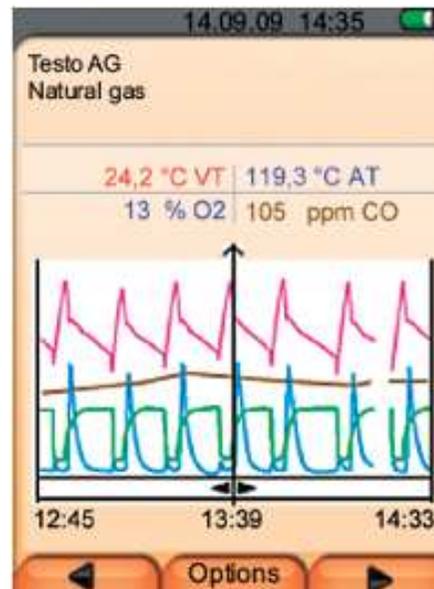


Moderné analyzátory spalín - farebný displej

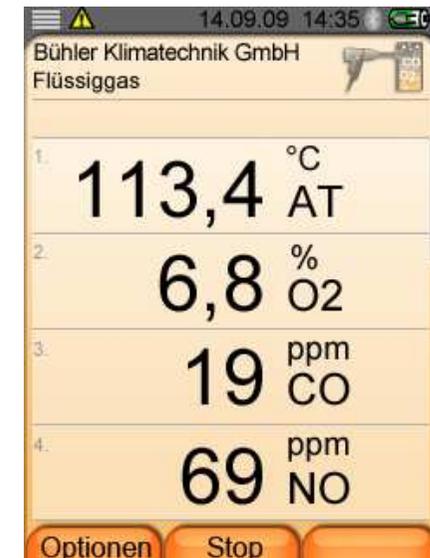
Farebný displej (1): Analýza na farebnom displeji



Hlavné menu



Grafický pohľad
na merané veličiny



Štandardný pohľad
na merané veličiny

Moderné analyzátory spalín - farebný displej

Farebný displej (2): Spalinová matica

Spalinová matica je aplikáciou pre nastavovanie principiálnych veličín

O_2/CO alebo O_2/CO_2 .



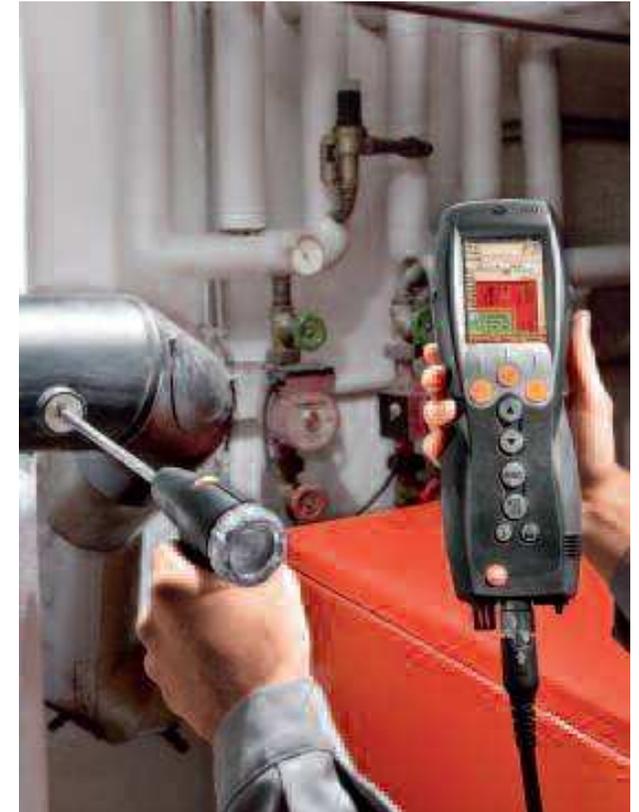
- Optimalizácia meraných veličín je viditeľná na grafickej matici.
- Matica má 4 zóny so zelenou a červenými indikáciami pre ideálne nastavenie bodu horenia.
- Automatický zoom umožňuje presný a precízny náhľad.
- Používateľ môže vidieť merané výsledky priamo, interpretácia meraných hodnôt už nie je potrebná.

Komínová strata

Komínová strata sa meria kalibrovaným analyzátorom spalín v jadre prúdu spalín.

Potrebné sú nasledujúce informácie:

- prívod vzduchu z vonkajšieho prostredia prostredia áno/nie
- existuje šachta odvetrávania áno/nie
- prerušovač ťahu áno/nie



Komínová strata

Pomocou nameranej hodnoty s presnosťou na 1 des. miesto je možné určiť vyhodnocovacie body podľa **grafu 1**.

Na trhu sú dostupné meracie prístroje, ktoré vyhodnocovacie body automaticky dopočítavajú.

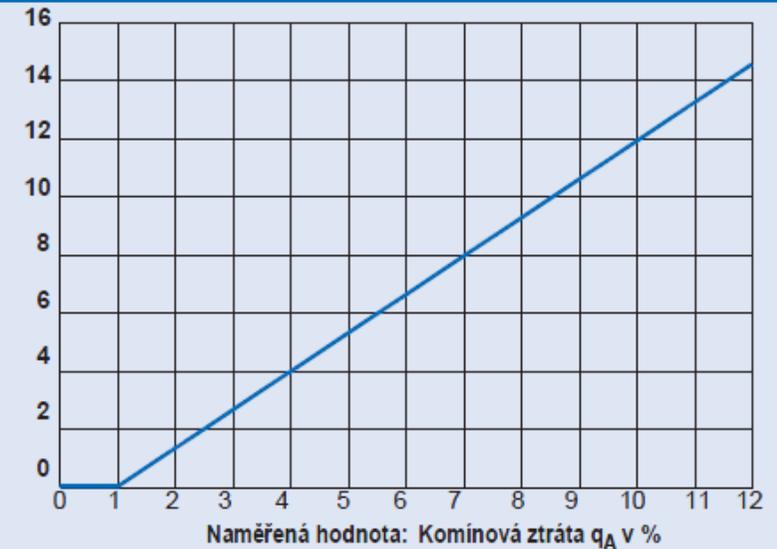
Príklad:

- nameraná komínová strata q_A je 7,8 %.

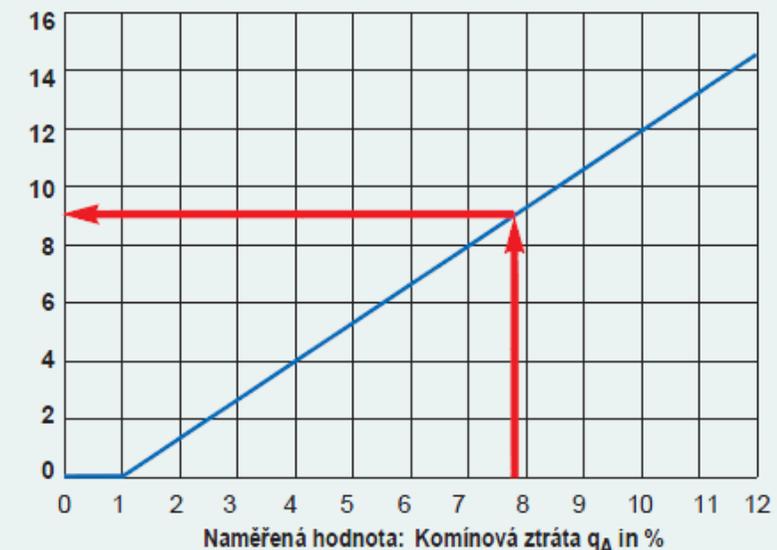
Z grafu odčítame 9 bodov.

Od 10 bodov dochádza k energeticky nehospodárnej prevádzke.

Graf 1: Vyhodnocení kominové ztráty



Graf 1 – Příklad



Straty povrchom - sálaním

Kontrolujú sa všetky prístupné plochy kotla.

- Najskôr sa spočíta plocha všetkých častí v m².
- Potom sa snímačom teploty zmerajú príslušné stredné teploty povrchu a vypočítajú sa straty povrchom q_{st} .

$$q_{st} = \frac{\sum \alpha \cdot A_{diel} \cdot \Delta v_{diel}}{Q'_{kotel}}$$

$$\Delta v_{diel} = v_{diel, str} - v_{kotelňa}$$

- Meranie sa vykonáva za rovnakých prevádzkových podmienok ako pri výpočte komínovej straty.



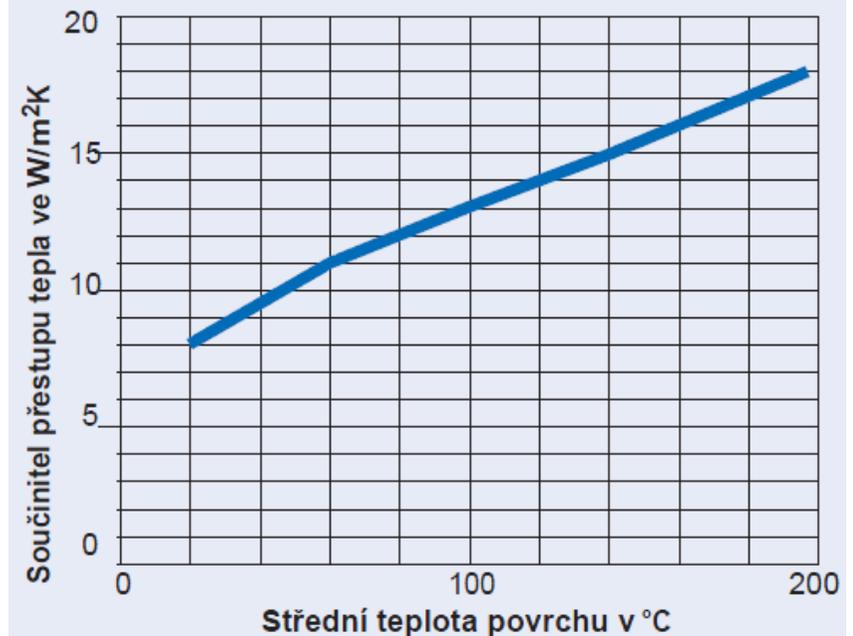
α – súčiniteľ prestupu tepla podľa EN 304:2004-01 alebo: **10 Wm⁻²K⁻¹**

Q'_{kotel} – menovitý výkon kotla

Straty povrchom - sálaním

- **Pre súčiniteľ prešupu tepla α je možné zjednodušene použiť hodnotu $10 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$.**
- Alternatívne je možné hodnotu α určiť podľa teploty z **grafu 2** (podľa EN 304:2004-01).
- **Výrazné odchýlky od paušálnej hodnoty $10 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ nastávajú len pri vysokých teplotách povrchu, ktoré sú len na neizolovaných povrchoch kotlov alebo na dverách spaľovacej komory.**

Graf 2: Stanovení součinitele přestupu tepla α



Straty povrchom - sálaním

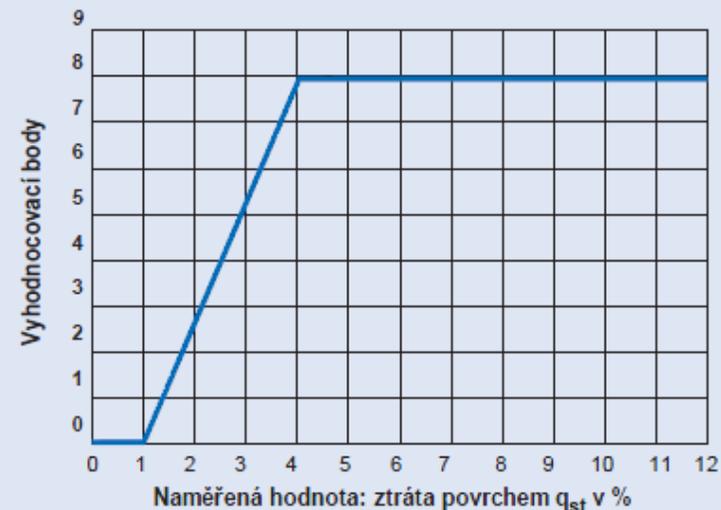
- Z nameraných údajov sa vypočítajú straty povrchom.
- Vyhodnocovacie body sa odčítajú z **grafu 3**.

Príklad:

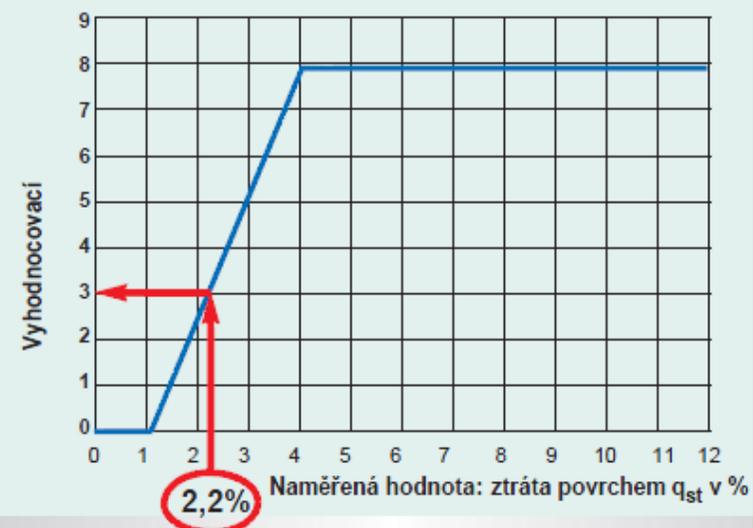
Pre nízkoteplotný kotol (menovitý výkon do 24 kW) v kombinácii so zásobníkom na teplú vodu pod kotlom:

- *teplota vzduchu v kotolni je 11 °C.*
- *stredné teploty povrchov sú od 18 do 24 °C.*
- *rozmery kotla sú (v/š/d): 1 010 mm (vrátane regulácie) /600 mm/768 mm*

graf 3 – vyhodnocení ztráty povrchem



Graf 3 – Příklad



Straty povrchom - sálaním - odporúčania

- Odporúča sa kontrola stredného rozdielu teplôt na začiatku merania (pri teplotnom rozdieli $< 5\text{ K}$ nie je potrebné počítať straty povrchom).
- V tomto prípade sa pridelí **0 bodov**.
- Pokiaľ má kotol iný tvar ako kváder (napr. vyčnieva z neho horák a pod.) mala by byť plocha vhodným spôsobom odhadnutá.
- Nepresný odhad plochy nemusí nutne viesť k nepresnému výsledku, prípadne k iným odporúčaniam pre modernizáciu.



Straty povrchom - sálaním

Na trhu sú dostupné analyzátory, ktoré obsahujú algoritmus pre presný výpočet odpovedajúcej hodnoty q_{st} .

Prístroje priamo zobrazia stratu povrchom a jej príslušné vyhodnocovacie body.



Ventilačná strata

Pre posúdenie ventilačnej straty sa musí merať rýchlosť prúdenia spalín.

Veľmi dôležité je merať prúdenie spalín v jadre. Takéto miesto sa dá nájsť pomocou snímača teploty, pretože teplota je najvyššia práve v jadre spalín.

Na meranie sa využíva sonda diferenčného tlaku a Prandtlová rúrka.

Súčasné nájdenie jadra prúdenia spalín a meranie rýchlosti umožňuje modifikovaná rovná Prandtlová rúrka so snímačom teploty.



Detail meracej sondy pre meranie ventilačnej straty so súčasným nájdením jadra spalín.

Ventilačná strata

Rýchlosť a teplota v strede toku zvyškových spalín v spalinovej ceste sa meria **diferenčným tlakomerom, 30 s po vypnutí horáka.**

Z nameraných hodnôt sa vypočíta ventilačná strata:

$$Q_{LSNorm} = \frac{A_v \cdot v(30s) \cdot \rho_{vzduch} \cdot c_{pl} \cdot (v_{vzduch} - v_{kotelňa})}{Q'_{kotel}} \cdot \frac{273 + v_{vonku SKUT}}{273 + v_{vonku REF}}$$



**Meranie rýchlosti prúdenia
spalín a detail sondy**

Vyhodnotenie ventilačnej straty

Pri výpočte pomocou kalkulačky je možné pre zjednodušenie použiť hustotu vzduchu $1,2 \text{ kg/m}^3$ pri $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Pri výpočte pomocou programu (merací prístroj, PC) by mala byť hustota vzduchu prepočítaná na teplotu v dymovode $\vartheta_{\text{vzduch(Luft)}}$.

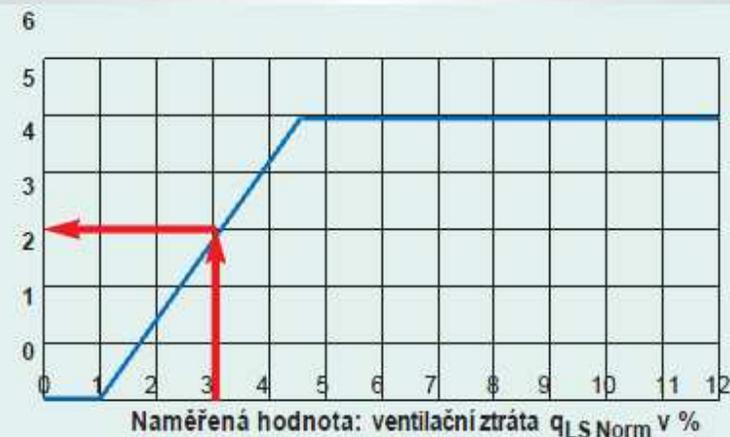
Meracie prístroje s odpovedajúcim softvérom zobrazia ihneď po meraní hodnotu ventilačnej straty q_{LSNorm} , na základe ktorej sa potom z **grafu 4 odčíta počet hodnotiacich bodov**.

Niektoré meracie prístroje zobrazia túto hodnotu priamo.

Graf 4: Vyhodnocení ventilační ztráty



Graf 4 – Příklad



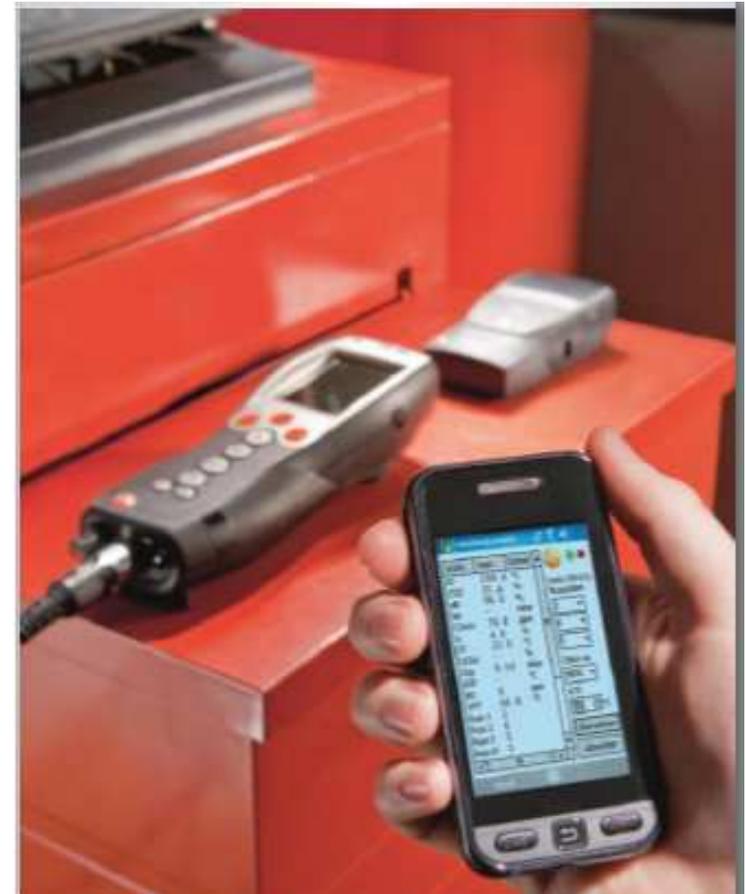
Vyhodnotenie ventilačnej straty - praktické poznámky

U ventilačnej straty sa meria momentálny únik energie v spalinovej ceste 30 s po vypnutí horáka. Aké vysoké sú celkové energetické straty spalinovou cestou pri prerušovanej prevádzke horáka za rok nezávisí len od nameranej momentálnej hodnoty, ale tiež od početnosti spúšťania a vypínania horáka.

Na ročnú ventilačnú stratu majú teda vplyv nasledujúce faktory:

- (pre)dimenzovanie kotla,
- modulačný rozsah kotla,
- tepelná zotrvačnosť kotla a celého systému,
- hmotnostný tok vo vykurovacom okruhu,
- parametre regulácie.

V rámci kontroly vykurovania nie je ale možné tieto vplyvy kvôli obmedzenému času vyhodnotiť.



Zber údajov pomocou PDA

Najvyššia presnosť merania ventilovej straty/teploty/prúdenia

Na meranie malých rýchlostí prúdenia spalín je potrebné používať precízne meranie diferenčného tlaku s automatickým nulovaním.

Na trhu sú sondy, ktoré umožňujú merať diferenčné tlaky v rozsahu:

-150...+150 Pa s presnosťou $\pm 0,3$ Pa a rozlíšením 0,01 Pa.

S takouto sondou je možné merať prúdenie spalín pomocou Prandtlovej rúrky v rozsahu:

0,15...3 m/s a rozlíšením 0,1 m/s.

Pre zníženie drifu nulového bodu od zmien okolitej teploty $< \pm 0,2$ Pa sa využíva automatické nulovanie diferenčného tlaku v intervale 1s.

Najvyššia presnosť merania komínovej straty a tlaku plynu

Precízna sonda diferenčného tlaku umožňuje súčasne:

- analýzu spalín (meranie komínovej straty)
- a meranie komínového ťahu spalín.

Pri optimalizácii spaľovania a nastavovaní maximálnej účinnosti je potrebné:

- zosúladiť množstvo dodávaného paliva do horáka (meraním diferenčného tlaku)
- a súčasne analyzovať spaliny (vyhodnocovať komínovú stratu).

Na trhu sú analyzátory spalín, ktoré umožňujú paralelné meranie tlaku plynu spoločne s analýzou spalín pre optimálne nastavenie spaľovania.



