

Moderné vykurovanie domu a bytu (1)

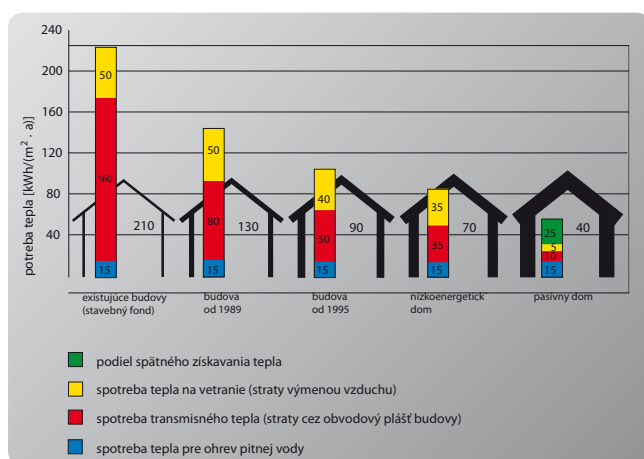
Či už ide o novostavbu alebo rekonštrukciu rodinného domu, aktuálny stav vykurovacej techniky ponúka množstvo možností výroby tepla a ohrevu teplej vody. Popri fosílnych palivách, plyne a ropy, sa do popredia stále viac dostávajú obnoviteľné energie ako drevo alebo slnečná energia. Pre výber zariadenia a jeho plánovanie je preto stále dôležitejšie zhodnotenie možností a hraníc jednotlivých technológií, ktoré s celkovým návrhom jednotlivých komponentov tvoria efektívnu systémovú techniku v novostavbách.

Stavebné štandardy a spotreba tepla

Štandardný rodinný dom

Definícia štandardného domu

Na Slovensku je v súčasnosti viac ako 1,95 milióna domácností. Z nich takmer 40% predstavujú rodinné domy, z ktorých viac ako 85% bolo postavených pred rokom 1989.



Obr. 1.: Vývoj spotreby tepla (rodinný dom pre 1 rodinu, 3 až 4 osoby, 150 m² úžitkovej plochy, A/V = 0,84) v závislosti od stavebného štandardu

Stavebné materiály ako aj ceny palív v minulosti nevedli k výstavbe domov s nízkou potrebou tepla na vykurovanie. V domoch starších ako 25 rokov nie je neobvyklé, že potreba tepla na vykurovanie predstavuje až 210 kWh/m² · a. Novšia výstavba pred rokom 1989 zaisťovala v rodinných domoch pokles tepelných strát využívaním kvalitnejších materiálov na hodnotu cca. 130 kWh/m² · a.

Vlastnosti štandardného domu

- žiadna tepelná izolácia
- netesnosti v plášti budovy zvyšujúce straty tepla
- neefektívny zdroj tepla – starý plynový kotol resp. priame elektrické vykurovanie
- jednoduché drevené okná s jedno- resp. dvojsklom bez dostatočných tesniacich plôch

Aktuálny stav

Definícia novej výstavby

Rozvoj stavebníctva, vývoj nových technológií a ich jednoduchá dostupnosť po roku 1989 spôsobili, že rodinné domy stavané v súčasnosti sa vyznačujú zníženou potrebou tepla na vykurovanie.

So stále lepšou tepelnou izoláciou neustále klesajú straty obvodovým plášťom, pričom na význame získavajú straty tepla na vetranie.

Vlastnosti nového domu

- kvalitné stavebné materiály použité na vyhotovenie plášte
- tepelná izolácia o hrúbke niekoľko centimetrov
- kvalitné okná z rôznych materiálov s niekoľkými tesniacimi plochami
- nízkoteplotný resp. kondenzačný kotol na plyn so zásobníkovým ohrievačom vody