**Súčasná analýza spalín
a meranie tlaku plynu do horáka.**

4 Pa meranie v uzatvorenej miestnosti

Precízna sonda diferenčného tlaku umožňuje navyše:

- vykonať tzv. **4 Pa meranie** (atestované TÜV):

t.j. kontrolu podtlaku v uzatvorenej miestnosti pri súčasnej prevádzke ohniska a odťahového zariadenia, napr. plynová rúra a odsávač pár. V uzatvorenom priestore môže dôjsť k nebezpečnému podtlaku, čo je potrebné kontrolovať, aby nedošlo k zhaseniu plameňa a hromadeniu plynu.

Pomocou sondy sa meria rozdiel tlakov medzi interiérom a vonkajším prostredím. Hadičku možno presunúť cez tesnenie okna, dverí alebo kľúčovú dierku.

Skúška trvá 3 min. pri maximálnom výkone s viacnásobným pootvorením okna (alebo dverí) na 30 - 60 s a opätovným uzatvorením.



Meranie podtlaku v uzatvorenej miestnosti so sondou na nízke tlaky.

Systemové riešenie pri kontrole vykurovania

Komplexná sada na kontrolu vykurovania obsahuje:

- analyzátor spalín,
- sondu na nízke tlaky,
- snímač na meranie povrchovej teploty,
- rovnú Prandtlovu rúrku na meranie rýchlosti prúdenia.

Namerané údaje z analyzátoru sa presunú do notebooku/PC so špeciálnym programom. Po manuálnom zadaní ďalších parametrov sústavy do tohto programu je výsledkom automatické

vyhodnotenie s odporúčaním pre modernizáciu vykurovacieho zariadenia.

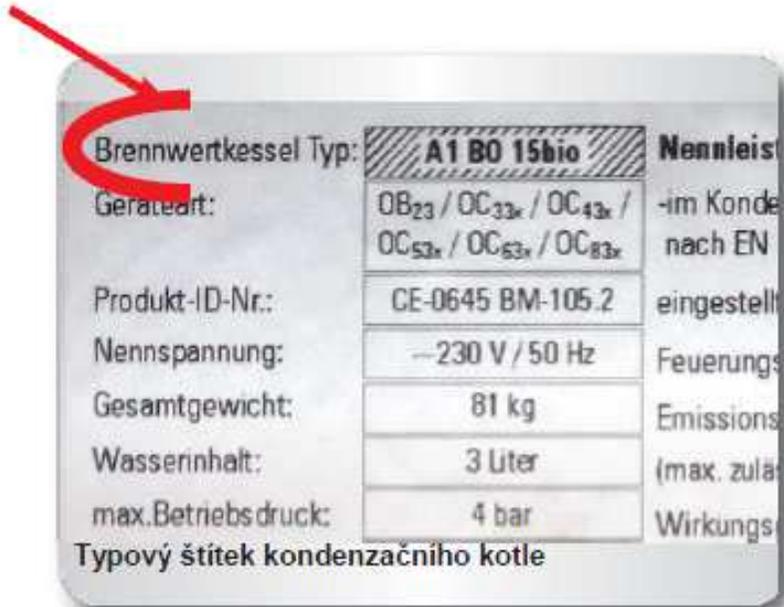


Využitie spalného tepla

Schopnosť kotla využívať spalné teplo sa podľa možnosti zistí kontrolou typového štítku, prípadne z dokumentácie od výrobcu.

Pokiaľ nie sú údaje na typovom štítku použiteľné, je možné vhodnosť kotla pre využitie výhrevnosti overiť nasledujúcim spôsobom:

- Je nainštalovaný odvod kondenzátu?
> Využitie spalného tepla.
- Je nainštalovaný spalínový výmenník?
> Vyššie využitie výhrevnosti alebo aj spalného tepla.



Brennwertkessel Typ:	A1 B0 15bio	Nennleis
Geräteart:	OB ₂₃ / OC _{33x} / OC _{43x} / OC _{53x} / OC _{63x} / OC _{83x}	-im Konde nach EN
Produkt-ID-Nr.:	CE-0645 BM-105.2	eingestell
Nennspannung:	~230 V / 50 Hz	Feuerungs
Gesamtgewicht:	81 kg	Emissions
Wasserinhalt:	3 Liter	(max. zulä
max.Betriebsdruck:	4 bar	Wirkungs

Typový štítek kondenzačného kotla

Typový štítok kotla - možné hodnotenie:

- Kotel nie je vhodný na využitie spalínového tepla **5 b**
- Kotel je vhodný na využitie spalínového tepla **0 b**

Predimenzovanie kotla

Tepelná strata budovy sa porovná s výkonom kotla.

O predimenzovanie sa jedná vtedy, pokiaľ je výkon kotla o viac ako 50 % vyšší než tepelné straty budovy.

V prípade kombinovaných kotlov pre vykurovanie a prípravu teplej vody musí byť výkon najmenej 20 kW.

Kotol sa považuje za predimenzovaný, pokiaľ jeho výkon presahuje vypočítané tepelné straty o viac než 50 % a má nad 30 kW.



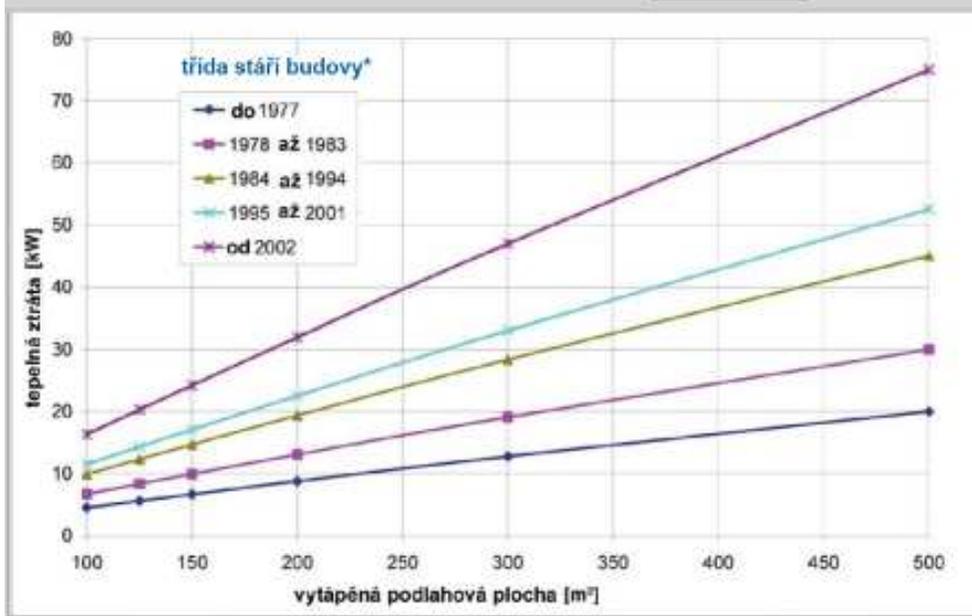
Typový štítok kotla - možné hodnotenie:

- Kotel je predimenzovaný 5 b
- Kotel nie je predimenzovaný 0 b

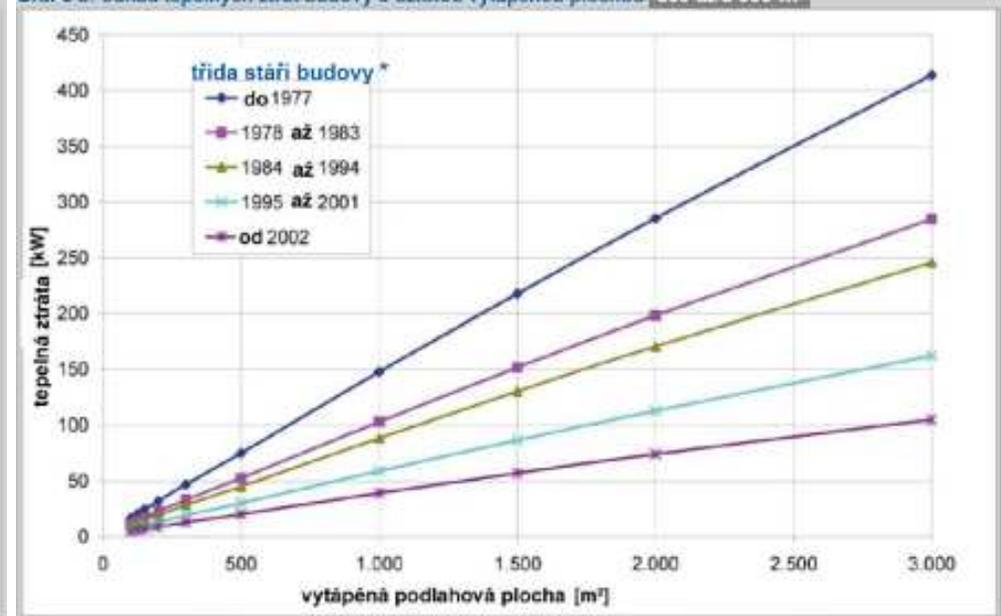
Predimenzovanie kotla

Pokiaľ nie sú známe tepelné straty budovy, je možné ich odhadnúť na základe roka výstavby alebo rekonštrukcie plášťa budovy, ako aj veľkosti vyhrievanej podlahovej plochy, z **grafov 5 a) príp. 5 b)**.

Graf 5a: odhad tepelných ztrát budovy s užitnou vytápěnou plochou 100 až 500 m²



Graf 5 b: odhad tepelných ztrát budovy s užitnou vytápěnou plochou 500 až 3 000 m²



Regulácia

Inšpekcia regulácie sa vykonáva vizuálne.

Možné vyhodnotenie:

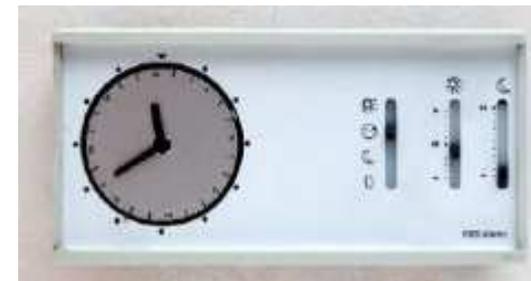
Regulácia podľa teploty kotla:	s kotlovým termostatom / bez regulácie (bez časovo riadenej regulácie)	10 bodov
Regulácia podľa izbovej teploty:	bez časového riadenia	7 bodov
	s časovým riadením	5 bodov
Regulácia podľa vonkajšej teploty:	bez časového riadenia	2 body
	s časovým riadením	0 bodov



Kotol s kotlovým termostatom



Regulačné zariadenie podľa vonkajšej teploty bez časového riadenia



Izbový priestorový termostat s nočným poklesom

Odporúčania pre modernizáciu výroby tepla – zhrnutie

Maximálny celkový počet bodov: 48	Maximálny počet bodov	Odporúčanie
1.1 Komínová strata	15	≥ 10 bodov: údržba, príp. oprava
1.2 Strata povrchom – sálaním	8	≥ 2 body: kontrola izolácie kotla, pri nízkej teplote v kotolni skontrolovať vetranie kotolne
1.3 Ventilačné straty	5	≥ 2 body: kontrola vzduchovej/komínovej klapky
1.4 Využitie spálneho tepla	5	pri výmene kotla inštalovať kondenzačný kotol (v prípade plynového/olejového zariadenia)
1.5 Predimenzovanie kotla	5	
1.6 Regulácia		
Kotlový termostat/ bez regulácie	10	výmena kotla, príp. doplnenie regulácie
Priestorový termostat	5	
Vonkajší termostat	0	

Detailné vyhodnotenie zariadenia - rozvod tepla

Hydraulické nastavenie:

Podľa existujúcich kritérií (napr. existencia nastaviteľných termostatických ventilov alebo dýz pre obmedzenie prietoku na spiatocke, prednastavenie diferenčného tlakového regulátora) sa určí, či je vykurovacie zariadenie hydraulicky nastavené alebo nie.



Kontrola přednastavení termostatického ventilu



Kontrola přednastavení šroubení zpátečky



Regulátor diferenčního tlaku okruhu

Detailné vyhodnotenie zariadenia - rozvod tepla

Obehové čerpadlo:

Údaj o výkone obehového čerpadla (čerpadiel) sa porovná s jeho požadovaným výkonom.

Pokiaľ nie sú k dispozícii projektové údaje (výtláčná výška, objemový prietok), je možné ich odhadnúť pomocou grafickej metódy.



Neregulované obehové čerpadlo



Regulované obehové čerpadlo s nastavovacím kolečkom výtláčnej výšky

Detailné vyhodnotenie zariadenia - rozvod tepla

Tepelné straty na potrubí:

Vyhodnotenie sa vzťahuje predovšetkým na časti potrubí v nevykurovaných miestnostiach (napr. pivnica, podkrovie).

Prebieha vizuálne. Posudzuje sa hrúbka a teplotná vodivosť použitej tepelnej izolácie.

Minimálne požiadavky EnEV na hrúbku izolácie platia pre izoláciu s teplotnou vodivosťou $\lambda = 0,035 \text{ W/m. K}$.

Pre iné vodivosti musia byť uvedené hodnoty odpovedajúcim spôsobom prepočítané.



Kontrola izolace potrubí



Chybějící izolace

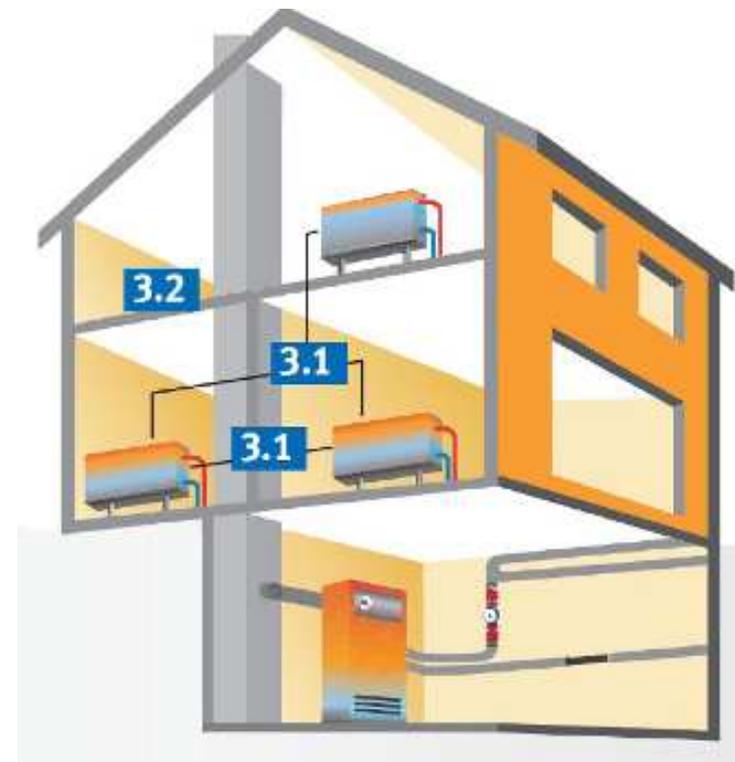
Rozvod tepla - zhrnutie

Maximálny celkový počet bodov: 37	Maximálny počet bodov	Odporúčanie
2.1 Hydraulické nastavenie		
Nerealizované	7	Vykonať hydraulické vyváženie, príp. inštalovať vhodné zariadenie
Realizované	0	
2.2 Obehové čerpadlo		
Neregulované, predimenzované	10	Čerpadlo správne nastaviť alebo vymeniť za regulovateľné s energetickou triedou A
Neregulované, správne dimenzované	5	Príležitostne vymeniť za regulovateľné čerpadlo s energetickou triedou A
Regulované, nastavené veľmi vysoko	5	
Regulované, nastavené správne	0	
2.3 Tepelné straty na potrubí		
Bez izolácie	20	Zaizolovať podľa požiadaviek EnEV
Nedostatočná izolácia	10	Zaizolovať podľa požiadaviek EnEV
Izolácia podľa EnEV	0	

Detailné vyhodnotenie zariadenia – odovzdávanie tepla

Súčasťou inšpekcie je vizuálna kontrola minimálne 3 miestností rôznej veľkosti a použitie s ohľadom na nasledujúce aspekty:

- systém pre odovzdávanie tepla
- regulačné zariadenia pre udržiavanie teploty v miestnostiach.



3.1 Vykurovacie telesá

3.2 Podlahové vykurovanie

Detailné vyhodnotenie zariadenia - odovzdávanie tepla

Vykurovacie telesá :

Je potreba posúdiť celý termostatický ventil, t. j. termostatickú hlavicu i samotný ventil.

Inštaláciou nových radiátorových ventilov sa umožní tiež hydraulické nastavenie.



Moderní termostatické regulátory s individuálním časovým programem

Detailné vyhodnotenie zariadenia - odovzdávanie tepla

Podlahové vykurovanie:

Vyhodnotenie regulačných zariadení podlahového vykurovania sa vykonáva analogicky ako u vykurovacích telies.



Neregulované topné okruhy



Regulované topné okruhy – podlahové topení

Odovzdávanie tepla - zhrnutie

Maximálny počet celkových bodov: 15	Maximálny počet bodov	Odporúčanie
3.1 Vykurovacie teleso		
Ručné koliesko	15	Výmena za termostatické ventily s obmedzením prietoku alebo lepším regulátorom
Termostatická hlavica bez označenia	10	Výmena za termostatické ventily s obmedzením prietoku alebo lepším regulátorom
Staré termostatické hlavice	6	Výmena za termostatické ventily s obmedzením prietoku alebo lepším regulátorom
Nové termostatické hlavice	2	
Regulátor s časovým programom	0	
3.2 Podlahové vykurovanie		
Ručný ventil	15	Výmena za priestorový termostat, príp. s časovým programom
Priestorová regulácia v miestnosti	3	
Priestorová regulácia v miestnosti s časovým programom	0	

Správa o vykonanej inšpekcii kontroly vykurovania



Zpráva o provedené inspekci kontroly vytápění

1

Inspekce kotlů topných systémů DIN 4792 (EN 15378)

Provedl	Den inspekce 20.08.2011
Adresa provozovatele / majitele Testo, s.r.o. Jinonická 80 158 00 Praha 5 +420 603 145 181	Provozovatel / místo instalace zařízení BP Košíře MD Jinonická 80 158 00 Praha 5

Údaje o vytápěné budově

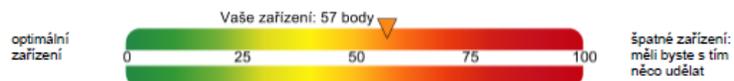
Rok výstavby	1992	Vytápěná podlahová plocha	115 m ²
Standard izolace (třída stáří budovy)	1984 - 1994	Tepelné ztráty	11 kW
		Druh budovy	Jednogenerační rodinný dům

Kotel

Výroba, typ, provedení	ABC, KK, 1234, 1992	Způsob provozování	nezávislý na vzduchu z místnosti
Palivo	Zemní plyn	Druh zařízení	s TUV
Jmenovitý topný výkon	kW		
Druh hořáku	Kotel centrálního vytápění		

Vyhodnocení topného systému

Výroba tepla	15 Body (max. 48 bodů)
Rozvod tepla	27 Body (max. 37 bodů)
Předání tepla	15 Body (max. 15 bodů)
Dohromady	57 Body (max. 100 bodů)



Datum

Podpis

Prevádzkové hodnotenie energetickej hospodárnosti budov

Na výpočet energetickej hospodárnosti budovy sa používajú tieto hodnotenia:

- a) projektové hodnotenie,
- b) normalizované hodnotenie,
- c) prevádzkové hodnotenie.

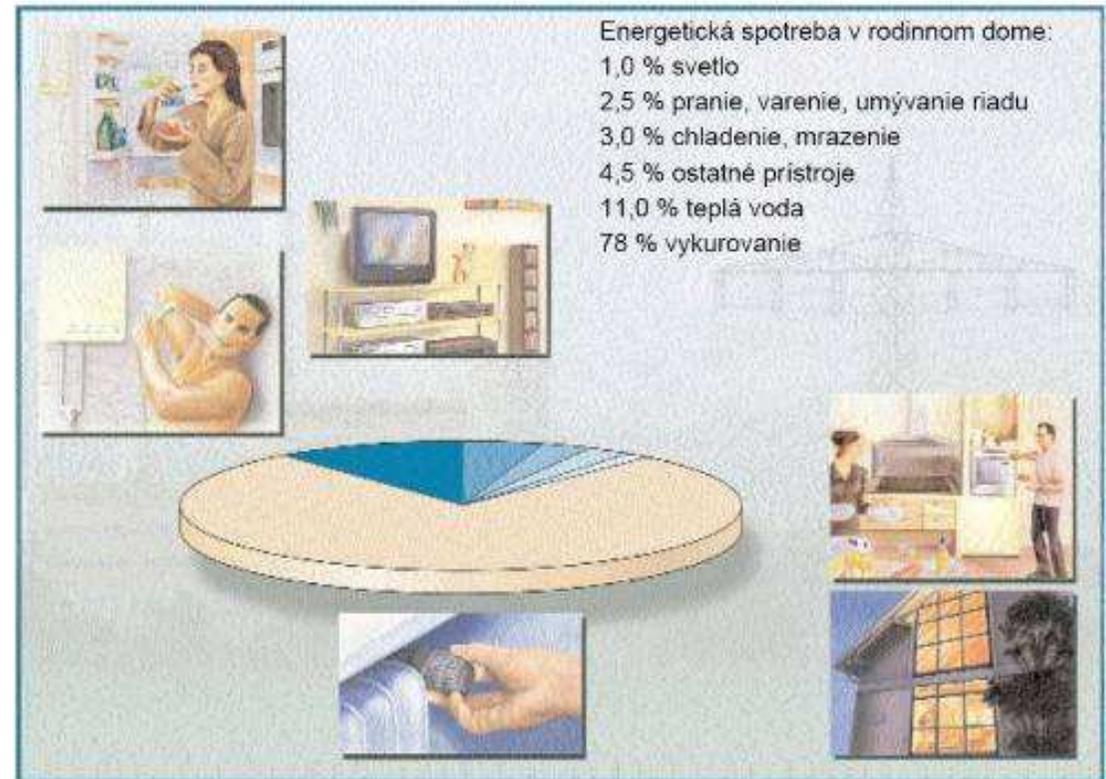
- Normalizovaným hodnotením je určovanie potreby energie v budove s použitím normalizovaných vstupných údajov.
- **Prevádzkovým hodnotením je určovanie skutočnej spotreby energie v budove meraním.**

Energetický monitor

Výskumy potvrdzujú, že cca 78 % celkovej spotreby energie v dome tvorí vykurovanie.

Dlhú dobu bola stredom pozornosti sanačných opatrení tepelná izolácia budovy.

Je však známe, že predovšetkým zdokonaleným a optimalizovaným nastavením vykurovacej sústavy a jej pomerových podmienok je možno nájsť významné potenciály úspor bez veľkých investičných nákladov.



Zdroj: DENA Deutsche Energie-Agentur, www.thema-energie.de

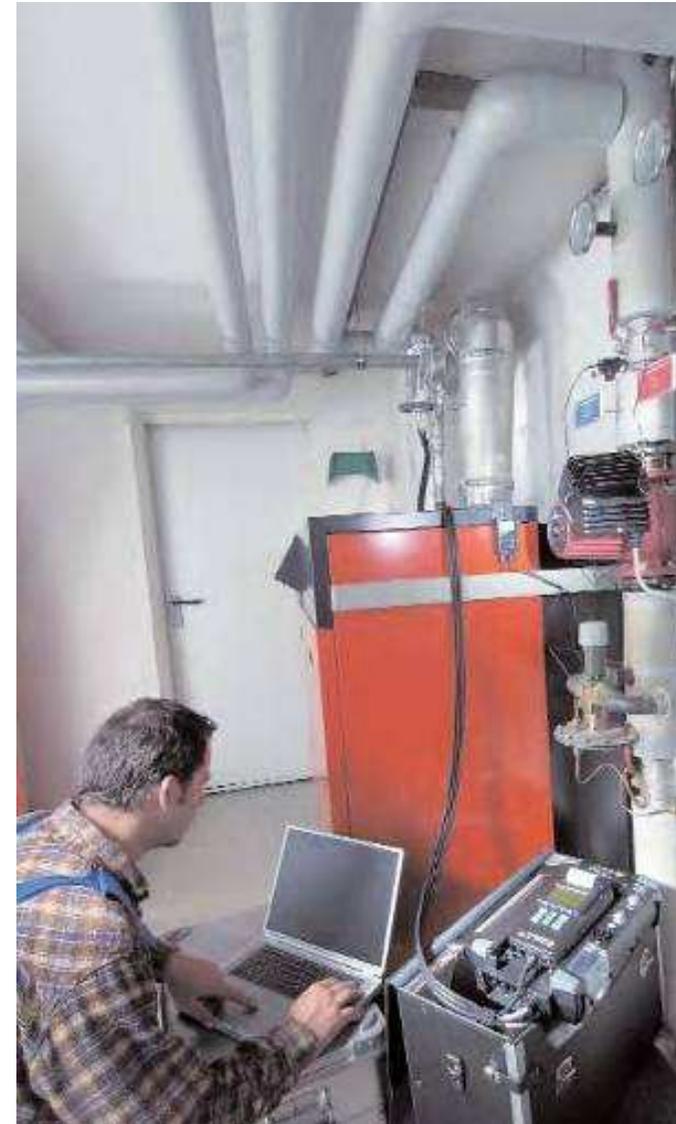
Energetický monitor

Pomoc pri optimálnej údržbe a nastavení vykurovacích sústav by mala byť založená na konkrétnych nameraných hodnotách.

Priebeh energetického monitoringu

Základom tohto merania je vykurovací systém. Meranie sa realizuje v nasledujúcich po sebe idúcich krokoch:

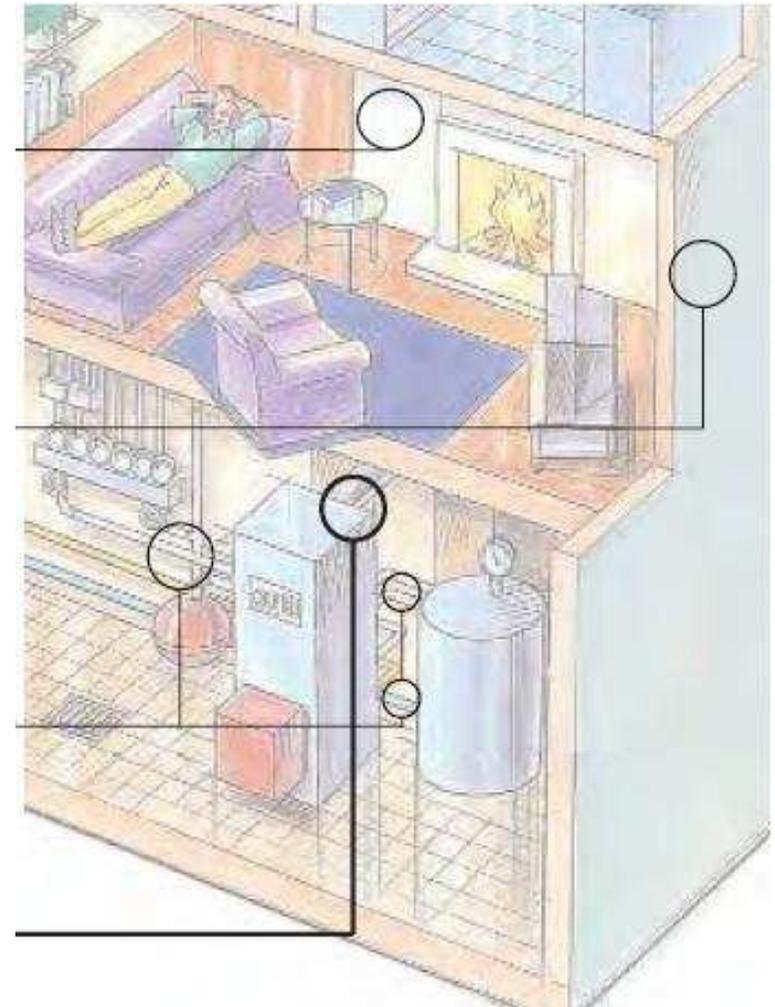
- Zistenie energeticky rozhodujúcich údajov o budove a vykurovacom zariadení pomocou údajového formulára.
- Montáž a inštalácia jednotlivých záznamníkov vykonaná odborníkom.
- Vlastné zaznamenávanie rôznych meraných veličín pomocou energetického monitora po dobu definovaného časového úseku 24 hodín.



Energetický monitor

Merajú sa nasledujúce veličiny:

Teplota v miestnosti	°C
Vlhkosť v miestnosti	% r.v.
Vonkajšia teplota	°C
Teplota vody na vstupe do kotla	°C
Teplota vody na výstupe z kotla	°C
Teplota vykurovacej vody	°C
Teplota spiatočky	°C
Tepl. vody na vstupe zásobníka	°C
Tepl. vody na výstupe zásobníka	°C
Obsah O ₂ v spalinách	%
Obsah CO v spalinách	ppm
Teplota nasávacieho vzduchu	°C
Teplota spalín	°C



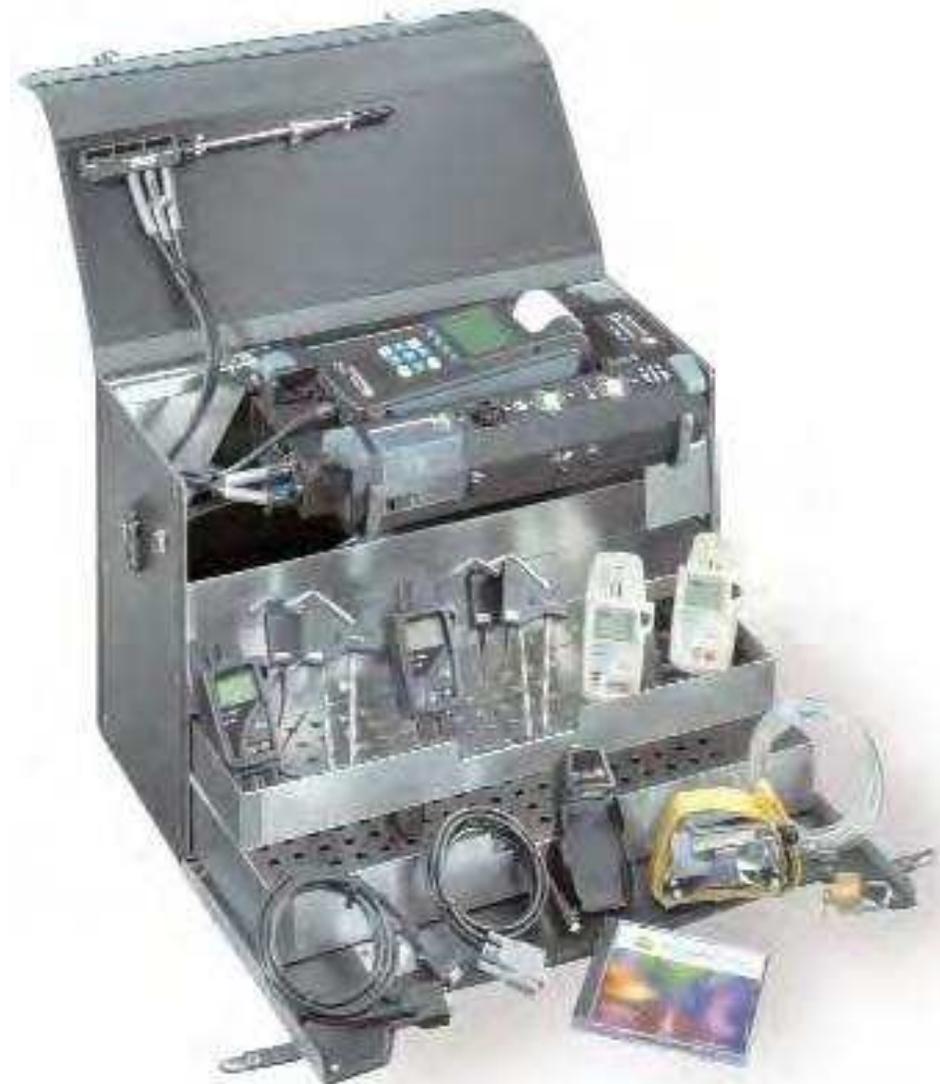
Po zaznamenaní hodnôt sa vykoná vyhodnotenie údajov odborníkom. Ten určí, aký výkon horáka má byť nastavený a určí systémom podmienený potenciál úspor.

Energetický monitor

Veličiny sa merajú pomocou:

- záznamníkov teploty a vlhkosti v interiéri a exteriéri,
- záznamníkov na výstupe a vstupe do kotla
- záznamníkov na výstupe a vstupe do zásobníka vody

Navyše sa analyzátorom spalín vykoná komplexné meranie účinnosti a komínovej straty kotla.



Energetický monitor

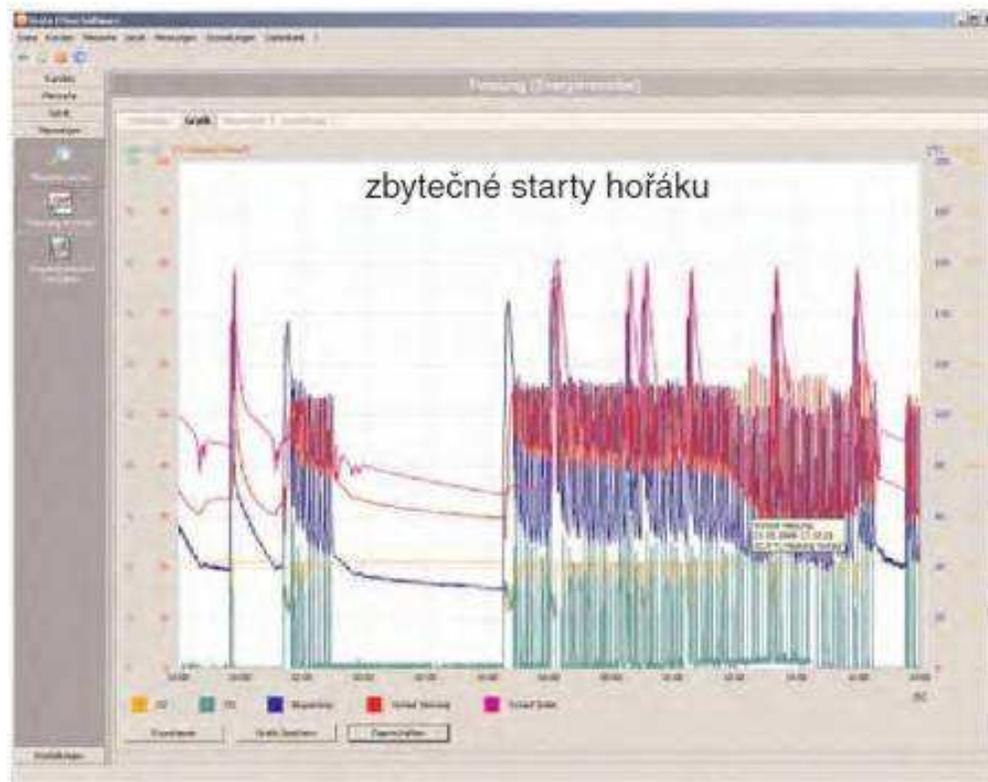
Vyhodnotenie obsahuje:

- Strednú účinnosť / komínovú stratu v % za časový úsek merania
- Stupeň využitia v % za časový úsek merania
- Požiadavky na teplo pre vykurovanie a teplú vodu / rok v kWh
- Maximálne tepelné zaťaženie v kW
- Výkon horáka, aký je potrebné nastaviť v kW
- Potenciál úspor podmienený systémom v kWh

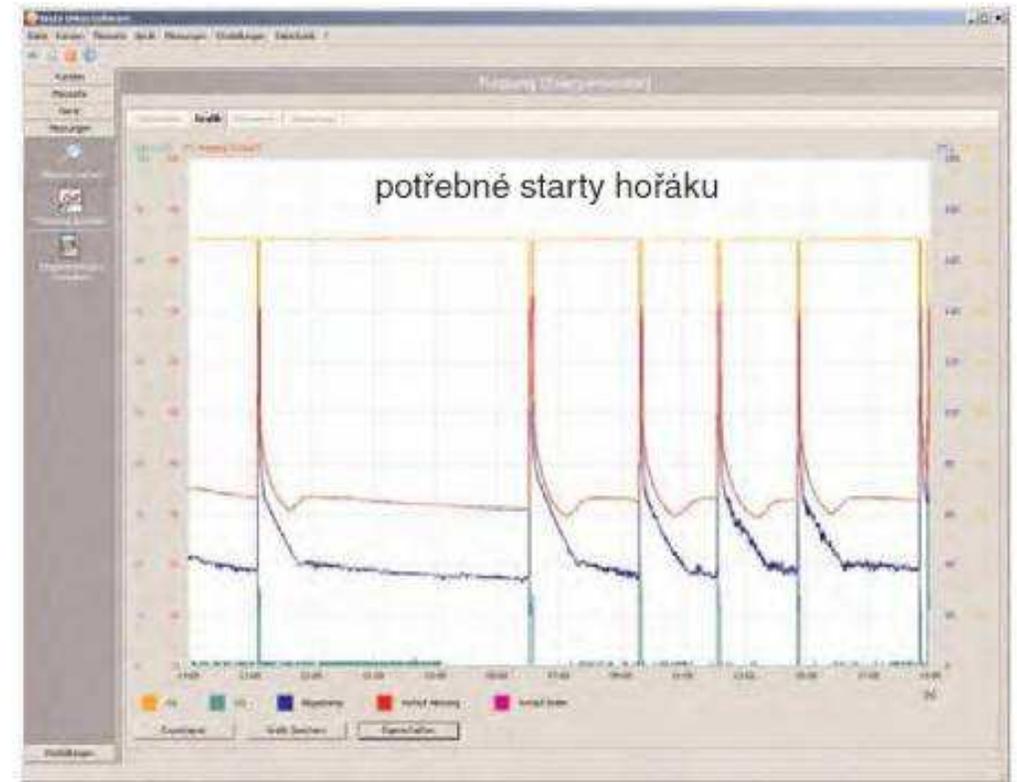
Na časových priebehoch je znázornená optimalizácia nastavenia horáka a regulácia v rodinnom dome, rok výstavby 1997, s max. potrebným tepelným výkonom 8 kW, štandardným kotlom 18 kW a zásobníkom teplej úžitkovej vody o objeme 120 litrov.

Energetický monitor

Meranie je zobrazené graficky, aby bolo možné posudzovať rôzne prevádzkové priebehy vykurovacej sústavy čo najpresnejšie (napr. teploty, cyklovanie kotla, doby zopnutia horáka, hodnoty spalín, atď.).



Firemné nastavenie kotla: plytvanie energiou vďaka vyrobenému, ale nespotrebovanému teplu



Prispôsobenie: nastavenie energie odpovedajúce požiadavkám

Meracie prístroje pre energetický audit budov

**Tepelno-technické posúdenie stavebných konštrukcií, najmä:
tepelné straty a zohľadnenie tepelných mostov, súčiniteľ prechodu
tepla stien, otvorovej a podlahovej konštrukcie.**

Termografia – termografická diagnostika

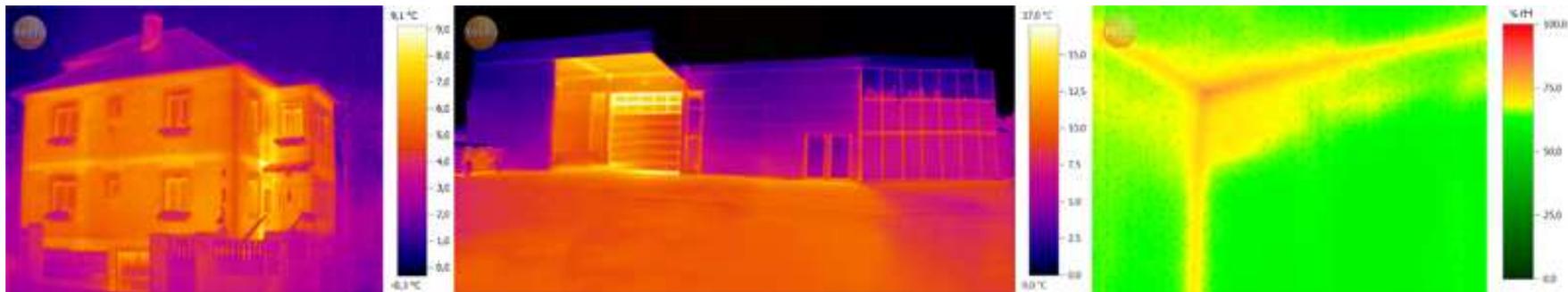
- jeden zo spôsobov bezkontaktného merania rozloženia teplôt na povrchu sledovaných objektov.
- umožňuje ich „vidieť“ bez ohľadu, či sú osvetlené viditeľným svetlom alebo nie.

Pomocou termografie sa zaznamenávajú obrazy v tepelnom (infračervenom) spektre a zobrazujú sa vo viditeľnom spektre, kde sa každej teplote priradí určitá farba.



Termografické meranie v stavebnej termografii

- Rozpoznanie nápadných tepelných mostov
- Hľadanie príčin vzniku plesní
- Kontrola priepustnosti stavby pomocou metódy BlowerDoor® test
- Kontrola kvality plnenia tepelnej izolácie
- Hľadanie únikov rozvodov teplej vody a vykurovania
- Hľadanie príčin prieniku spodnej vody alebo vzliínajúcej pôdnej vlhkosti
- Rozpoznávanie a posudzovanie historických stavebných konštrukcií
- atď.



Požiadavky na termografické kamery pre stavebnú termografiu a hľadanie únikov podľa smernice VATh

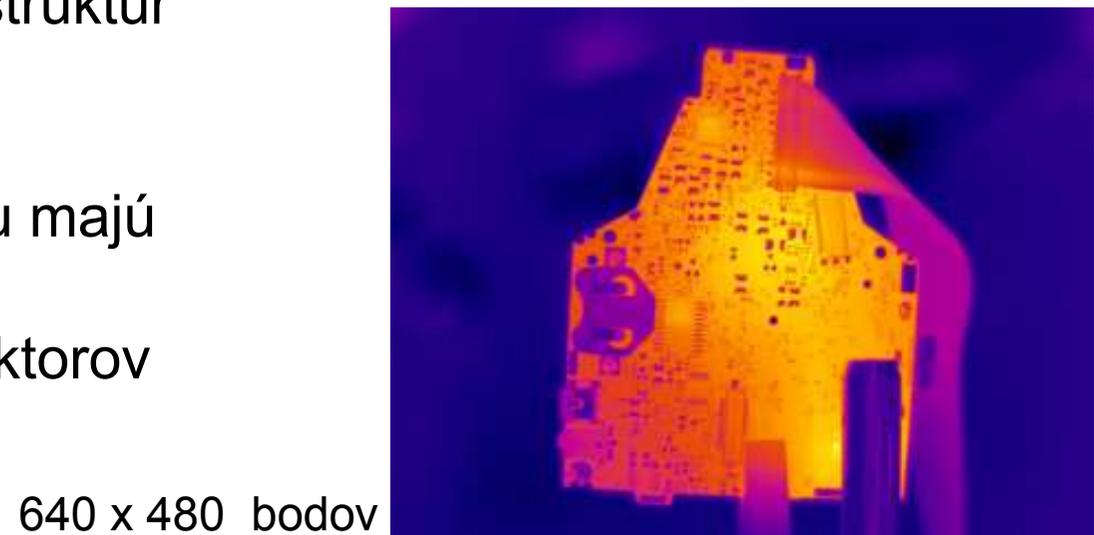
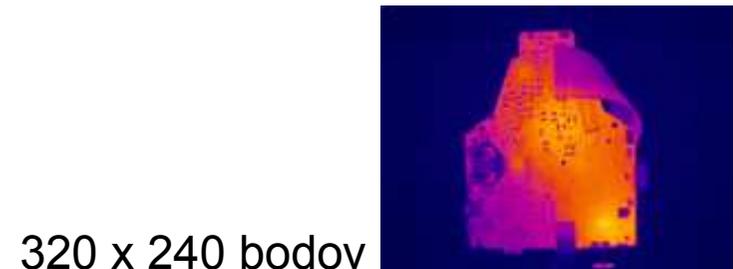
Spektrálny rozsah	Stredno vlnný rozsah (2-5 μm) Dlho vlnný rozsah (8-12 μm)
Merací rozsah teploty	-20 °C ...+100 °C
Prevádzkové teploty	-10 °C+40°C
Objektív	Normálny, širokouhlý, ako aj teleobjektív
Teplotné rozlíšenie	< 100 mK pri 30 °C (odporúčanie je < 60 mK)
Veľkosť reálnej plochy	< 10 x 10 cm
Presnosť merania	2 K ($\pm 2\%$)
Geometrické rozlíšenie detektora	odporúčanie $\geq 320 \times 240$ bodov
Základné funkcie	Presné zadanie stupňa emisivity, ako aj reflektujúcej teploty
Kalibrácia	Externá kalibrácia (podľa požiadavky výrobcu)

Termografická kamera a detektor

Čím je vyššie rozlíšenie detektora termografickej kamery (čím viac meracích bodov detektor má), tým je na termograme viac detailov a objekt sa zobrazuje jasnejšie.