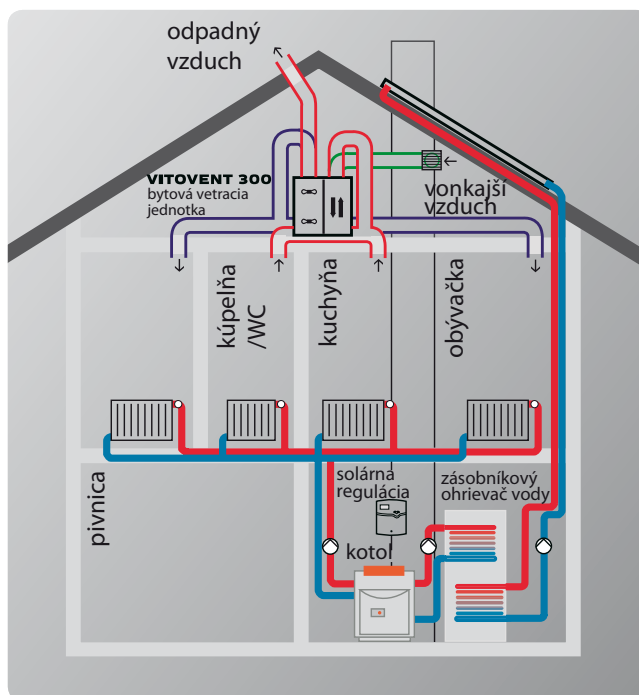
Nízkoenergetický dom

Definícia nízkoenergetického domu

Hoci definícia nízkoenergetického domu nespočíva na žiadnom právnom základe, dá sa povedať, že maximálne prípustná spotreba energie v nízkoenergetickom dome bude znížená ešte o 25 až 30%. Týmto má nízkoenergetický dom pre jednu rodinu potrebu tepla na vykurovanie menej ako 50 kWh/(m² · a), nízkoenergetický dom pre viac rodín (bytový dom) pod 30 kWh/(m² · a). Táto hodnota zodpovedá teplu obsiahnutému v 5,5 litra vykurovacieho oleja alebo 5,5 m³ zemného plynu.

Vlastnosti nízkoenergetického domu

- veľmi dobrá tepelná izolácia
- utesnenie budovy
- nízkoenergetickému domu presne prispôsobený moderný zdroj tepla ako kondenzačný kotol, tepelné čerpadlo s vysokým výkonným číslom ako aj termické solárne zariadenia na ohrev teplej vody
- systém na vetranie domu pre kontrolované vetranie a odvetrávanie
- využitie solárnych tepelných ziskov



Obr. 2.: Efektívne vykurovanie nízkoenergetického domu je založené na spolupráci klasického zdroja – kondenzačného plynového kotla, solárneho systému a riadeného vetrania

Pasívny dom

Definícia pasívneho domu - funkčný pohľad

Dôsledné rozvinutie štandardu nízko energetických domov vedie v konečnom dôsledku k pasívnym domom. Aj v pasívnom dome ide o to, pokryť zvyškovú potrebu tepla – nakoľko sa nejedná o dom s nulovou vykurovacou energiou. Je však dostačujúce, ak teplo získavame ohrevom privádzaného vzduchu, ktorý je nutné rozdeliť do miestností. Potreba tepla na vykurovanie v pasívnom dome je menšia ako 15 kWh/(m² · a) (a=rok).

Vlastnosti pasívneho domu

- dobrá tepelná ochrana (súčiniteľ prestupu tepla komponentov vonkajšej steny < 0,1 W/(m² · K)) a podľa možnosti kompaktný obvodový plášť budovy bez tepelných mostov
- vzduchotesný plášť budovy (Blower-Door-Test n₅₀ < 0,6 l/h)
- vysoko efektívne riadené vetranie obytných priestorov so spätným získavaním tepla (tepelná účinnosť nad 75%)
- termoizolačné zasklenie s 3 sklami a vysoko izolačné okenné rámy, ktoré dosahujú v zabudovanom stave hodnotu < 0,85 W/(m² · K), podľa možnosti s orientáciou hlavných okenných plôch smerom na juh, s nízkym stupňom zatienenia v zime
- nízke vstupy primárnej energie (< ako 120 W/(m² · a) vrátane prúdu spotrebovaného v domácnosti), dosiahnutej vysoko efektívnou domovou technikou, nízke straty v dôsledku distribúcie
- nemá klasický vykurovací systém (žiadny kotol ani rozvody)

Vykurovacía technika znamená systémovú techniku

Primárna energetická potreba bude v budúcnosti predstavovať vzťažnú veličinu, pomocou ktorej sa hodnotí energetická kvalita budovy. Týmto docielame k ucelenému hodnoteniu. Len perfektne vzájomne zladené komponenty dokážu znížiť spotrebu primárnej energie na minimum.

Najvyššia účinnosť vykurovacieho kotla nie je veľa platná, keď zásobníkový ohrievač vody spôsobuje vysoké pohotovostné straty tepla, pretože tento nie je zladený s celkovým systémom.

Preto je pri navrhovaní vykurovacích systémov nevyhnutné systémové myslenie. Domová technika musí pozostávať zo vzájomne zladených komponentov a tvoriť ucelenú koncepciu spolu s architektúrou a tepelnou izoláciou budovy.

Systém vo všetkom

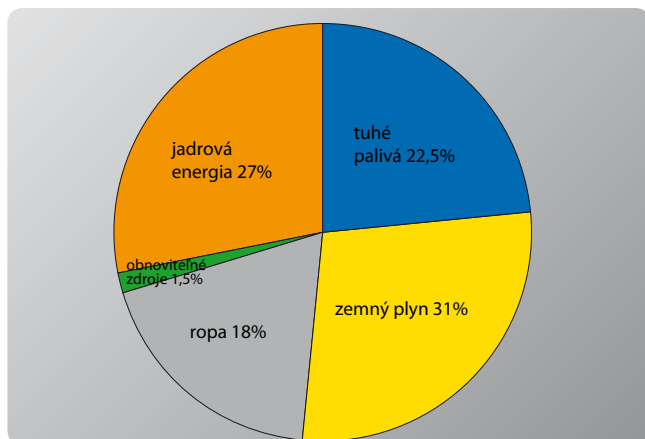
Produktové portfólia popredných dodávateľov ponúkajú pre remeselníkov – odborníkov ako aj pre investorov možnosť voľby medzi viacerými druhmi zdrojov tepla (od fosílnych palív cez solárnu energiu až po teplo získané z okolitého prostredia). Systémová technika často garantuje, že všetky komponenty sú dokonale zladené. Takto možno tepelné zariadenie, slnečné kolektory, vetracie zariadenie ako aj zásobníkové ohrievače vody bezproblémovo vzájomne skombinovať.

Vykurovanie plynom

Palivá budúcnosti

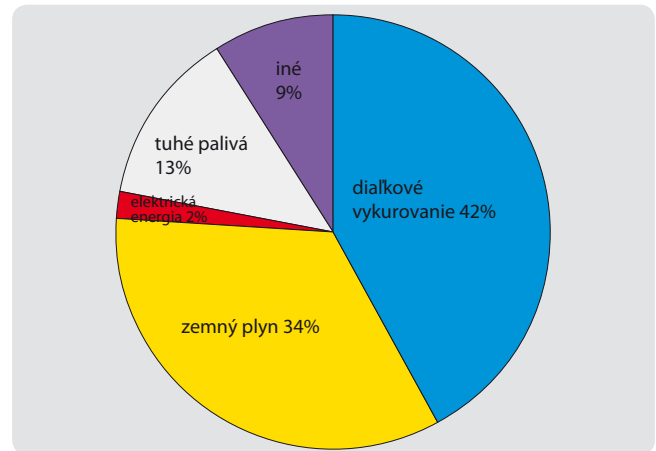
Aj keď potrebu energie môžeme stále viac znižovať lepšou tepelnou izoláciou, vzduchotesným obvodovým plášťom a modernou vykurovacou technikou, musíme si na pozadí ochrany životného prostredia ako aj vyčerpatelnosti fosílnych energetických zdrojov položiť otázku, aké palivá z dlhodobého hľadiska budeme používať na vykurovanie.