Kvalitné rozlíšenie termogramov je podstatné pre zobrazenie a vyhodnotenie aj najmenších štruktúr na meranom objekte.

Termografické kamery na trhu majú rôzne geometrické rozlíšenie v závislosti od použitých detektorov a optiky.



Termografická kamera a objektívy

Vďaka použitiu niekoľkých objektívov je využitie termografických kamier flexibilnejšie. Sú vhodné pre rozličné úlohy merania.

Dostupné sú termografické kamery, ktoré využívajú objektívy s rozličnými zornými uhlami (FOV), napr.

- teleobjektív so zorným uhlom 25°
- štandardný objektív so zorným uhlom 30°
- širokouhlý objektív so zorným uhlom 42°

Pre meranie na vzdialených objektoch alebo pri presnej analýze aj malých štruktúr je výhodný teleobjektív.



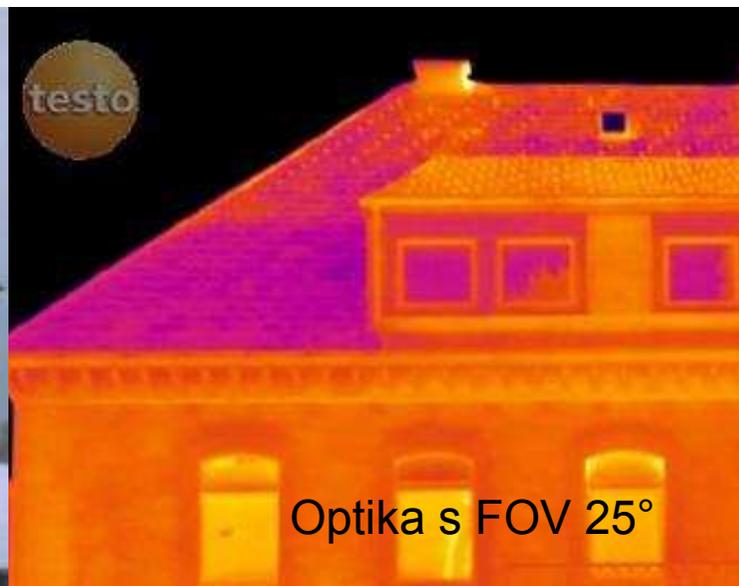
Termografická kamera a objektívy

Porovnanie FOV :

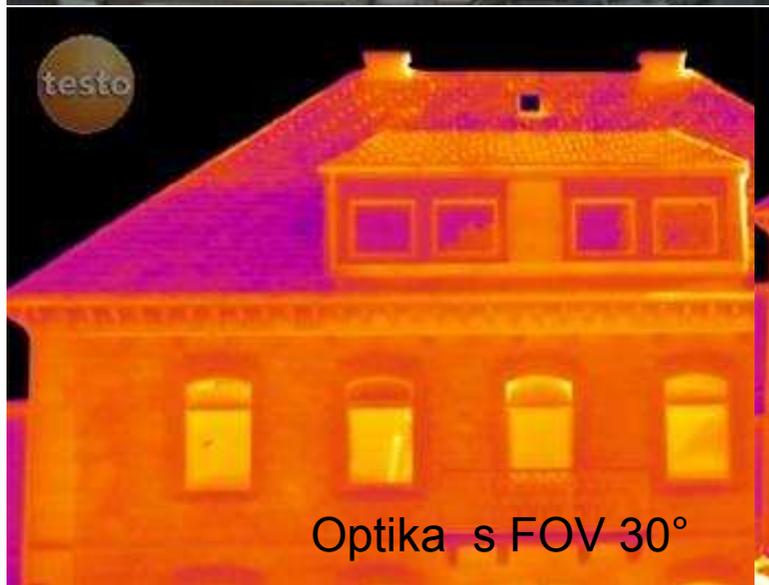
Optika s FOV 25°

Optika s FOV 30°

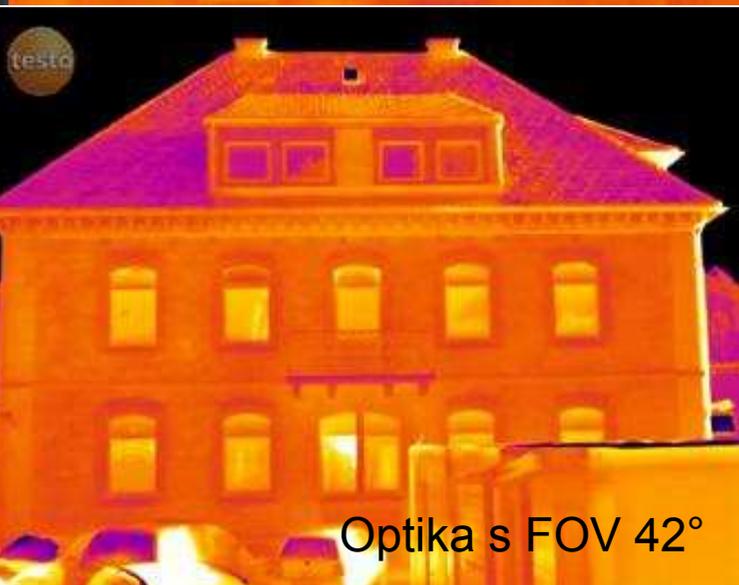
Optika s FOV 42°



Optika s FOV 25°



Optika s FOV 30°



Optika s FOV 42°

Termografická kamera a panoramatický záber

Existujú aj termografické kamery, ktoré umožňujú vytvoriť **panoramatický záber**.

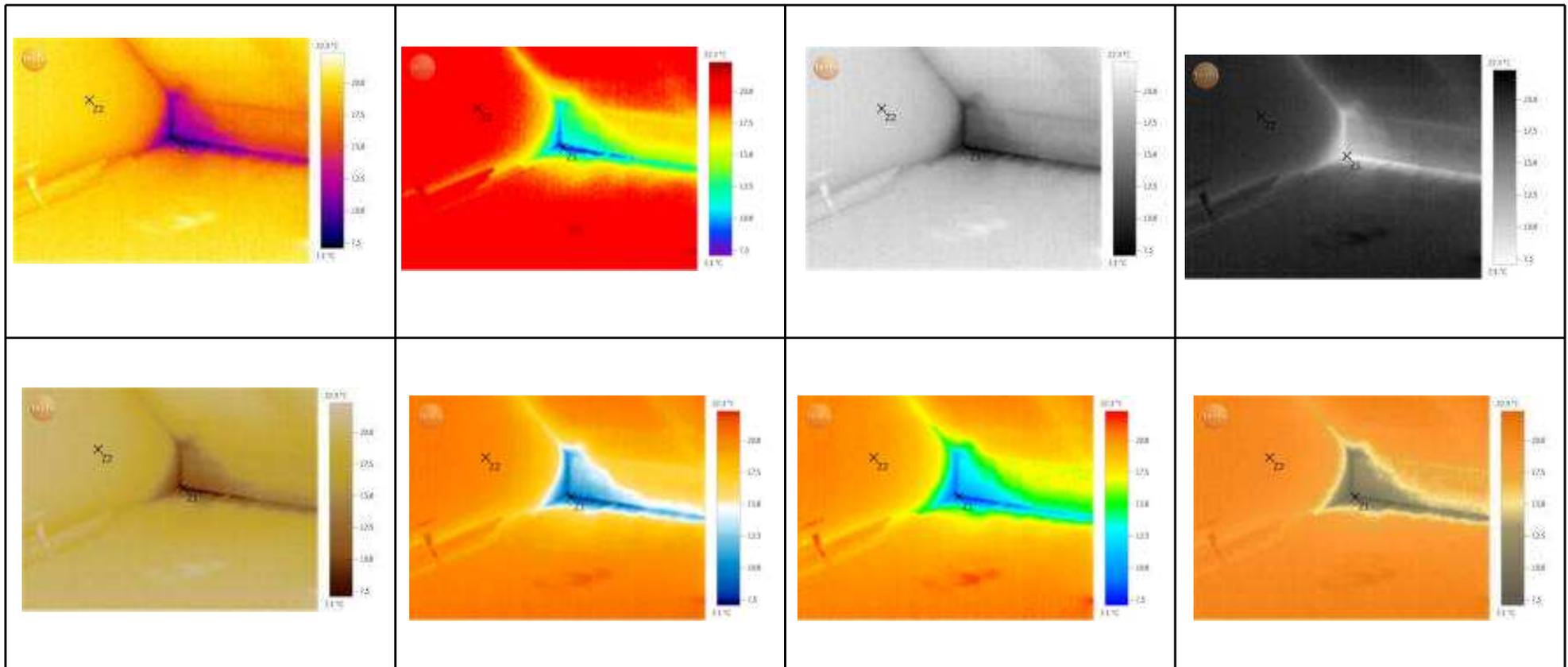
Postačuje len nasnímať termogramy objektu v niekoľkých častiach a asistent panoramatického termogramu urobí jeden celkový termogram.

Funkcia asistenta panorámy umožňuje kontrolovať veľké objekty pri zachovaní všetkých detailov. Je to **efektívny nástroj** pre každodennú prácu, pretože nie je potrebné dlho prezerať samostatné termogramy veľkých objektov.



Termografická kamera a nastavenia

Pre zjednodušenie interpretácie pri určitých podmienkach merania je dobré **meniť ponuku farebnej palety** na displeji.



Termografická kamera a nastavenia

Pre zaistenie **komplexného vyhodnotenia** je vhodné, ak má kamera aj **digitálny fotoaparát**, ako aj **zvukový záznam komentára**.

Zjednodušuje to neskoršiu identifikáciu meraní a uľahčuje prácu pri vypracovávaní protokolov z meraní.

Práve **súčasné snímanie termogramu a fotografie** sa dá efektívne využiť pri vyhodnocovaní snímok **vo funkcii prelínania obrazov** (využívajú sa na to vyhodnocovacie programy s funkciou prelínania).

Ďalšou praktickou funkciou termografických kamier je **záznam zvukového komentára** pomocou zvukovej sady (mikrofón a slúchadlo).



Termografické meranie v stavebnej termografii

Vonkajšia a vnútorná termografia

- Vonkajšia termografia môže byť použitá spravidla len k orientačnému meraniu.
- Pre dosiahnutie výpovedného merania sa musí vykonať aj vnútorné meranie. Veľa tepelných nedostatkov bude diagnostikovaných prvýkrát z vnútorného pohľadu (napr. strecha).
- Preto je veľmi žiaduce vykonať aj meranie vnútorných priestorov.
- Termografia priehradovej konštrukcie bude spravidla viditeľná aj z vonkajšej strany.
- Pri stavbách s prevetrávanou alebo predsadenou fasádou sa ukážu prestupy len pri vnútornej termografii.



Okrajové podmienky pri hľadaní porúch v izolácii

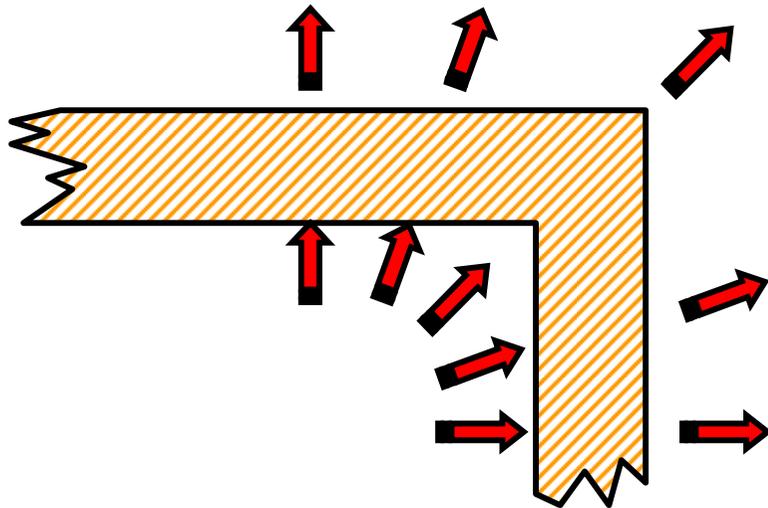
1. Dostatočný teplotný rozdiel - **aspoň 12 hodín pred meraním** (ustálené tepelné toky)
2. Rozdiel teplôt interiér - exteriér **aspoň 8 °C** alebo $3/U$ (°C), kde U je predpokladaný súčiniteľ prechodu tepla meranej konštrukcie*.
 - bežné nezateplené domy (staršie ako 15 rokov) $U > 0,5$
 $\Delta t > 3/0,4 = 6$ (°C)
 - požiadavky u novostavieb podľa EN 73 0540-2 je $U < 0,38$
 $\Delta t > 3/0,38 = 7,9$ (°C)
 - odporúčanie u novostavieb podľa EN 73 0540-2 je $U < 0,25$
 $\Delta t > 3/0,25 = 12$ (°C)
 - nízkoenergetické a pasívne domy $U < 0,15$
 $\Delta t > 3/0,15 = 20$ (°C)

Na **lokalizáciu poškodenej izolácie**, ak nepoznáme U, sa vyžaduje rozdiel teplôt **$\Delta t \geq 15$ °C.**

* Ing. Viktor Zwiener, Ph.D., www.diagnostikastaveb.cz

Tepelné mosty v stavbách

- Rozpoznanie nápadných tepelných mostov

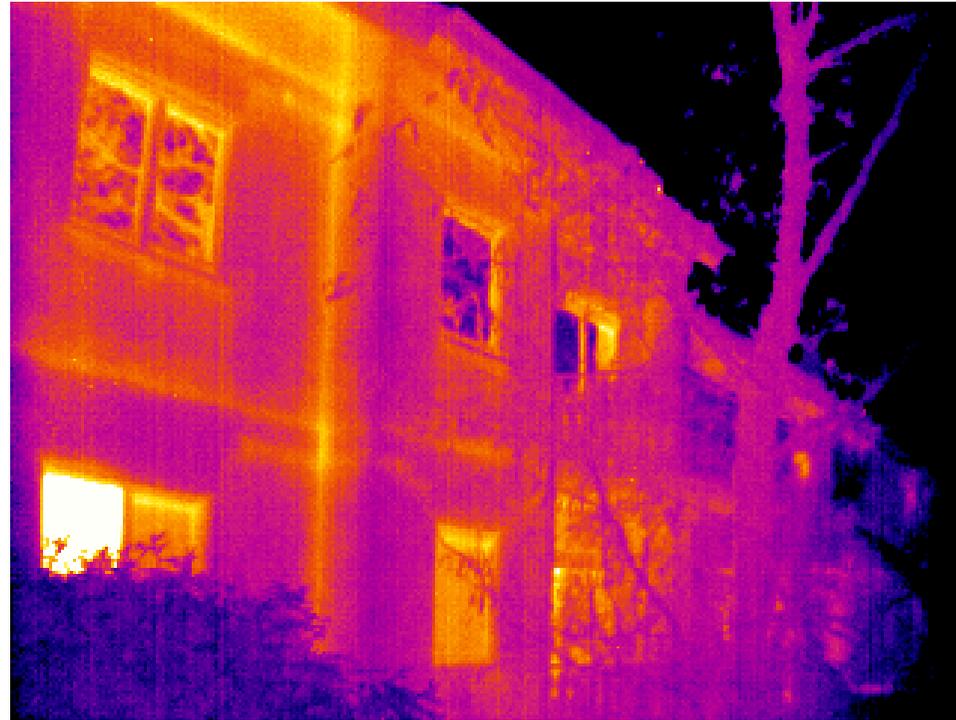
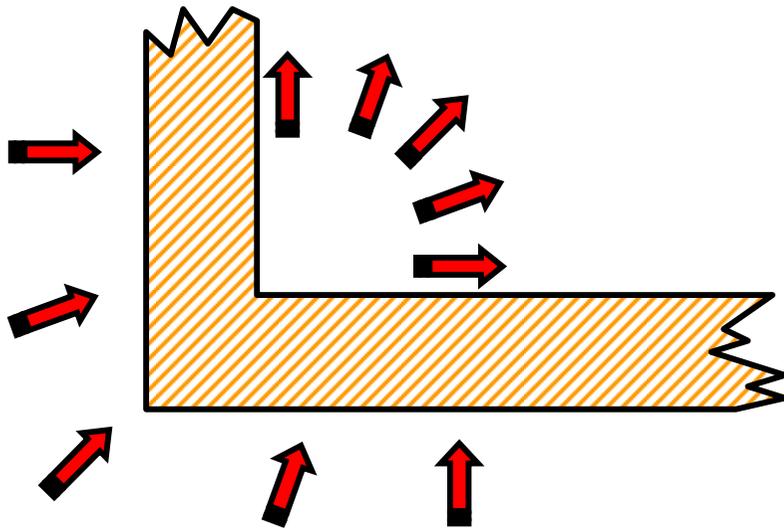


Tepelné mosty ovplyvnené geometriou stavby

Napr. rohy miestnosti majú menšiu vstupnú plochu A_i na strane interiéru oproti oveľa väčšej ploche steny v exteriéri A_e . To spôsobuje oveľa väčší tepelný tok v rohu.

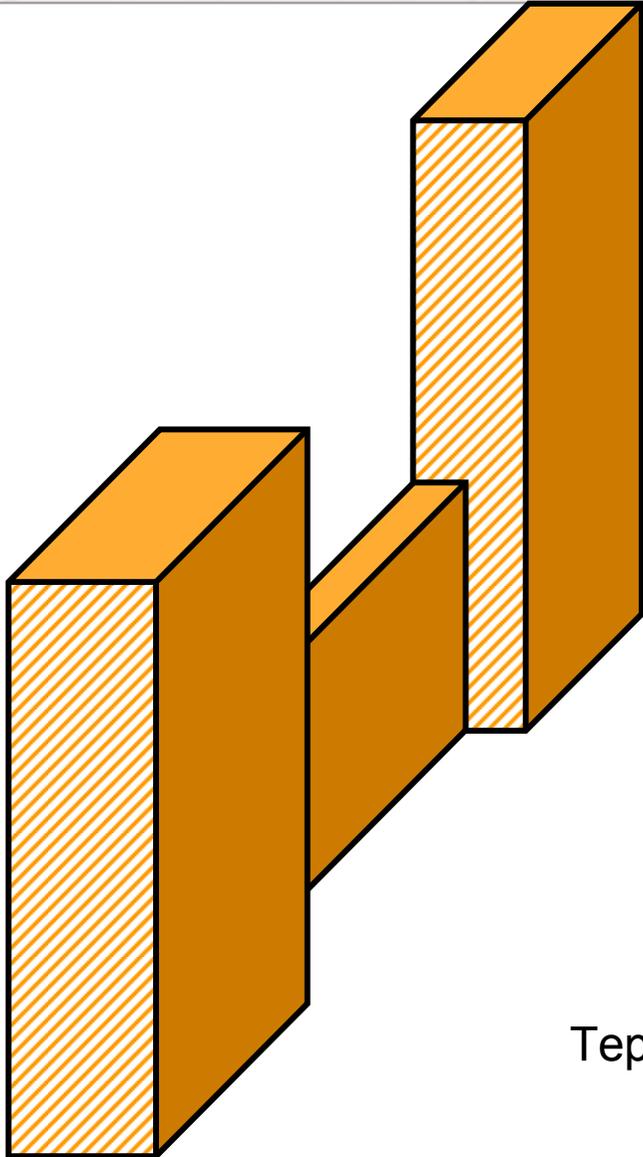
Tepelné mosty v stavbách

- Rozpoznanie nápadných tepelných mostov

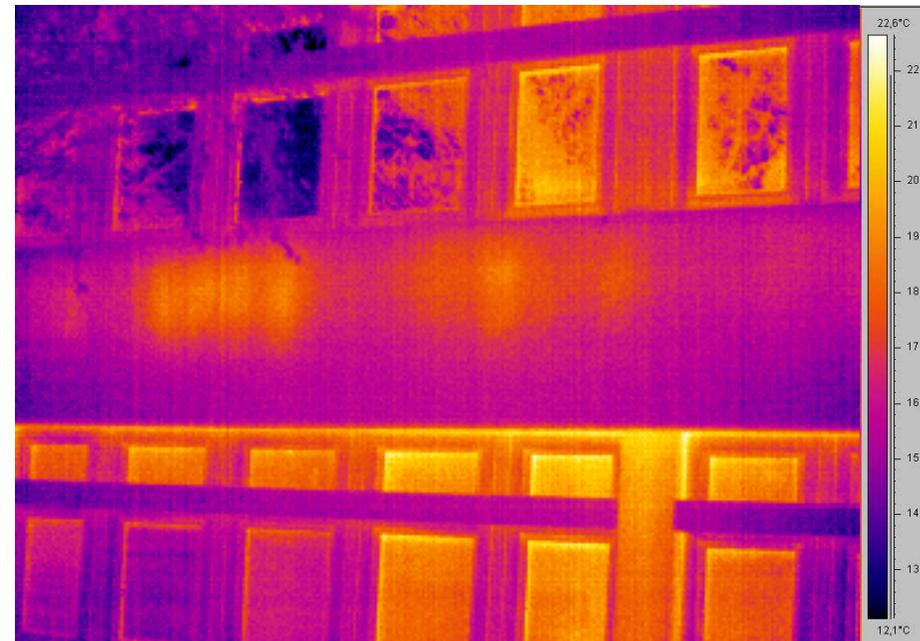


Tepelné mosty ovplyvnené geometriou stavby,
napr. rohy miestností.