Obrázok 3 znázorňuje rozdelenie primárnej spotreby energie na Slovensku. Z obrázku vidíme, že podiel obnoviteľných zdrojov



Obr. 3.: Rodelenie primárnej energetickej spotreby na Slovensku

na celkovej spotrebe primárnej energie je 1,5%. Aj napriek tomu, že v budúcnosti dôjde k nárastu podielu ekologických zdrojov energie na celkovej spotrebe ani v roku 2020 neprekročí podiel 4%. Asi 3/4 obnoviteľných zdrojov pripadá na vodnú energiu, ktorá je u nás využívaná pomerne efektívne. To znamená, že aj v roku 2020 bude zemný plyn, vďaka svojej dostupnosti a komfortu používania predstavovať hlavný energetický nosič pri vykurovaní budov (obr. 9).



Obr. 4.: Štruktúra vykurovania obytných priestorov na Slovensku

Aj keď celosvetové zásoby ropy a plynu (aspoň tie, ktoré dnes poznáme respektíve bezpečne predpokladáme), postačia ešte na mnoho rokov – nesmieme týmito konečnými (neobnoviteľnými) energetickými zdrojmi zaobchádzať nešetrne. S ropou a plynom budeme v budúcnosti musieť zaobchádzať mimoriadne hospodárne a ekologicky.

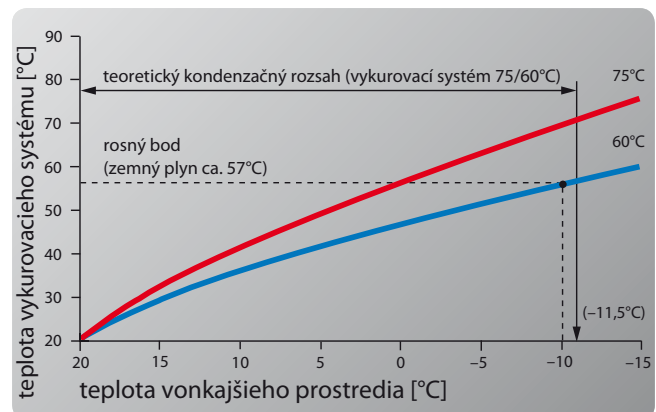
Nízkoteplotná technika

Moderné nízkoteplotné vykurovacie kotly sa prevádzkujú s plynulo klesajúcou teplotou kotlovej vody, ktorá sa vždy prispôbuje tepelným potrebám budovy. Vysoké hodnoty

stupňa využitia moderných nízkoteplotných vykurovacích kotlov nad 90% sa dosahujú tým, že povrchové straty predstavujú len 2 až 3%. Rozhodujúca pre nízke straty je plynulo klesajúca teplota vykurovacieho kotla, pričom sa pozitívne prejavuje tiež vysoko účinná kompozitná tepelná izolácia moderných vykurovacích kotlov.

Prevádzka s plynulo klesajúcou teplotou kotlovej vody podľa potreby predpokladá nasadenie modernej regulačnej techniky, ktorá umožňuje zistenie aktuálnej tepelnej potreby, ktorá sa následne použije ako riadiaca veličina pre teplotu kotlovej vody.

Kondenzácia vodnej pary je v prípade nízkoteplotných kotlov nežiadúca, nakoľko by bol tejto vlhkosti vystavený vykurovací kotol ako aj komín. Preto je u nízko teplotných systémov potrebné dodržať minimálnu teplotu spalín, ktorá musí byť vyššia ako rosný bod (ku kondenzácii vodnej pary dochádza v prípade spaľovania zemného plynu pri 57 °C – obr. 5).

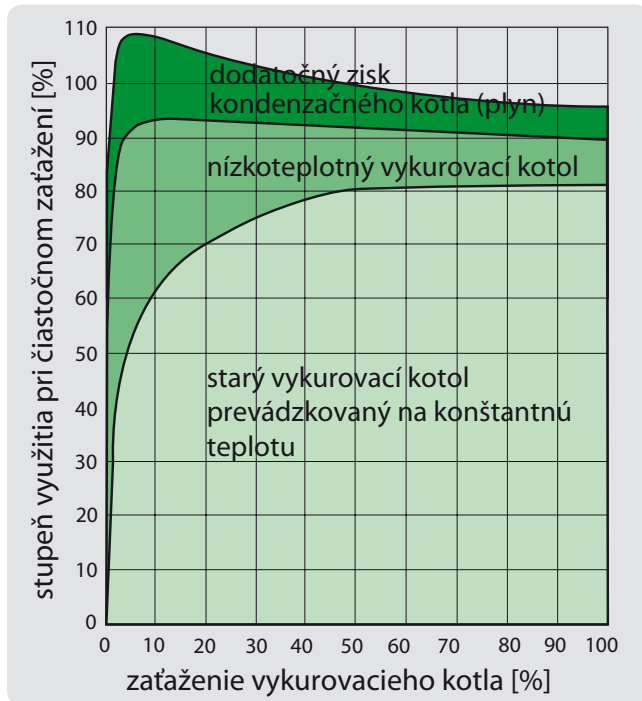


Obr. 5.: Výstupná teplota/teplota späťochy v závislosti od vonkajšej teploty, využitie spalného tepla (kondenzačného účinku)

Nízkočplotné kotly pre domy pred rekonštrukciou

Ak porovnáme priebeh krivky využitia pri čiastočnom zaťažení (obr. 6) u starého kotla a nového nízkočplotného kotla vidíme, že pri nižšom zaťažení krivka využitia starého kotla výrazne klesá. To môže mať za následok, že pri rekonštrukcii a zateplení domu sa nedosiahnu očakávané úspory, ak sa nevymení aj starý kotol za nový.

Naopak u nízkočplotného kotla stupeň využitia je prakticky konštantný s hodnotou vyššou ako 90% od zaťaženia 10 do 100%. Vďaka tomu je možné osadiť nový kotol ešte pred rekonštrukciou plášťa budovy a dosiahnuť tak okamžité výrazné úspory, ktoré sa ďalej zvýšia zateplením. Navyše výskumy ukazujú, že najefek tívnejšie sa šetria náklady na teplo výmenou starého kotla za moderný.



Obr. 6.: Stupne využitia pri rôznom zaťažení kotla – pre starý nízkočplotný a kondenzačný kotol

Kondenzačná technika

Ešte výhodnejšiu krivku stupňa využitia vykazujú kondenzačné kotly. Pri týchto zdrojoch tepla výrazne narastá stupeň využitia práve pri nízkej záťaži (obr. 6). Práve pri nízkej záťaži, to znamená pri nízkych teplotách spaľovacieho plynu, je energetický zisk v dôsledku kondenzačného účinku mimoriadne vysoký.

Energetický zisk kondenzáciou

Pri spaľovaní zemného plynu vzniká voda, ktorá pri konvenčných vykurovacích kotloch uniká cez komín ako vodná para, takže dochádza k odovzdávaniu energie do okolitého prostredia (na každý m³ zemného plynu teoreticky vzniká cca. 1,6 litra vody).

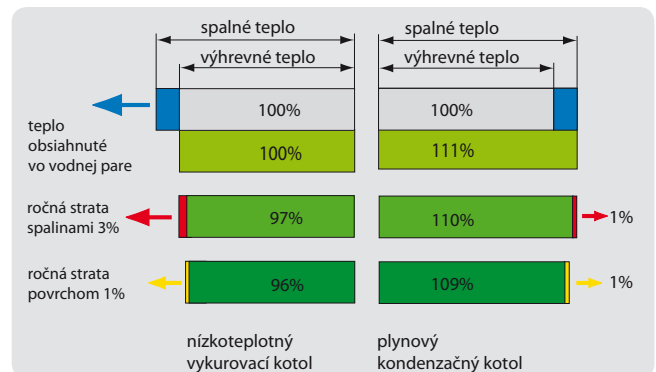
Pri kondenzačných zariadeniach je kondenzácia vykurovacích plynov vyslovene žiaducim javom, pričom vykurovacie kotly ako aj komínová vložka majú špeciálne

konštrukčné vlastnosti a okrem toho sú aj po materiálovej stránke prispôbené tak, že skondenzovaná voda nemôže spôsobiť žiadne škody. Týmto je daná možnosť, využiť latentné teplo, ktoré je obsiahnuté vo vykurovacom plyne, jeho kondenzáciou v rámci kotla. V prípade nízkočplotných kotlov sa táto energia stráca v systéme cez komínové teleso.