Tepelné mosty v stavbách



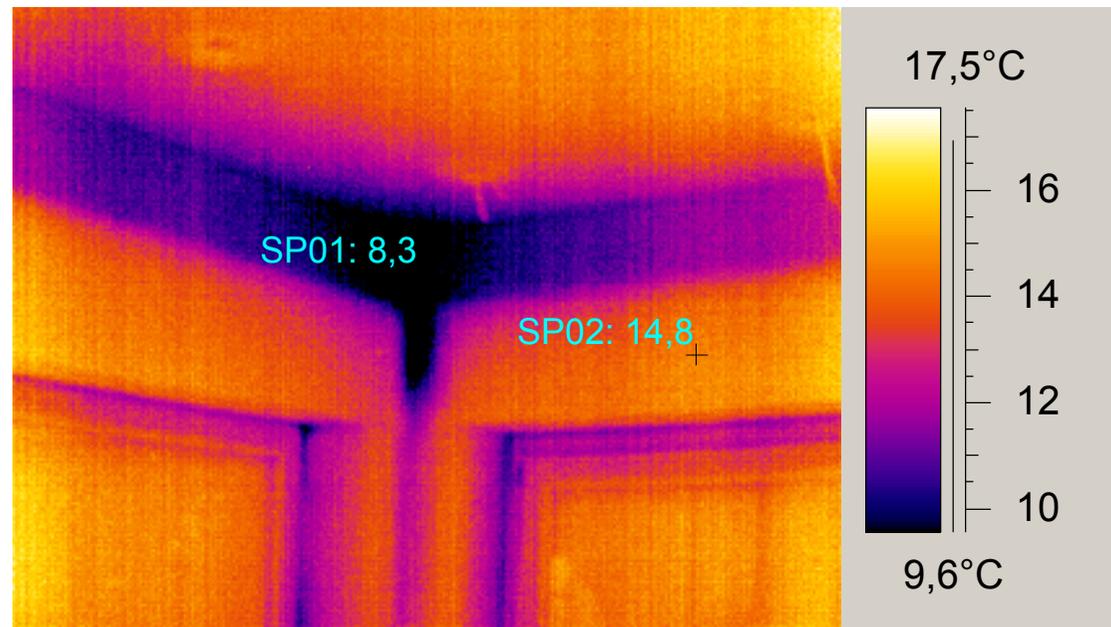
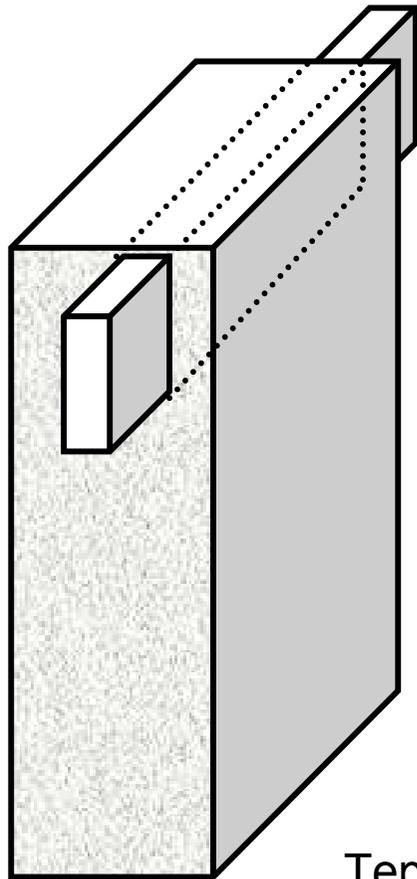
- Rozpoznanie nápadných tepelných mostov



Tepelné mosty ovplyvnené geometriou stavby,
napr. výklenky výhrevných telies.

Tepelné mosty v stavbách

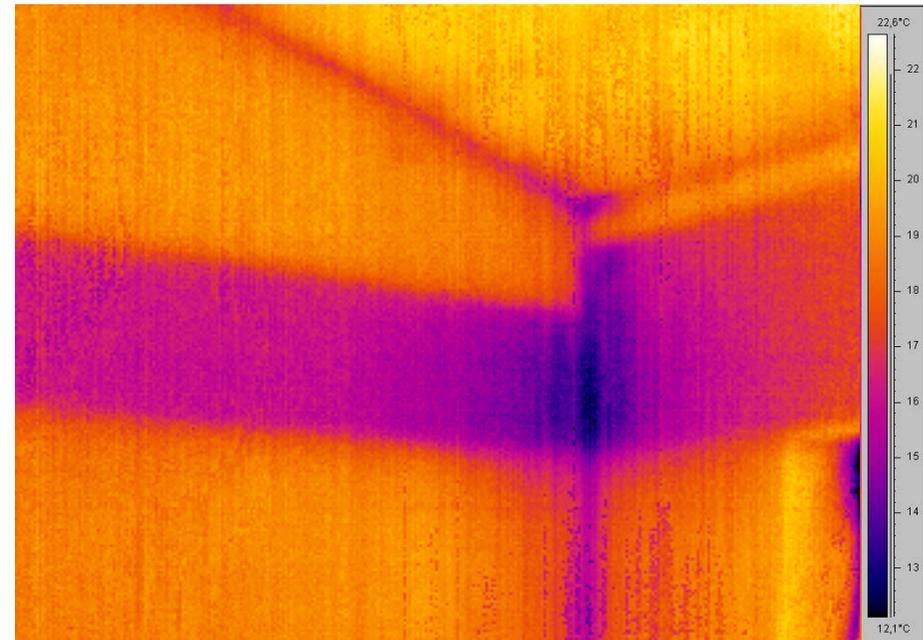
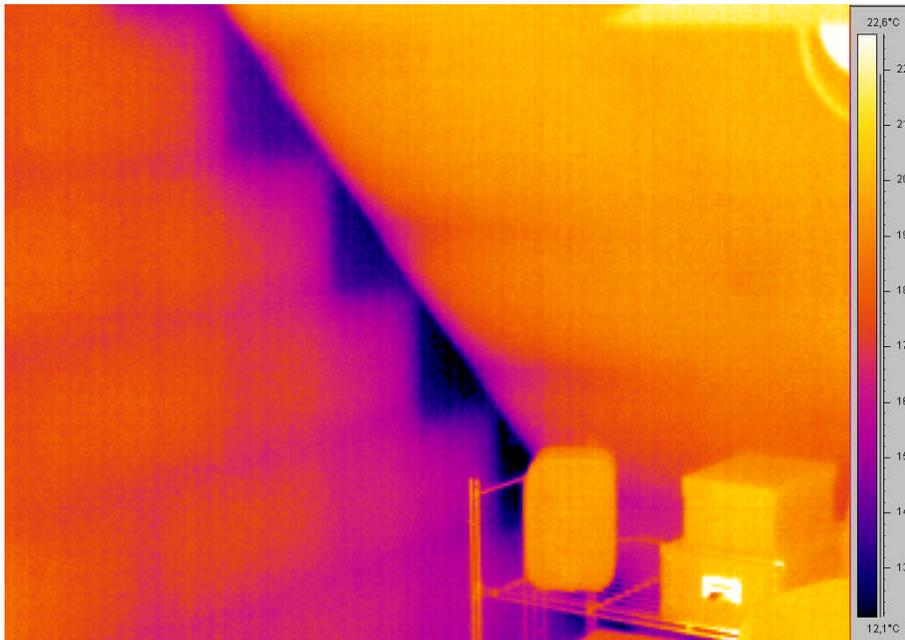
- Rozpoznanie nápadných tepelných mostov



Tepelné mosty ovplyvnené geometriou stavby,
napr. preklady a kotvy.

Tepelné mosty v stavbách

- Rozpoznanie nápadných tepelných mostov



Profesionálne termografické kamery



Vstup do profesionálnej termografie

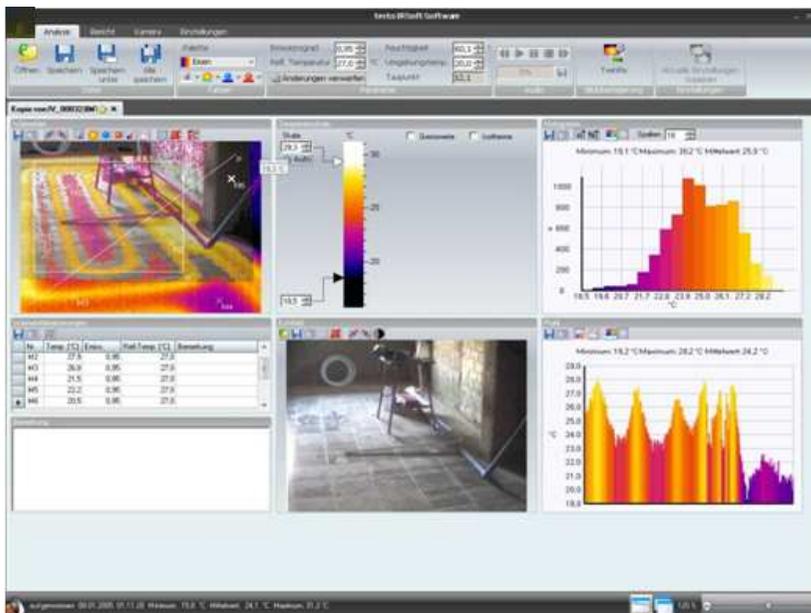
1. Veľkosť detektora 160 x 120 bodov
2. Technológia na zvýšenie rozlíšenia na 320 x 240 bodov
3. Teplotná citlivosť < 80 mK / < 50 mK
4. Integrovaný digitálny fotoaparát s LED svetlom
5. Automatické rozpoznanie najteplejšieho/najchladnejšieho bodu
6. Solárny režim
7. Špeciálny režim merania s detekciou oblastí s rizikom tvorby plesní
8. Teleobjektív
9. Funkcie izotermy
10. Záznam komentátorov
11. Meranie vysokých teplôt do + 550°C

Jednoduchá tvorba termografických správ

Program na vyhodnotenie termogramov - všetky informácie na prvý pohľad

Moderné vyhodnocovacie programy termogramov majú:

- Asistenta tvorby správy, ktorý vedie používateľa pri tvorbe jasnej a zrozumiteľnej správy.
- Viaceré typy šablón – od krátkej až po úplnú dokumentáciu.
- Špeciálne šablóny pre analýzu plášťa budov a ich tepelných mostov v súlade s normou STN EN 13187
- Je možné otvoriť viac termogramov, analyzovať ich paralelne a navzájom.
- Funkcia prelínania zvyšuje orientáciu v obrazoch a pri presnej lokalizácii poškodenej plochy
- Nastavené zmeny termogramov sa môžu jednoducho kopírovať na všetky otvorené termogramy.



Termografické meranie v stavebnej termografii

Prídavné meranie

- Okrem vlastných termogramov sa vykonáva veľké množstvo meraní doplnkových veličín.
- Dôležité je zaznamenať vonkajšiu a vnútornú teplotu, v niektorých prípadoch povrchové teploty, rýchlosť prúdenia vetra, tlak vzduchu, príp. tlakovú diferenciu.
- V prípade určitých okolností sú nasadené aj ďalšie meracie a skúšobné metódy, napr. meranie pri **BlowerDoor teste** - skúške priepustnosti stavby.

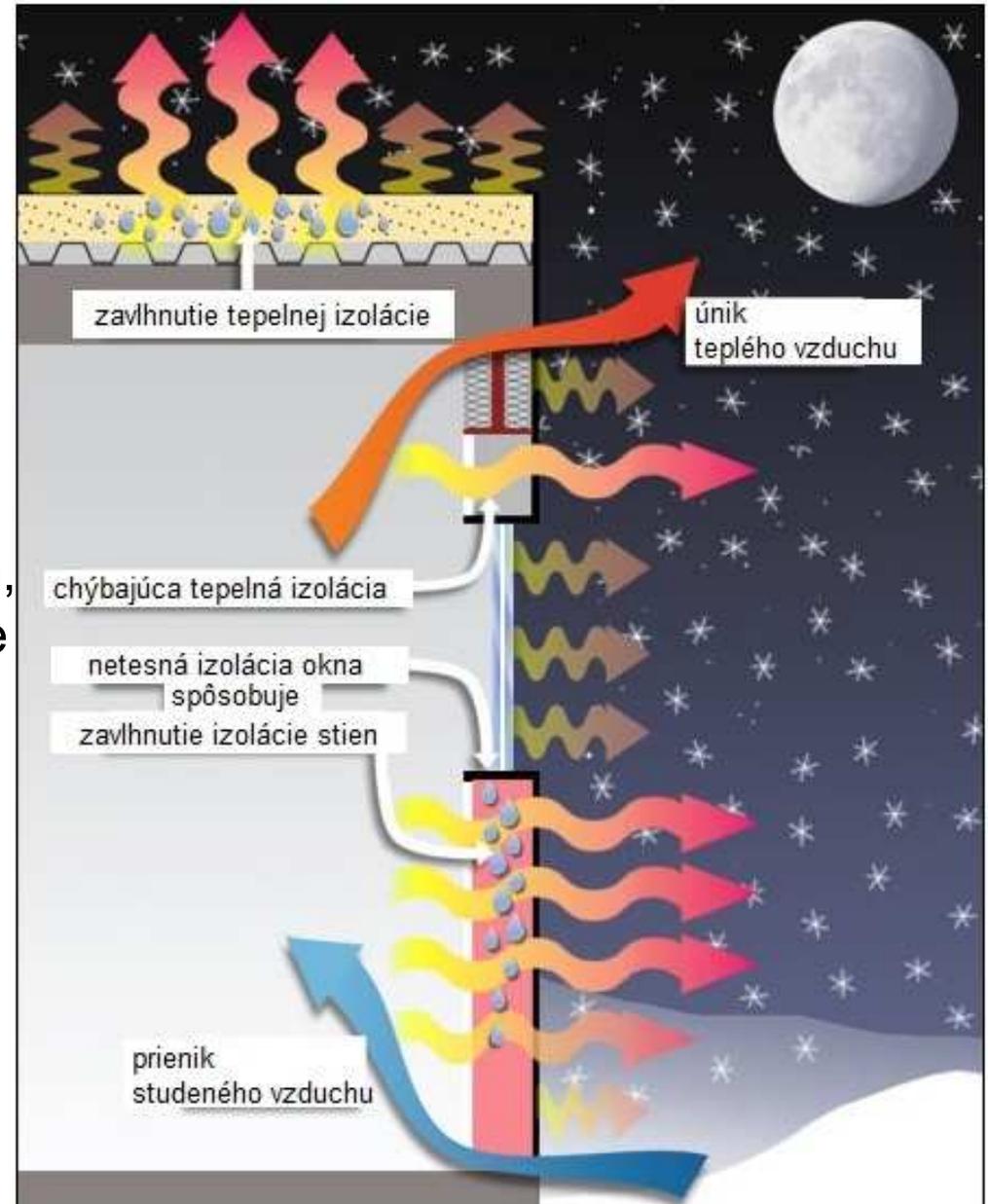


Nežiaduce netesnosti v konštrukciách

Nežiaduce netesnosti v konštrukciách môžu spôsobovať:

- straty tepla nekontrolovanou ventiláciou,
- nedostatočnosť vykúrenia,
- prievany,
- rosenie povrchov ochladených studeným vzduchom,
- možný rast plesní na vnútorných povrchoch,
- kondenzáciu vodných pár vnútri konštrukcie obálky budovy a
- stratu izolačných schopností tepelnoizolačných materiálov.

Jediným spôsobom ako zaistiť nepriepustnosť stavby je dôkladné vzduchotesné vyhotovenie konštrukcie na interiérovej strane.



BlowerDoor test

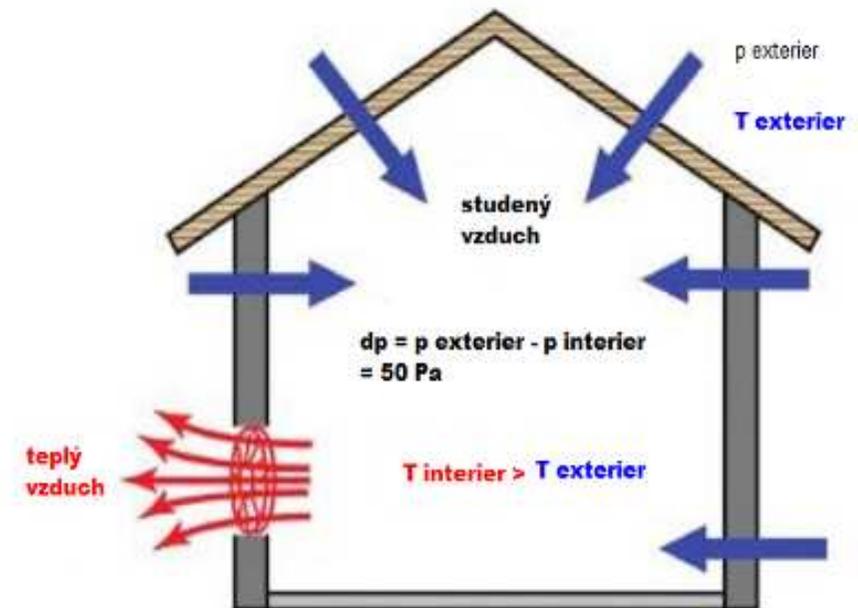
Na odhalenie **vzduchovej priepustnosti** obvodového plášťa budovy je potrebné vytvoriť tlakový rozdiel medzi interiérom a exteriérom, aby sa mohli netesnosti prejavíť.

Uvedená metodika sa v zahraničí nazýva **BlowerDoor test**.

Pre vytvorenie tlakovej diferencie sa používajú veľkopriemerové ventilátory s riadenými otáčkami (výkonom), ktoré sú inštalované do stavebného otvoru (dverí alebo okna).

Hodnota **priepustnosti n_{50}** určuje, koľko krát sa v budove vymení vzduch počas jednej hodiny, ak na obvodovú konštrukciu z vnútra alebo zvonku pôsobí tlakový rozdiel

$\Delta p = 50 \text{ Pa}$.



Posúdenie netesností pomocou anemometrov

Na posúdenie miery netesnosti je výhodné použiť anemometer. Vhodné sú len termické anemometre s **vyhrievanou guličkou alebo vláknom**.

Okrem rýchlosti prúdenia merajú aj ďalší cenný parameter - teplotu okolitého vzduchu.

Anemometer možno používať celoročne.

Keďže sa jedná o elektronický prístroj, umožňuje aj záznam a dokumentáciu.



Posúdenie netesností pomocou anemometrov

Nevýhodou je, že umožňuje len lokálnu kontrolu.

Pri meraní je potrebné **vylúčiť priamy kontakt** s pevnými materiálmi, pretože vyhrievaná guľička môže vychladnúť a nesprávne zmerať väčšiu rýchlosť prúdenia.

Rovnako by sa nemala predná časť sondy **prikladať k ruke**, pretože tam je miesto, kde sa nachádza snímač teploty okolia pre porovnávacie merania.

Podmienky pre meranie sú dôležité z toho dôvodu, aby sa mohli výsledky merania správne interpretovať.



Moderné termické anemometre

- Termické sondy



Meranie rýchlosti prúdenia

Termické anemometre a teplomery

- Presné určenie prietoku a priame zobrazenie na displeji
- Pre meranie aj v kanáloch
- Teleskopické sondy
- Stredná hodnota časová alebo bodová
- Zobrazenie max-, min-, funkcia HOLD
- Pamäť a dlhodobé meranie
- Prenos údajov do PC

Posúdenie netesností pomocou termografickej kamery

Ak sa na lokalizáciu netesností použije **termografická kamera** a na meranie rýchlosti prúdenia vzduchu **anemometer**, výsledky možno zaznamenať a použiť na dokumentáciu.

Použitím termografickej kamery a termického anemometra **vieme posúdiť mieru netesností**, pretože tieto meracie prístroje už svoju neistotu merania majú.

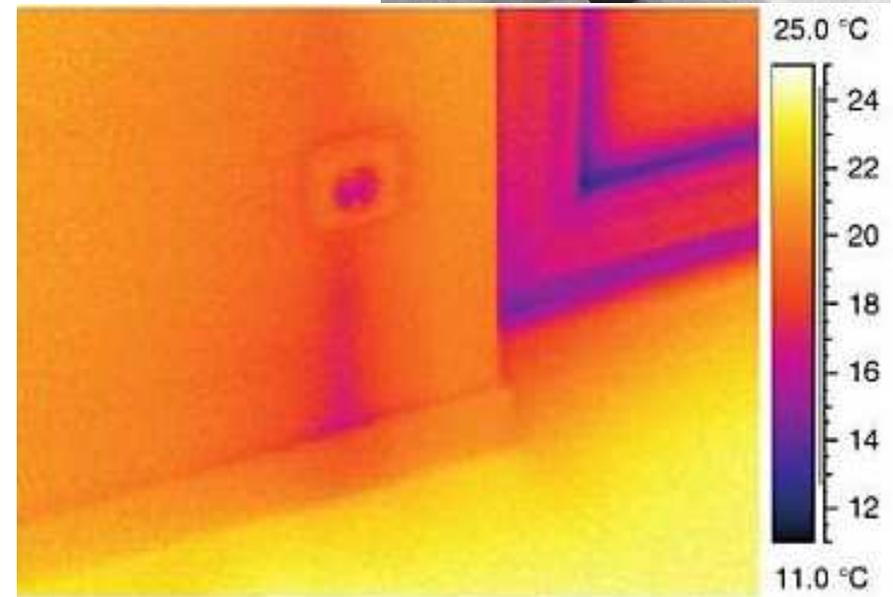
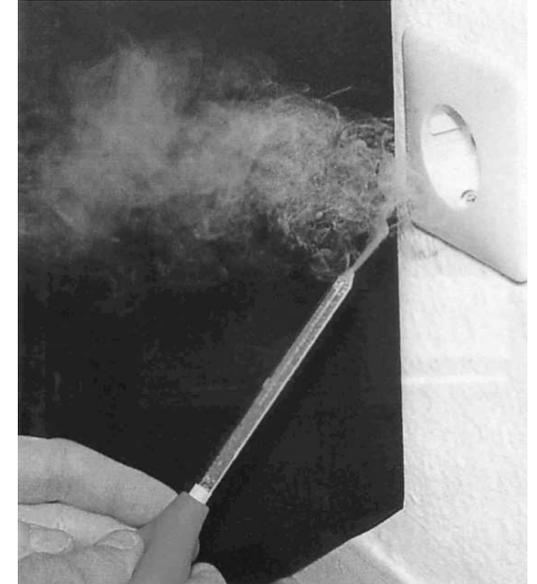
Odhalené defekty je takto možné dokumentovať a následne opraviť.