Okrem toho sa pri kondenzačných zariadeniach teplota spalín oproti nízkočplotnej technike výrazne znižuje (lepšie využitie citelného tepla). U nízkočplotných kotlov je nutné zabrániť „orosovaniu“ vykurovacích plôch a spalínového systému tým, že teplota spalín neklesne pod 100 °C. V prípade kondenzačnej techniky dosahuje teplota spalín už len cca. 40 °C.

Ako je možné dosiahnuť stupeň využitia nad 100%?

Aby sme u rôznych vykurovacích systémov naďalej udržali porovnateľnosť, zachováme si porovnávaciu veličinu výhrevného tepla H_i paliva. Nakoľko sa hodnota H_i vzťahuje na dokonalé spálenie bez kondenzácie, vzniká kuriózna situácia, že kondenzačné zariadenia môžu dosiahnuť stupeň využitia nad 100%, keďže sú schopné využiť spalné teplo H_s (kondenzačný účinok) ako ukazuje obrázok 7.



Obr. 7.: Porovnanie ročných tepelných strát u nízkočplotných a kondenzačných kotlov (zemný plyn)

Kondenzačná technika je vhodná tiež pre vysoké systémové teploty

Je jasné, že kondenzácia prebieha o to lepšie, o čo je nižšia teplota kotlovej vody. Z toho vyplýva mimoriadne dobrý stupeň využitia pri nízkych teplotách kotla respektíve nízkych teplotách vratnej vody.

Kondenzačné zariadenia sú vhodné pre radiátory ako aj pre podlahové vykurovania. Nakoľko rosný bod pre tvorbu kondenzátu pri spaľovaní zemného plynu predstavuje cca. 57 °C, možno dosiahnuť kondenzačný účinok tiež pri konvenčných vykurovacích systémoch (dimenzovaných na 75/60 °C), pri vonkajších teplotách aj hlboko pod bodom mrazu (obr. 5). Týmto možno dosiahnuť aj pri tejto aplikácii stupeň využitia výrazne nad 100%.

Materiál a palivo

Je potrebné zabezpečiť, aby vznikajúci kondenzát nespôsobil koróziu na kotle. Komponenty paliva (zemný plyn) ako aj prvky spaľovaného vzduchu vytvárajú pri spaľovaní zlúčeniny, ktoré menia pH hodnotu (stupnica na meranie kyslosti resp. zásaditosti) smerom ku kyslej reakcii.

Z oxidu uhličitého, ktorý vzniká pri spaľovaní, sa môže vytvárať kyselina uhličitá, vo vzduchu obsiahnutý dusík reaguje na lúčavku kráľovskú. Mimoriadne agresívna dokáže byť kondenzovaná voda pri spaľovaní štandardného vykurovacieho oleja, nakoľko obsah síry vo vykurovacom oleji má za následok tvorbu sírových zlúčenín a kyseliny sírovej. Preto musia všetky plochy výmenníka tepla, ktoré prichádzajú do styku s kondenzovanou vodou, pozostávať z materiálov, ktoré sú voči takýmto chemickým útokom komponentov obsiahnutých v kondenzovanej vode necitlivé.

Na tento účel sa už dlhé roky osved čuje práve nehrdzavejúca oceľ. Pre palivá ako je vykurovací olej alebo zemný plyn sú k dispozícii rôzne legované varianty ušľachtilej ocele (s prímiesami chróm, nikel, molybdén alebo titan), ktoré je možné prispôsobiť vlastnostiam kondenzovanej vody. Takto tieto materiály odolávajú bez ďalšej povrchovej úpravy trvalo korozívnemu vplyvu kondenzovanej vody.