Posúdenie netesností pomocou termografickej kamery

Preverenie nasávania vzduchu v zásuvke pomocou vyvíjača inertného dymu alebo anemometra.

Termogram zobrazuje netesnosť v zásuvke, ktorá spôsobuje prenikanie studeného vzduchu, a potom aj ochladzovanie steny.

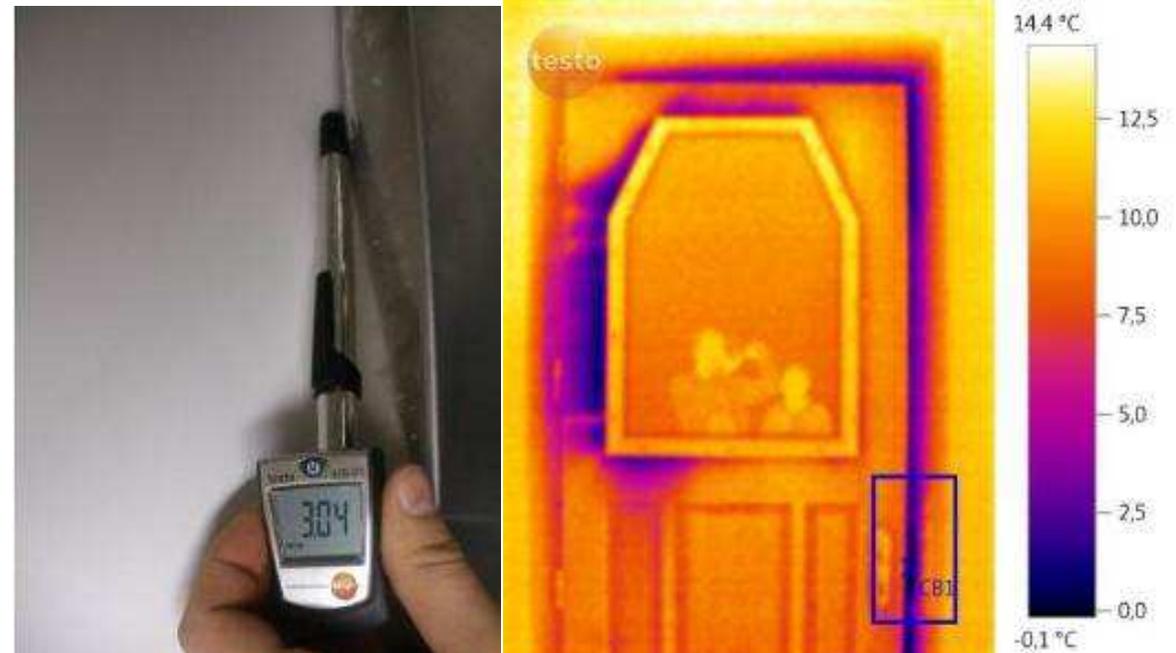
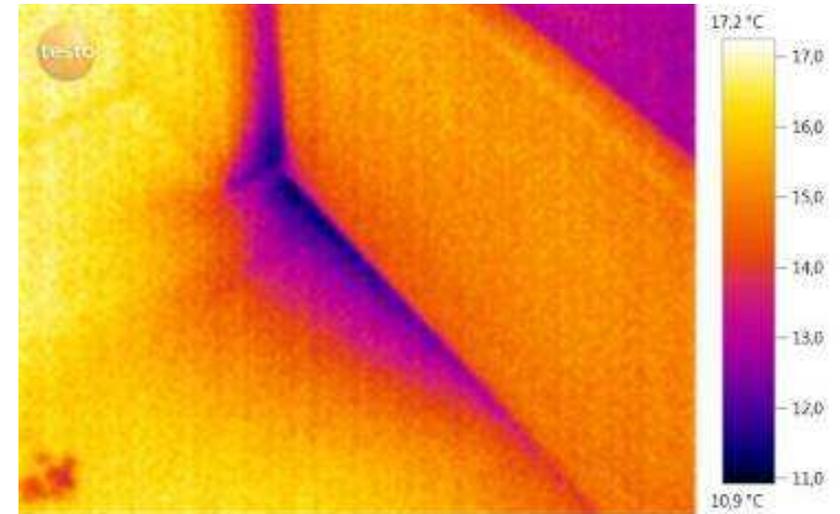


Posúdenie netesností pomocou termografickej kamery

Hľadanie priepustnosti dverí

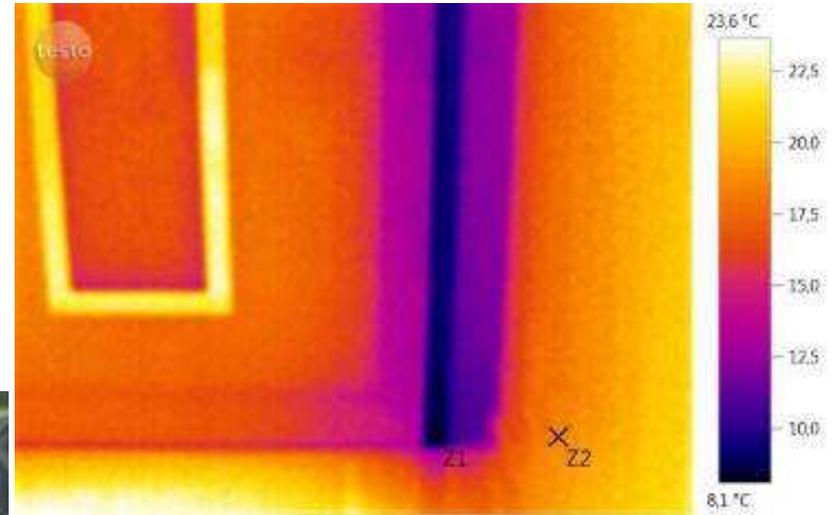
Paradoxne, **častým zdrojom značnej netesnosti stavby sú vchodové dvere.**

Termografická kamera zobrazí miesta netesností, ktoré sa dajú pohodlne kvantifikovať meraním pomocou termického anemometra.



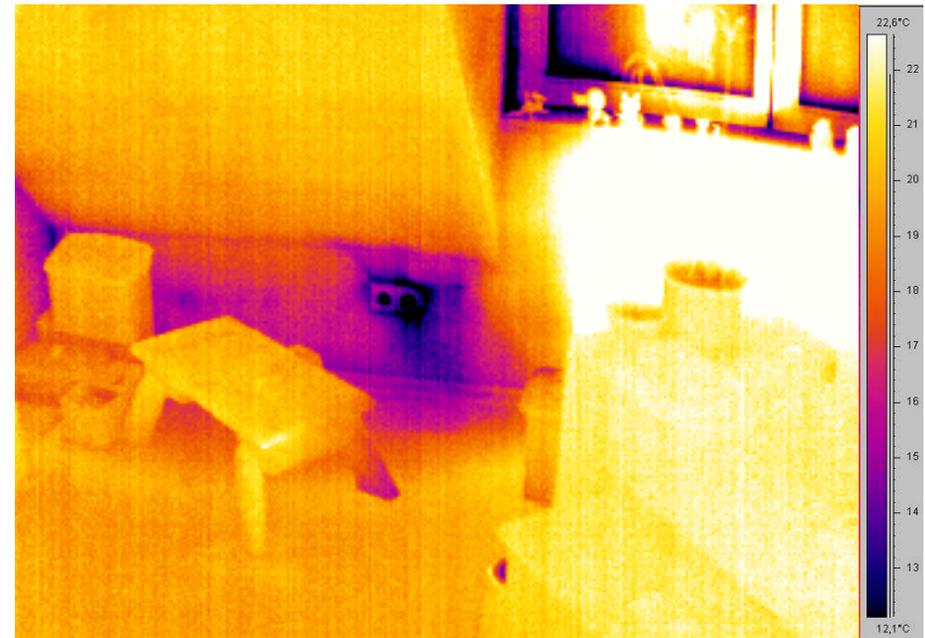
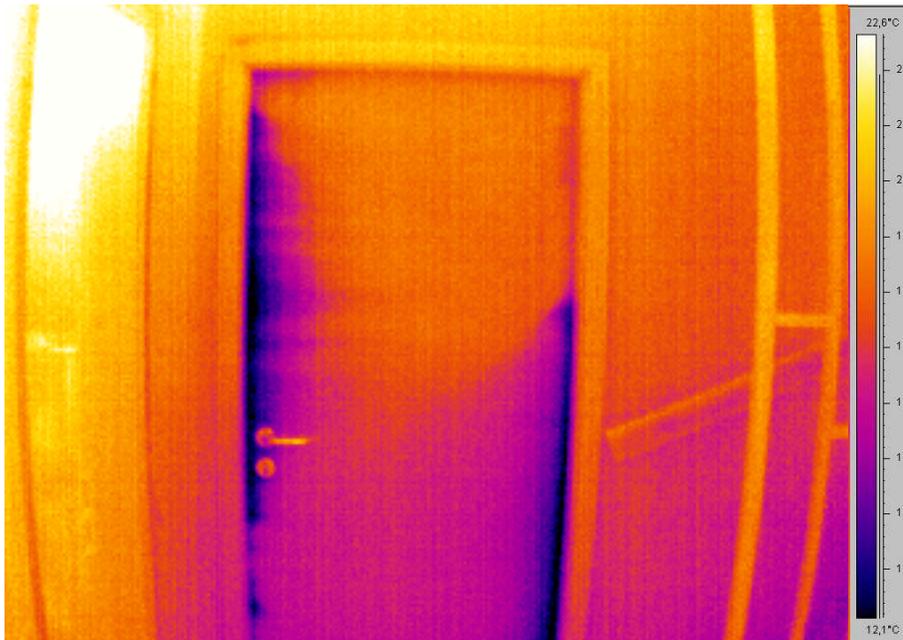
Posúdenie netesností pomocou termografickej kamery

- Hľadanie priepustnosti dverí



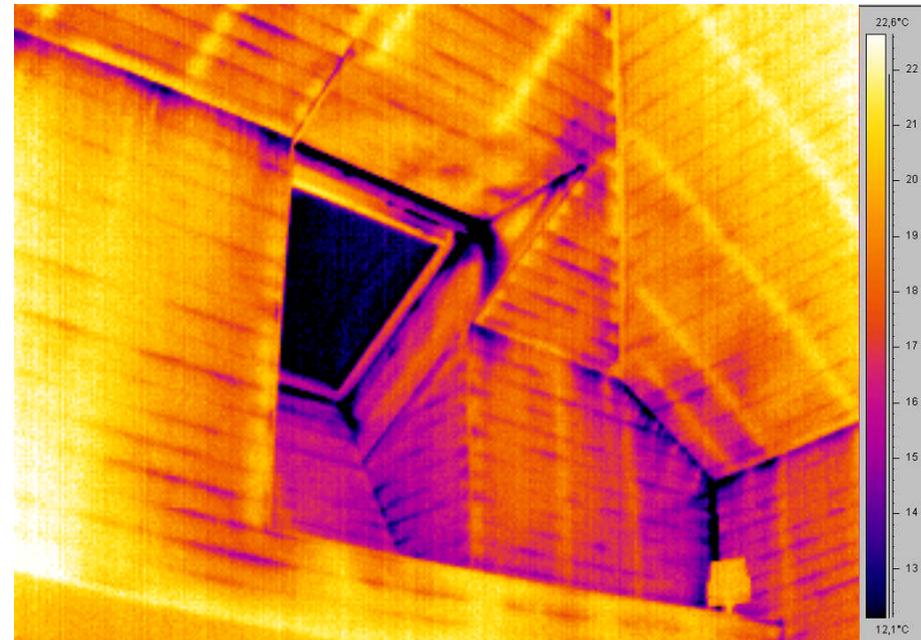
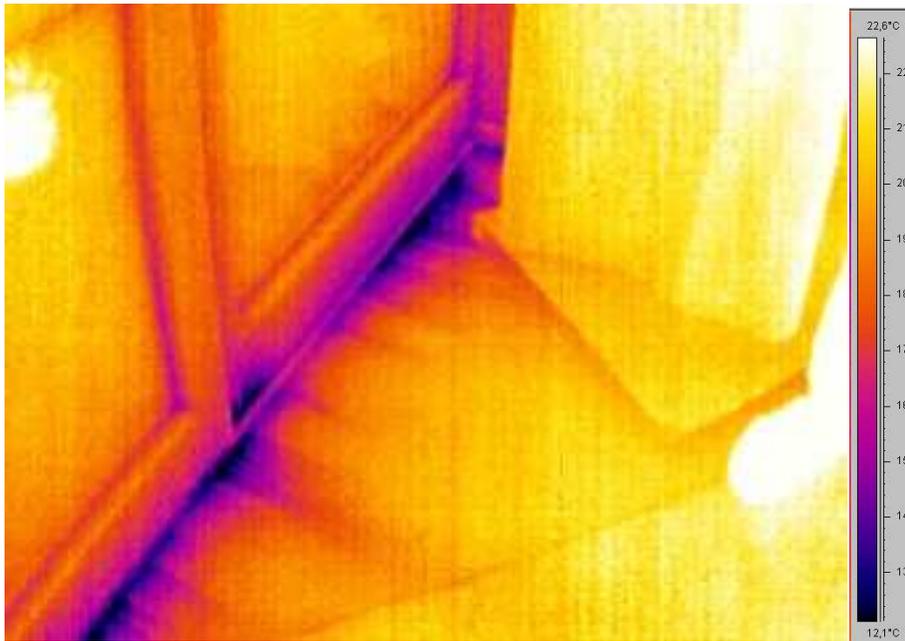
Posúdenie netesností pomocou termografickej kamery

- Kontrola priepustnosti stavby pomocou metódy BlowerDoor® test



Termografické meranie v stavebnej termografii

- Kontrola priepustnosti stavby pomocou metódy BlowerDoor® test



Okrajové podmienky pri monitorovaní priepustnosti

Pre kontrolu tesnosti minimálnych únikov vzduchu **bez ventilátora BlowerDoor** je potrebné, aby bol rozdiel teploty interiéru a exteriéru **najmenej 15 °C**.

Pri **použití ventilátora** BlowerDoor je odporúčaný rozdiel **najmenej 5 °C**.

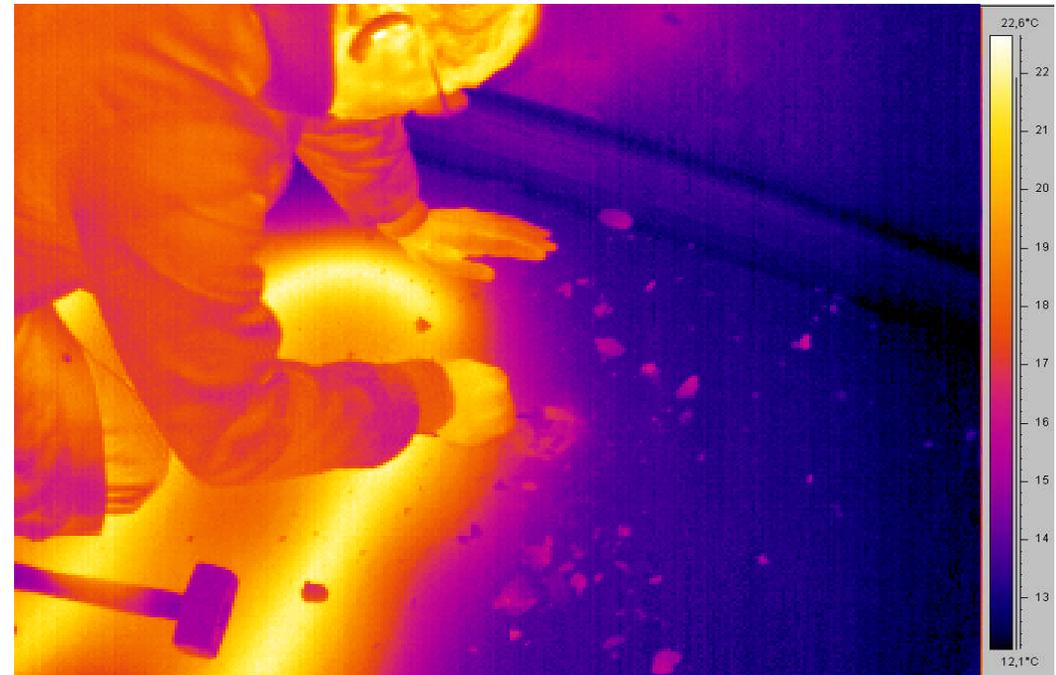
Určitým obmedzením bývajú prechodné obdobia (jar a jeseň) a leto, ak sa objekt vetrá.

Okrem toho sa meranie pripravuje tak, že:

- sa uzavrujú okná a exteriérové dvere a otvoria sa interiérové dvere,
- vypnú sa termostaty na ohrievači vody,
- zavrú sa dvierka na kozube, pieckach a utesnia sa,
- zavrie sa prívod vzduchu ku kozubu, klapky...

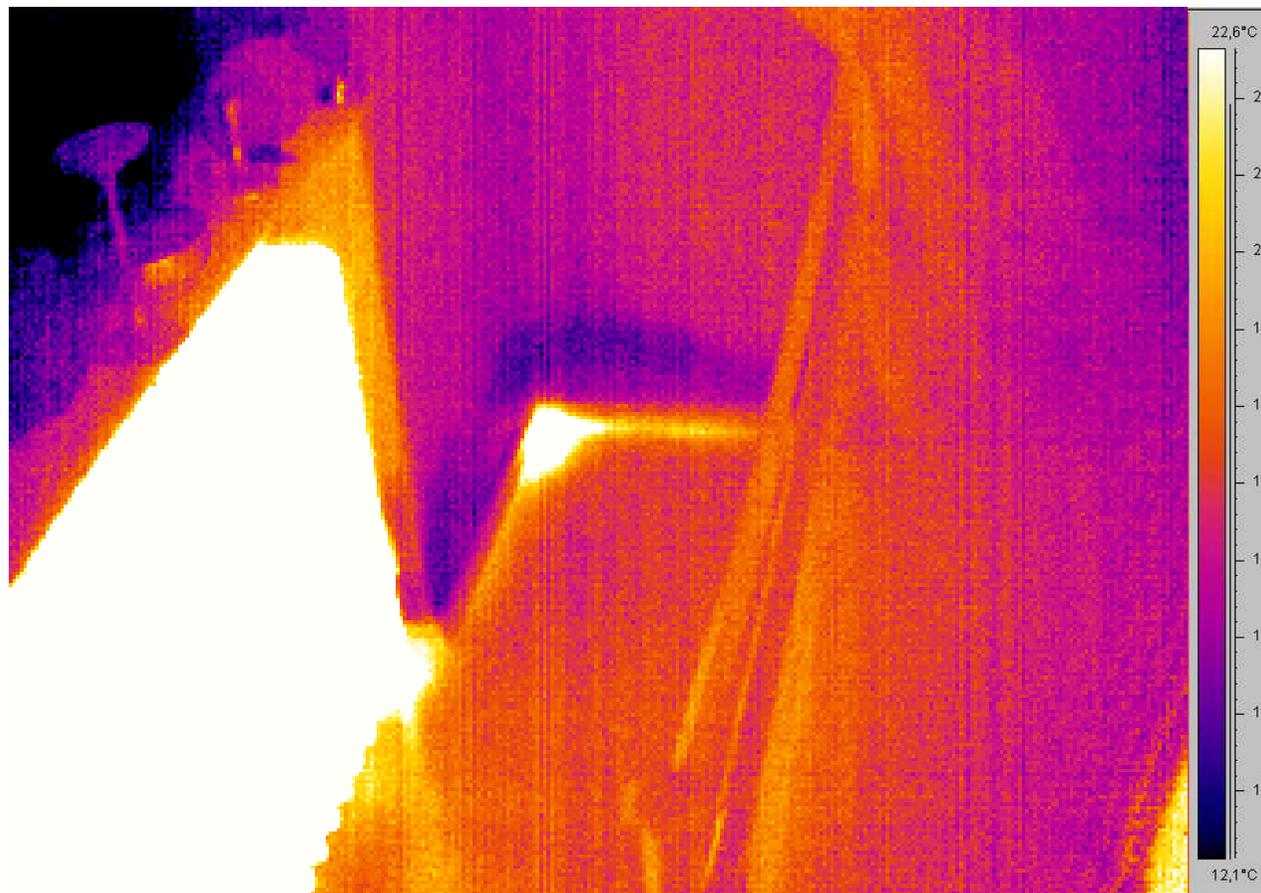
Termografické prehliadky pri únikoch

- Hľadanie únikov rozvodov teplej vody a vykurovania
- Akýkoľvek únik pary, vody alebo vzduchu predstavuje zároveň stratu energie.
- Termovízna kamera umožňuje lokalizovať úniky, ktoré nie sú normálne detekovateľné.



Termografické prehliadky pri únikoch

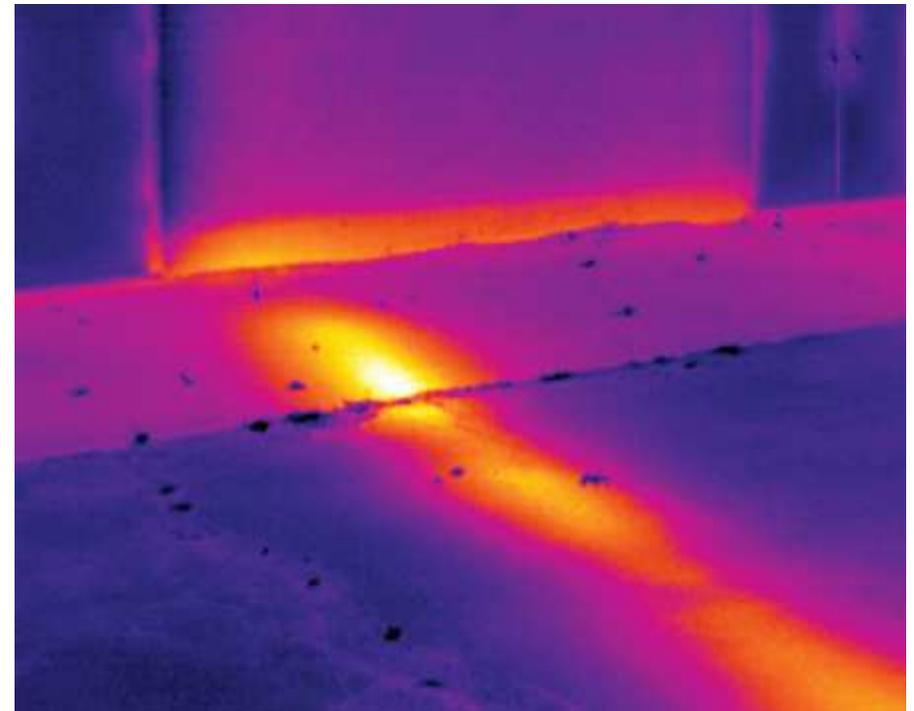
- Hľadanie únikov rozvodov teplej vody a vykurovania



Termografické prehliadky pri únikoch

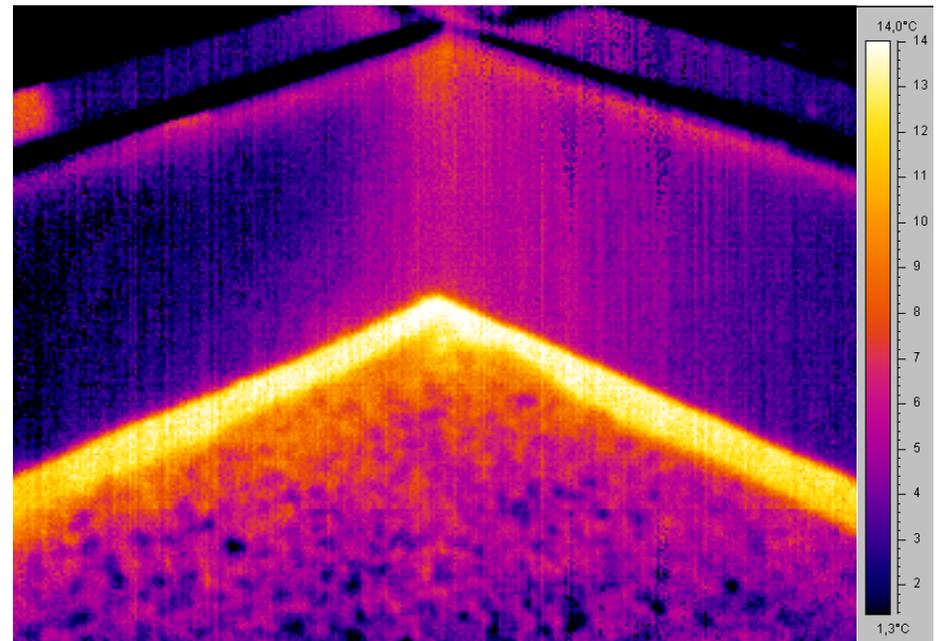
Pre úspešné zistenie únikov je potrebné zistiť nasledovné:

- Aké vedenie je netesné?
(napr. únik vody z kúrenia, rozvodov studenej alebo teplej vody. Na to je výhodné kontrolovať tlak pomocou tlakovej sondy.)
- Určenie miesta úniku pomocou termovíznej kamery na studenovodnom potrubí nie je možné. Tu musí technik použiť iné meracie princípy alebo potrubie provizórne napustiť teplou vodou (vykurovacou alebo teplou úžitkovou).
- Akým spôsobom asi uniká? (kvapky vody na podlahe, zvyšujúca sa vlhkosť v oblasti sokla, eventuálne výrazná spotreba vody ...)
- Aké množstvo média uniká? (údaj v l/časovú jednotku)



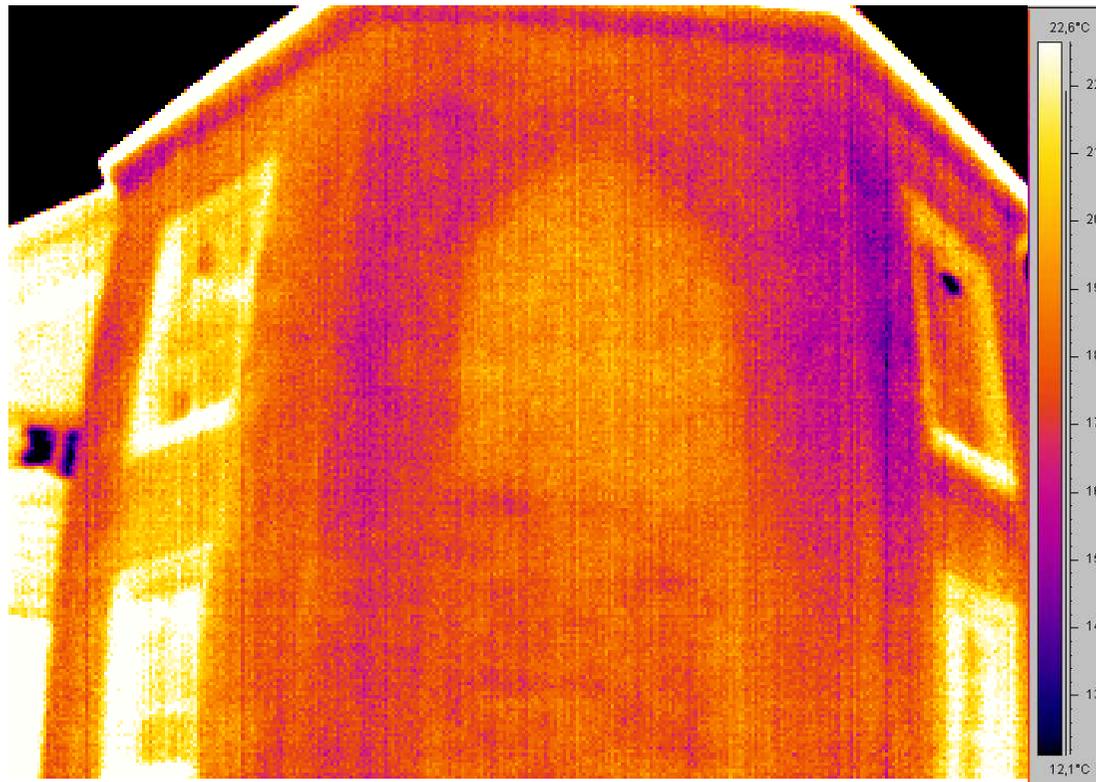
Stavebná termografia

- Hľadanie príčin vzniku plesní



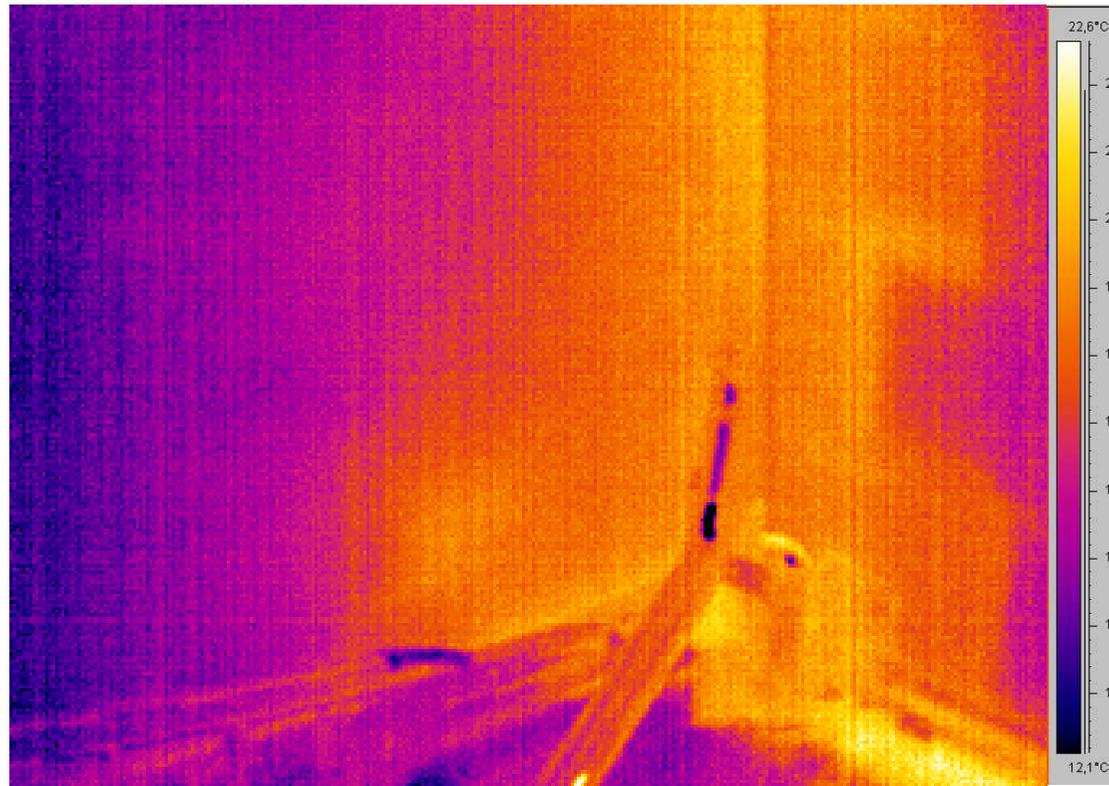
Stavebná termografia

- Rozpoznávanie a posudzovanie historických stavebných konštrukcií



Stavebná termografia

- Hľadanie príčin prieniku spodnej vody alebo vzlínajúcej pôdnej vlhkosti



Stavebná termografia

- Kontrola kvality plnenia tepelnej izolácie



Kontrola vzduchotesnosti a transportu vlhkosti

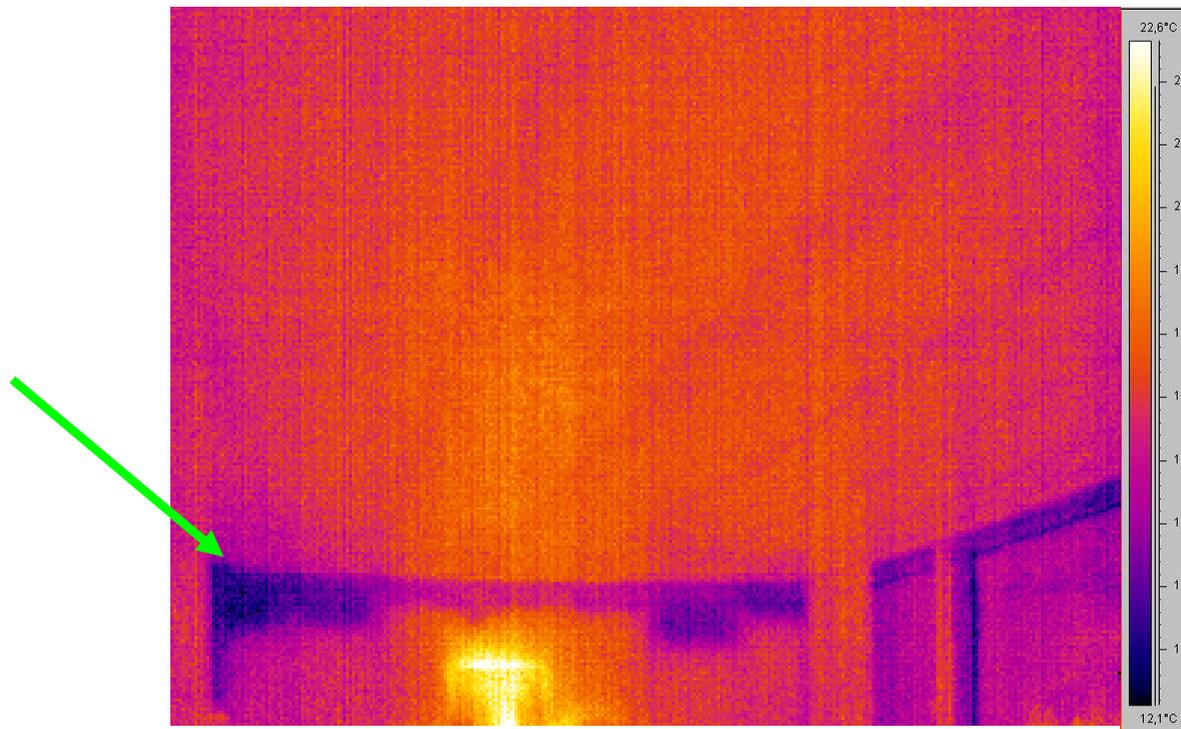
Mať pod kontrolou **vzduchotesnosť a transport vlhkosti** konštrukciou budovy je nevyhnutné nielen u nízko energetických stavieb, ale vo všeobecnosti u všetkých stavieb, ktoré sa dnes stavajú.

Obzvlášť u sendvičových drevostavieb je dôležité zamedziť nekontrolovanému prechodu vlhkosti do konštrukcie stavby.

Zanedbanie vzduchotesnosti pri prevádzke budovy **nevyhnutne povedie** vo veľmi krátkej dobe **k poškodeniu konštrukčných a izolačných materiálov vlhkosťou** - ako znížením tepelného odporu, tak neskôr aj napadnutím drevokaznými hubami.

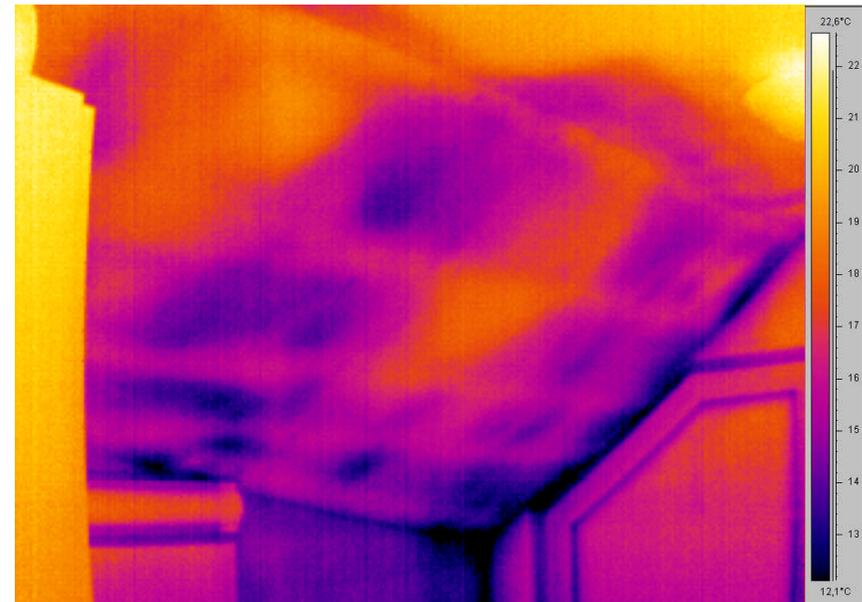
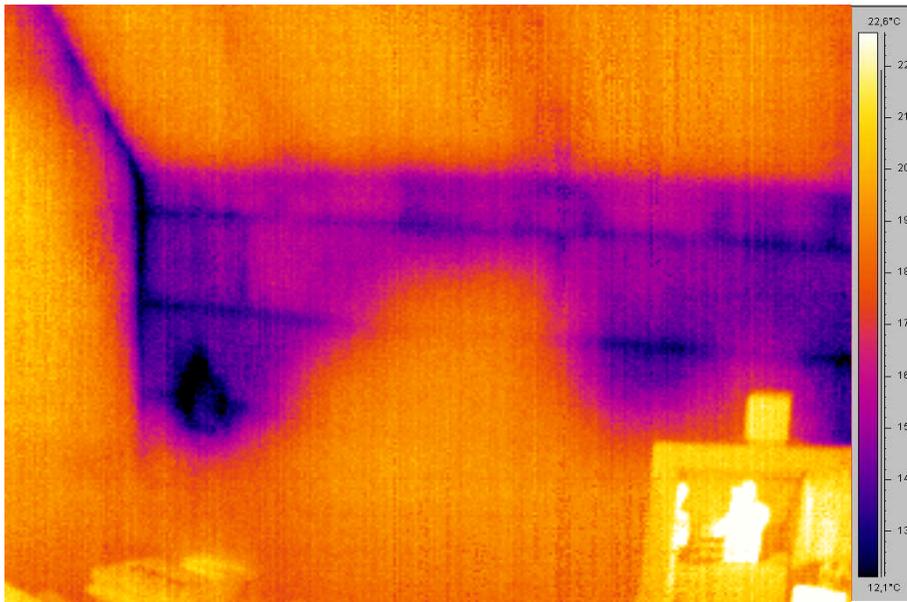
Stavebná termografia

- Kontrola kvality plnenia tepelnej izolácie: nasýtenie parami v jednom rohu prevádzky



Stavebná termografia

- Usadzovanie kondenzátu



Kontrola transportu vlhkosti

I mrazové zvetrávanie prevlhnutého minerálneho muriva môže mať svoj dôvod v nekontrolovanom prestupe vlhkého vzduchu do muriva netesnosťami vzduchotesniacej vrstvy.

Pomocou **BlowerDoor testu je možné nájsť miesta kondenzácie** vlhkého vzduchu v minerálnych izolačných materiáloch.

Pre potvrdenie, či izolácia pod perforovanou fóliou parotesnej zábrany neobsahuje zvýšenú vlhkosť, možno použiť profesionálne vlhkomery a **vpichový snímač vlhkosti**.



Profesionálne vlhkomery



Meranie vlhkosti stavebných konštrukcií

Tenká vpichová vlhkosťná sonda do muriva

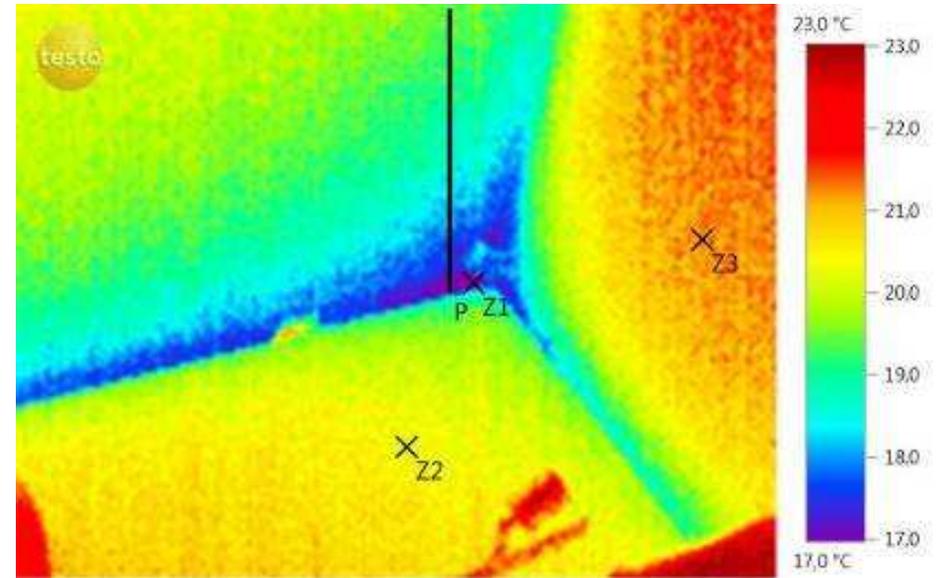
- Určenie vlhkosti muriva na základe rovnovážnej vlhkosti materiálu a relatívnej vlhkosti v % r. v.
- Postačuje len diera o priemere 4 mm
- Kalibračné krivky pre:
 - betón, tehla, tvrdé a mäkké drevo, pórobetón, sádrokartón, lepenka, cementové stierky
- Možnosť vložiť krivky ďalších stavebných materiálov pomocou softvéru.



Kontrola transportu vlhkosti kamerou

Pomocou termografickej kamery sa rýchle identifikujú a analyzujú povrchy so zvýšenou vlhkosťou, pretože sú chladnejšie suché murivo.

Pri preverení rozloženia vlhkosti v malých hrúbkach vrstiev stavebných materiálov je možno použiť aj vlhkomery a **dotykové snímače**.



Dotykové vlhkomery

- Rýchle a nedeštruktívne meranie vlhkosti



Meranie vlhkosti stavebných konštrukcií

Kompaktný prístroj s integrovanou vlhkovou sondou pre určenie obsahu vody v % hmotnosti

- merací rozsah < 20 %hm. stavebný materiál
- optimálny kontaktný tlak pre rýchle a nedeštruktívne meranie dreva a stavebných materiálov,
- meranie do hĺbky 5 cm
- funkcia Hold/Max/Min
- rýchle nájdenie vlhkých miest

Hľadanie rizikových povrchov s termografickou kamerou

Do termografickej kamery postačuje zadať teplotu okolia a relatívnu vlhkosť vzduchu. Kamera urobí zvyšok výpočtu relatívnej povrchovej vlhkosti v každom meranom bode.

K niektorým kamerám je možno bezdrôtovo pripojiť aj externé sondy parametrov okolia.

Už nie je potrebné ručné zadávanie meraných veličín.