Vedenie spalín

Použitím nerez máme možnosť dosky výmenníka tepla geometricky stvárniť čo najideálnejšie. Aby sa teplo spalín efektívne prenieslo do vykurovacej vody, je potrebné zabezpečiť, aby vznikol intenzívny kontakt spalín s výhrevnou plochou. Princiipiálne máme k dispozícii dve možnosti:

Vykurovacie plochy je možné prispôsobiť tak, aby boli spaliny neustále vírené – nedochádza k tvorbe stredových prúdov s vyššími teplotami. Na tento účel nie sú vhodné hladké plochy, pretože je

nutné vytvoriť miesta s vychylujúcim účinkom, ako aj zmeny prierezu (výhrevná plocha Inox-Crossal).

Druhou možnosťou je namiesto silne zvráteného prúdenia vykurovacieho plynu (ako sa dosahuje pri vykurovacích plochách Inox-Crossal) zrealizovať laminárny princíp prenosu tepla (výhrevná plocha Inox-Radial).

Výhrevná plocha Inox-Crossal

Prostredníctvom proti sebe umiestnených šikmých vlysov sa dosahuje zmena smeru prúdenia spalín. Neustále meniace sa prierezy spoľahlivo zabráňujú tvorbe jadrového prúdenia.

Aby sa zabránilo nadmernej koncentrácii kondenzátu a tým pádom spätnému toku do spaľova cieho priestoru, by mali spaľovací plyn a kondenzát prúdiť rovnakým smerom – nadol. To podporuje zemská gravitácia a súčasne tiež odtekanie kvapiek kondenzátu je podporené

prúdom vykurovacích plynov. Výstup vykurovacieho plynu z výmenníka tepla je preto spravidla umiestnený dole.

Výhrevná plocha Inox-Radial

Použitím nerezovej máme možnosť tvar výmenníka tepla geometricky stvárniť čo najideálnejšie. Aby sa teplo vykurovacieho plynu efektívne prenieslo do vykurovacej vody, je po trebne zabezpečiť, aby vznikol intenzívny kontakt vykurovacieho plynu s vykurovacou plochou.

Na realizáciu laminárneho princípu prenosu tepla bola vyvinutá vykurovací plocha Inox-Radial, ktorá pozostáva zo špirálovito stočenej nerezovej rúrky so štvorhranným profilom. Jednotlivé vynutia sú v dôsledku špeciálnych prelisov vzdialené od seba presne 0,8 mm. Táto vzdialenosť, špeciálne prispôbená pomerom prúdenia vykurovacieho plynu, zabezpečuje, že sa v štrbine vytvára laminárne prúdenie bez hraničnej vrstvy, ktorá zabezpečuje vynikajúci prenos tepla. Vykurovací plyn, horúce cca. 900 °C, sa takto schladia na dĺžke štrbiny len 36 mm. V najideálnejšom prípade dosahuje vykurovací plyn na výstupe z kotla teplotu, ktorá je len cca. 3,5 K nad teplotou spiatocky kotlovej vody.

Horák

Ďalšou významnou veličinou ovplyvňujúcou efektívne využitie kondenzačného efektu je správny obsah CO₂ v spalínach. Tento je ovplyvňovaný najmä pomerom kyslíka (prívádzaného vzduchu) a paliva. Pre presné regulovanie tohto pomeru je potrebné mať pretlakový horák vybavený ventilátorom pre prívod spaľovacieho vzduchu. Takto je možné dosiahnuť optimálny obsah CO₂ v spalínach.

Obnoviteľné zdroje

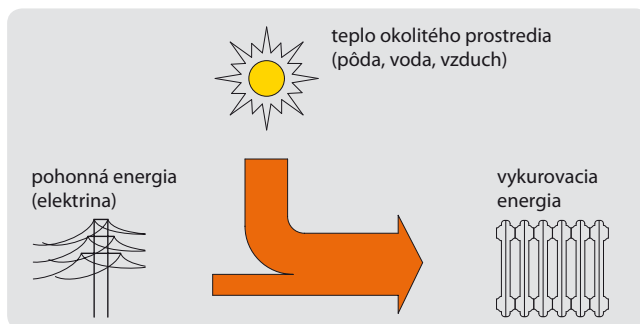
Zodpovedné zaobchádzanie so životným prostredím vedie k stále rastúcemu dopytu po obnoviteľných formách energie. Slné teplo môžeme využiť prostredníctvom slnečných kolektorov alebo tepelných čerpadiel, odpadové teplo môžeme využiť prostredníctvom vetracích zariadení so spätným získavaním tepla alebo tepelnými čerpadlami typu odpadový vzduch/voda, spaľovanie biomasy je z hľadiska bilancie oxidu uhličitého neutrálne a tým absolútne ekologické.

Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlá využívajú slnečné teplo akumulované v pôde, v spodnej vode alebo vo vzduchu – pomocou malého množstva pohonnej energie (spravidla ide o elektrický prúd) na vykurovanie. Moderné tepelné čerpadlá sú tak efektívne, že ich môžeme celoročne využívať ako zdroj tepla na vykurovanie a na ohrev teplej vody.

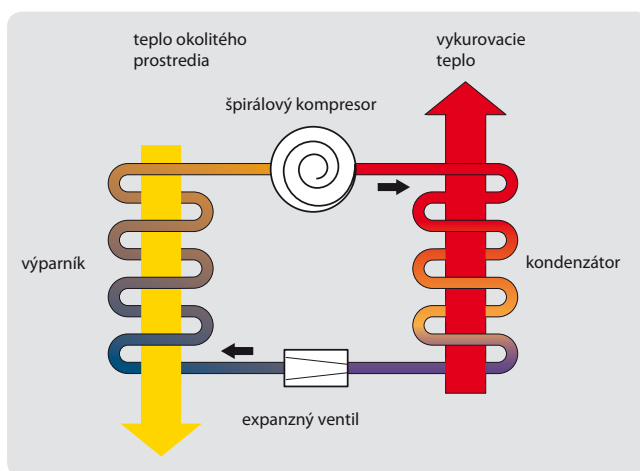
Funkčný princíp

Funkčný princíp tepelného čerpadla je založený na tom, že sa okolitému prostrediu (pôde, spodnej vode, vzduchu) odoberá teplo a toto teplo sa dostane na vyššiu teplotnú úroveň tak, že je ho možné využiť na vykurovanie obytných priestorov či ohrev teplej vody.



Obr. 8.: Princíp tepelného čerpadla

Technický štandard v súčasnosti predstavujú elektrické tepelné čerpadlá, ktorých funkčný princíp vlastne zodpovedá chladničke. Pri prijímaní tepla z okolitého prostredia sa tekuté pracovné médium nachádza pri nízkom tlaku na primárnej strane (studenej strane) vo výparníku (obr. 9). Teplotná hladina tepelného zdroja (z vonka na výparníku) je vyššia ako je bod varu pracovného média, takže pracovné médium sa vyparuje a pritom okolitému prostrediu odoberá teplo. Táto teplotná hladina môže byť kľudne nižšia ako 0 °C.



Obr. 9.: Funkčná schéma tepelného čerpadla

Kompresor nasáva odparené pracovné médium z výparníku a stláča ho, pričom stúpa teplota pary (obdobne ako v prípade cyklistickej hustilky pri fúkaní pláštka kolesa na bicykli).

Z kompresoru sa dostáva pracovné médium v stave pary na sekundárnej strane (teplej strane – vo vykurovacom systéme) do kondenzátora, ktorý je chladený vykurovacou vodou. Teplota vykurovacej vody je nižšia ako kondenzačná teplota pracovného média, takže dochádza k ochladeniu pary, ktorá pri tom znovu kondenzuje.

Teplo prijaté výparníkom ako aj energia, ktorá je dodatočne prívádzaná už spomínanou komprimáciou, sa pritom odovzdáva do vykurovacej vody. Pracovná látka je potom odvádzaná cez expanzný ventil do výparníka. Pritom dochádza k zníženiu vysokého tlaku kondenzátora na nízky tlak výparníka ako aj k ochladeniu. Tým sa cyklus uzatvára.

www.viessmann.sk

-bb-