Stavebná termografia

- Usadzovanie kondenzátu



Súčiniteľ prechodu tepla U

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

je súčiniteľ prechodu tepla [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$],

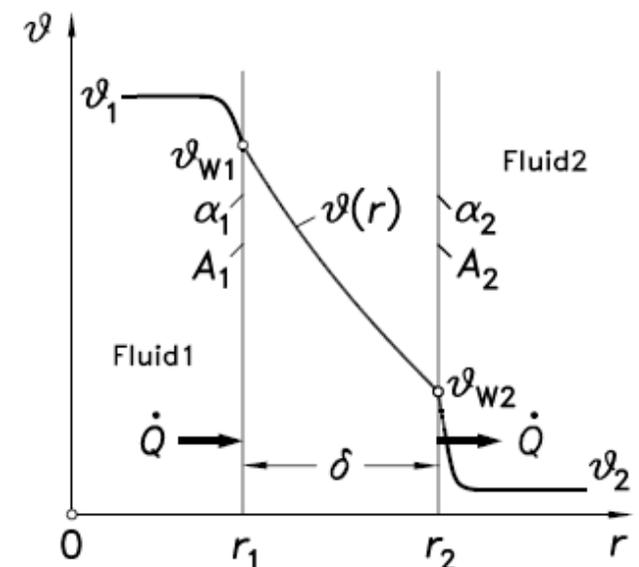
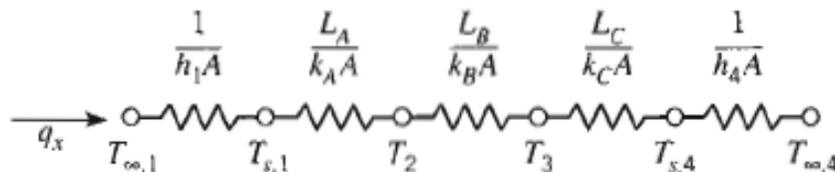
pričom

α_1 je celkový súčiniteľ prestupu tepla na vnútornom povrchu steny

α_2 je celkový súčiniteľ prestupu tepla na vonkajšom povrchu steny

d je hrúbka jednotlivých vrstiev steny

λ je merná tepelná vodivosť materiálov jednotlivých vrstiev



Súčiniteľ prechodu tepla U

- Na trhu sú meracie prístroje, ktoré spolu s tromi snímačmi teploty umožňujú merať súčiniteľ U:
 - rádiový snímač teploty vonkajšieho vzduchu
 - dotykový snímač vnútornej povrchovej teploty stavebnej konštrukcie
 - snímač teploty vnútorného vzduchu (umiestnený v rúčke špeciálneho snímača na meranie vnútornej povrchovej teploty)

$$U = \frac{\alpha_1 \cdot (v_1 - v_w)}{(v_1 - v_2)}$$

- $\alpha_1 = 7,69 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ podľa DIN ISO
- ϑ_1 je teplota vnútorná, ϑ_2 je teplota vonkajšia
- ϑ_w je teplota na vnútornom povrchu



Súčiniteľ prechodu tepla U

- Hodnoty súčiniteľov prestupov tepla na povrchoch konštrukcií sa volia z STN 73 0542, t. j. počítame s:
 - $\alpha_2 = 23 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pre vonkajší povrch
 - $\alpha_1 = 8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pre vnútorný povrch zvislých konštrukcií a pre vnútorný povrch vodorovných konštrukcií pri toku tepla nahor
 - $\alpha_1 = 6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pre vnútorný povrch vodorovných konštrukcií pri toku tepla nadol

Pravidelná kontrola klimatizačných systémov

Pozostáva najmä z:

- identifikácie teplotného rozdielu medzi vstupom a výstupom chladiacich agregátov, relatívnej vlhkosti vzduchu a **meraním ďalších veličiny na diagnostiku TČ, klimatizačných systémov: tlaky chladiva na saní a výtlaku kompresora, teplota kondenzátora / výparníka, detekcia úniku chladív,**
- identifikácie neprimeraného hluku a vibrácií počas chodu chladiacich agregátov,
- kontroly úplnosti a neporušenosti tepelnej izolácie na potrubí chladiva,
- kontroly správnej funkcie prívodu vonkajšieho vzduchu a odvodu ohriateho vzduchu.

Na prevádzkové hodnotenie je nutné potrebu energie na vetranie určiť meraním skutočnej spotreby energie.

Meracie prístroje pre diagnostiku TČ, klimatizačných systémov

- V prípade zložitých porúch na chladiacom okruhu sa dostáva do popredia potreba realizovať dlhodobé meranie na okruhu počas jeho chodu.
- To je nevyhnutné pre úspešnú analýzu a posúdenie stability systému.
- Analógové tlakomery používané na nastavovanie chladiacich systémov umožňujú len obmedzené meranie, preto nie je možné spojitú zaznamenávanie a kontrola účinnosti systémov.



Meracie prístroje pre diagnostiku TČ, klimatizačných systémov

Nová generácia elektronických analyzátorov chladenia RSA (Refrigeration System Analyzers) sa vyznačuje:

- podstatne vyššou presnosťou,
- presným výpočtom teplôt **prehriatia** a **podchladenia** v závislosti od typu chladiva,
- súčasným meraním a zobrazením aktuálnych teplôt s využitím špeciálnych povrchových snímačov/snímačov na potrubie.

Prístroj umožňuje ukladať do pamäti merané hodnoty až počas 72 hodín. Priamo tak vytvára elektronickú správu na mieste merania, na základe ktorej sa okamžite môže posúdiť účinnosť systémov.



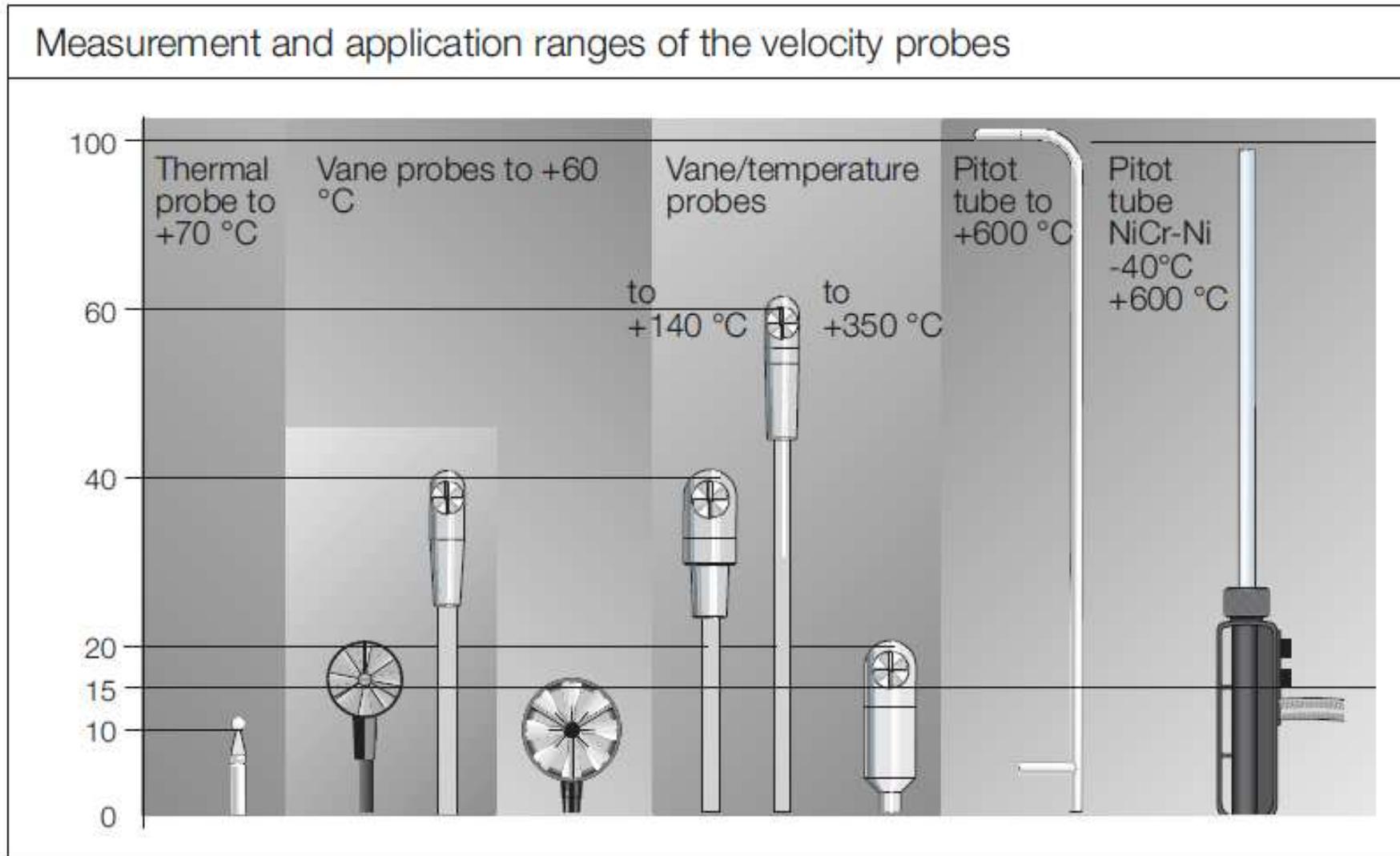
Meracie prístroje pre diagnostiku TČ, klimatizačných systémov

Prístroje na kontrolu správnej funkcie prívodu vonkajšieho vzduchu a odvodu ohriateho vzduchu:

- anemometre
- vlhkomery
- teplomery....



Anemometre pre diagnostiku TČ, klimatizačných systémov



Profesionálne meranie osvetlenia

Meranie osvetlenia

Aby svetlo bolo „dobrým svetlom“, musí intenzita osvetlenia na pracoviskách, v nemocniciach, kanceláriách alebo v školách vyhovovať určitým minimálnym a maximálnym hodnotám. Tie sa veľmi starostlivo sledujú a kontrolujú.

Luxmetre

- Prístroje sú určené na meranie intenzity osvetlenia.
- Prispôsobené sú na spektrálnu citlivosť oka. Tým sú ideálne pre meranie v kanceláriách a všade tam, kde je potrebné sledovať intenzitu osvetlenia.
- Funkcia HOLD umožňuje jednoducho „podržať“ nameranú hodnotu na displeji a pohodlne si ju zapísať.
- Rovnako je možné prezerať hodnoty Min a Max namerané počas zapnutia prístroja.
- Technické údaje - merací rozsah: 0 - 99 999 luxov; presnosť: ± 3 lux; rozlíšenie: 1 lux (0 - 19 999 luxov), 10 luxov (zvyšný rozsah); skladovacia teplota: $-20 \dots +70$ °C; prevádzková teplota: $0 \dots +50$ °C



Meranie osvetlenia vo výrobnjej hale.

Kompaktné luxmetre

- Prístroje slúžia na meranie osvetlenia a môžu byť vybavené kremíkovou diódou s meracím rozsahom od 0 do 100 000 luxov.
- Vďaka pamäti s možnosťou zápisu až 3000 hodnôt možno prístroje použiť aj na záznam osvetlenia a vytvoriť profil osvetlenia meraného miesta.
- Pomocou programu je možno údaje o miestach merania a jednotlivé uložené hodnoty graficky spracovať.
- Tento „svetelný profil“ dáva prehľad o rovnomernosti osvetlenia.



Meranie osvetlenia na pracovisku.

Kompaktné luxmetre

Hlavné výhody prístroja:

- Vytvorenie bodovej alebo časovej strednej hodnoty
- Na výber je až 99 miest merania
- Funkcia záznamníka (spolu 3 000 nameraných hodnôt)
- Rýchla dokumentácia na mieste pomocou IR tlačiarne



Výpočet priemernej hodnoty v štúdiu.

Kompaktné luxmetre

Technické parametre:

- Merací rozsah: 0...100 000 luxov
- Presnosť podľa DIN 5032, oddiel 6:
 - $f_1 = 8\% = V(\lambda)$ - prispôsobenie
 - $f_2 = 5\% = \cos$ - vyhodnotenie
- Rozlíšenie: 1 lux (0... + 32 000 luxov)
 - 10 luxov (0... + 100 000 luxov)
- Pripojenie na PC: RS 232
- Pamäť: 3000 hodnôt
- Rozmery 220 x 68 x 50 mm
- Hmotnosť: 500 g



Profesionálne luxmetre

- Viacfunkčné meracie prístroje s integrovaným snímačom diferenciálneho tlaku.
- Určené pre potreby klimatizácie, vetrania a zaistenia kvality vzduchu v miestnosti.
- Môžu byť vybavené pamäťou nameraných hodnôt, programom a spojovacím káblom USB na prenos nameraných údajov do počítača.
- Prístrojmi sa dá merať nielen množstvo hodnôt súvisiacich s klimatizáciou, ale v spojení externou sondou aj osvetlenie. Používajú sa aj na určenie intenzity osvetlenia v rozsahu až 100 000 luxov.



Profesionálne luxmetre

Hlavné výhody:

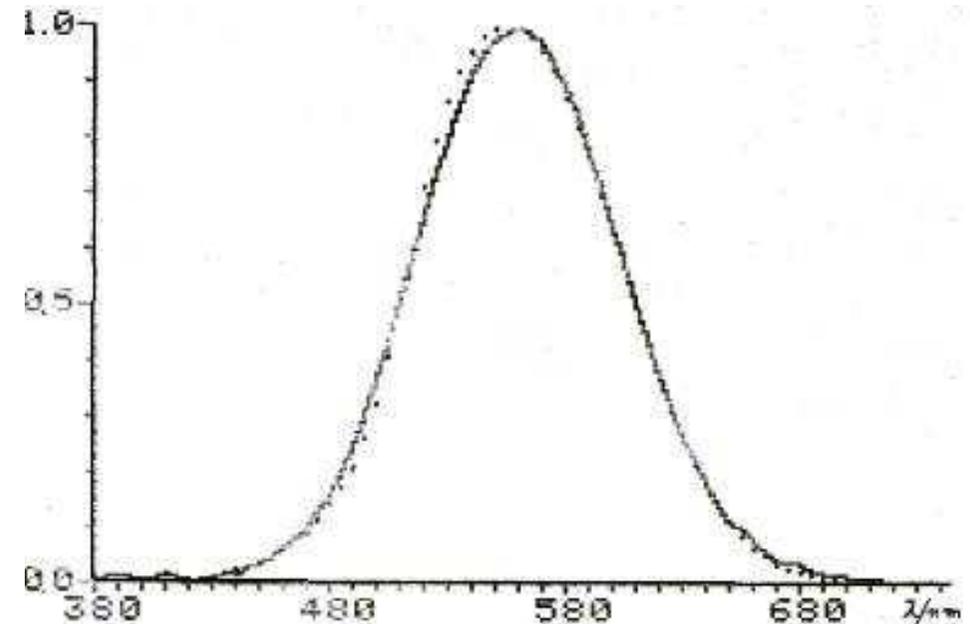
- Pamäť na 10 000 meraných hodnôt
- Program na analýzu, archiváciu a dokumentáciu nameraných hodnôt
- Sonda IAQ, sonda pohody
- Snímače rýchlosti prúdenia a integrovaný snímač diferenčného tlaku pre meranie Prandtlovou sondou
- Rádiové sondy vlhkosti a teploty
- Sonda na meranie intenzity osvetlenia



Profesionálne luxmetre - chyba $V(\lambda)$

Technické parametre:

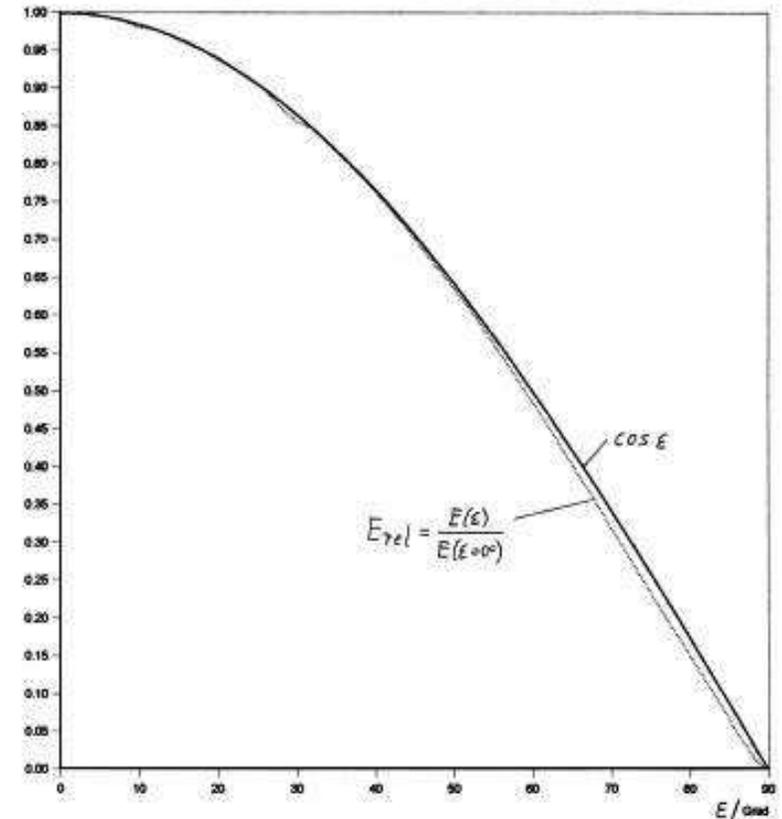
- Merací rozsah: 0...100 000 luxov
0...300 Hz
- Presnosť podľa DIN 5032, oddiel 6:
 - $f_1 = 6\% = V(\lambda)$ - prispôsobenie
 - $f_2 = 5\% = \cos$ - vyhodnotenie
- Class C
- Presnosť Hz: $\pm 0.1\%$ z meranej h.
- Rozlíšenie: 1 lux (0... +32 000 luxov)
 - 10 lux (0... +100 000 luxov)
- Pripojenie na PC: USB
- Pamäť: 10 000 hodnôt
- Rozmery 225 x 74 x 46 mm
- Hmotnosť: 450 g



Obr. 1. Zobrazuje $V(\lambda)$ - prispôsobenie kremíkového fotosenzora podľa krivky CIE DIN 5032, trieda B

Profesionálne luxmetre - Cosínová chyba

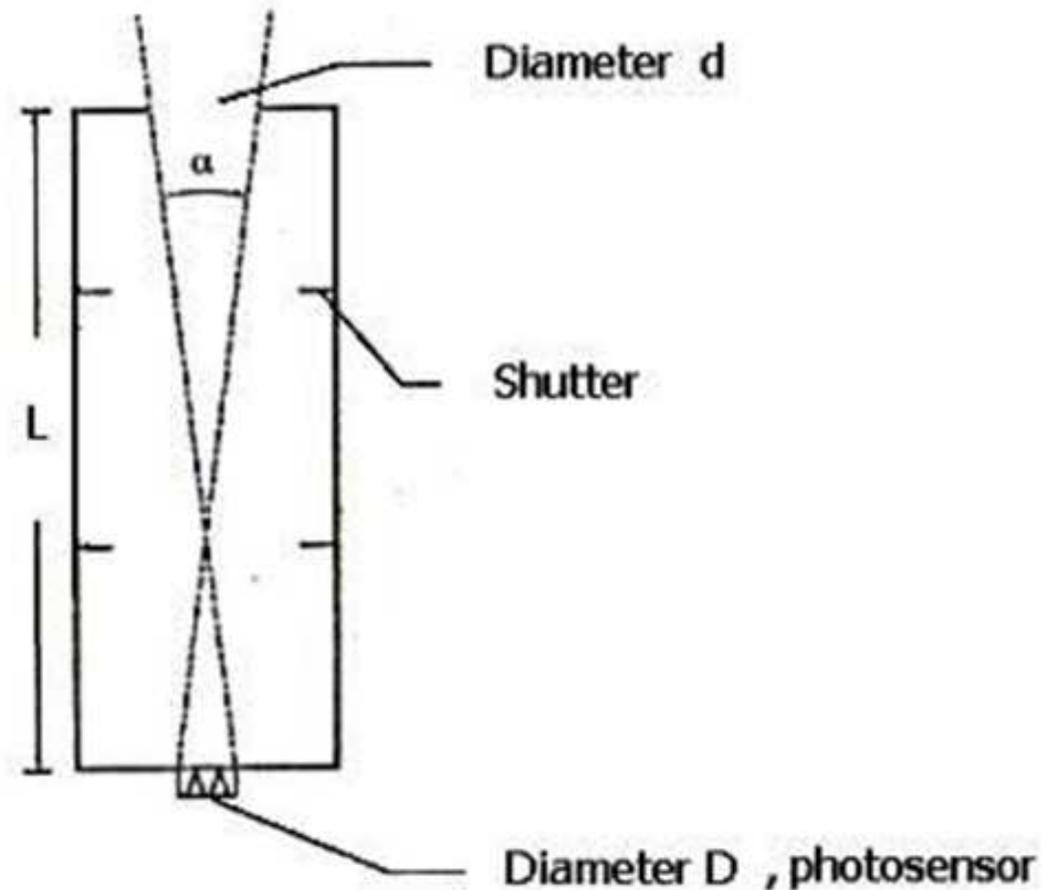
- Poznámka na určovanie intenzity osvetlenia v jednotkách fc (fraktál):
- (1 fc = 10.764 lx // 1 lx = 0.0929 fc)



Obr. 2. Cosínusová korekcia kremikového fotodetektora

Adaptér na meranie jasu

- Špeciálny valcový adaptér na meranie jasu má merací uhol $\alpha = 13^\circ$. Geometria valca je počítaná tak, že vzťah medzi intenzitou a jasom je veľmi jednoduchý:
- $L = 100 \cdot E$ E v lx, L v cd/ m²
- Procedúra merania jasu je nasledujúca:
 - Položte jasový adaptér na fotosenzor a držte valec smerom od ktorého chcete merať jas povrchu. Odčítajte hodnotu v luxoch z prístroja a násobte ju faktorom 100. Výsledok zobrazuje aktuálny priemerný jas.



Valcový adaptér na meranie jasu



Ďakujem za pozornosť

Ing. Dušan Kiseľ, CSc.

K - TEST, s.r.o.

Letná 40

042 60 Košice

055 625 36 33/625 51 50

ktest@iql.sk

www.ktest.sk, www.testo.sk