

doc. Ing. Michal Holubčík, PhD.

prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD.

Ing. Patrik Nemeč, PhD.

**Vybrané študijné texty a ilustrácie k predmetom Technika
ochrany ovzdušia, Energetické využívanie odpadov a
Monitorovanie životného prostredia študijných programov
Energetická a environmentálna technika a Technika
prostredia**

(časť. Zdroje tepla na tuhé palivá)

Pod'akovanie

Tieto študijné texty vznikli vďaka podpore projektu 032ŽU-4/2022 Implementácia poznatkov o moderných spôsoboch znižovania záťaže životného prostredia pri energetickom využívaní tuhých palív a odpadov do pedagogického procesu. Autori ďakujú Kultúrnej a edukačnej grantovej agentúre Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky.

Obsah

1. Zdroje tepla na tuhé palivá	4
1.1 Krby	4
1.1.1 Krbové kachle	7
1.1.2 Kachľové pece	9
1.1.3 Kuchynské sporáky	11
2.1 Kotly na tuhé palivá	12
2.1.1 Kotly s ručnou obsluhou	13
2.1.2 Kotly s automatickým riadením	15
2.1.3 Kotly spaľujúce drevné pelety	15
2.1.4 Kotly spaľujúce drevnú štiepku	17
2.1.5 Kotly spaľujúce balíky slamy	18
2.1.6 Kotly na spaľovanie uhlia	18

1. Zdroje tepla na tuhé palivá

Zdroje tepla na tuhé palivá využívajú všetky druhy uhľia a biomasu, z ktorých na vykurovanie sa predovšetkým využíva drevo a z neho vyrobené umelé palivá ako drevné pelety, brikety a pod. Pri najjednoduchšom energetickom hodnotení tuhých palív vychádzame z predpokladu, že sú zložené z horľaviny, popola a vody. Horľavina predstavuje aktívnu zložku, pretože je nositeľom chemicky viazanej energie a je tvorená najmä uhlíkom, vodíkom a sírou. Z praktického hľadiska sa do horľaviny zahrnuje tiež dusík a kyslík. Popol a voda sú zložky pasívne, nie sú nositelia energie, naopak energetickú hodnotu paliva znižujú. Rozdiel medzi nimi je vtom, že zatiaľ čo obsah popola, ktorý je z časti rozptýlený v uhoľnej hmote, nemožno jednoduchým spôsobom ovplyvniť, obsah vody možno pomerne ľahko znížiť sušením. Je logické, že vysušenie paliva má za následok zvýšenie jeho výhrevnosti, čo má veľký praktický význam najmä v prípade dreva. (*www.biomasa-info.cz*)

Z energetického hľadiska najdôležitejšími vlastnosťami paliva sú spalné teplo a výhrevnosť. Spalné teplo je definované ako teplo, ktoré sa uvoľní dokonalým spálením 1 kg paliva a ochladiť spalín a popola na počiatočnú teplotu t. j. 20 °C, pričom vodná para skondenzuje a zmení sa na vodu. Výhrevnosť je definovaná ako teplo, ktoré sa uvoľní dokonalým spálením 1 kg paliva pri ochladiť spalín na pôvodnú teplotu okolia, pričom voda (odparená z paliva, vzniknutá oxidáciou vodíka nachádzajúcom sa v palive a privedená vlhkým vzduchom), zostáva v plynnom stave. (*DZURENDA, 2005*)

1.1 Krby

Za tie roky, čo sa krby využívajú, sa ich účel čiastočne menil. V minulosti to bol prakticky jediný možný zdroj tepla. S postupom času mal v dome svoje miesto len kvôli vzhľadu a pre rekreačné využitie. Dnes krby a kachle naďalej poskytujú tieto výhody, navyše však pomáhajú znižovať náklady za teplo, a tým zvyšovať energetickú efektívnosť domácností.

Krb už nevnímame ako nadštandardný luxus, vídaný v televízií, filmoch a seriáloch, alebo ako majestátnu stavbu na hradoch a zámkoch. Uvažujeme o ňom už pri plánovaní stavby rodinného domu ako o alternatívnom zdroji vykurovania, ale aj ako o doplnkovom vykurovaní v už existujúcich domácnostiach. Samozrejme okrem jeho hlavnej úlohy - zdroj tepla, je veľmi dôležitým aspektom aj jeho dizajn, pretože sa stáva výrazným estetickým doplnkom každého interiéru, mnohokrát akýmsi „srdcom domácnosti“. (*www.krbypecekominy.sk*)

Správna funkcia krbu je daná základnými fyzikálnymi zákonmi. Funkčné časti krbu a jeho rozmery musia byť navrhnuté vzhľadom na požiadavky správneho horenia a odvodu spalín. Všetky dané podmienky sa musia vzájomne zladit' a usporiadať pre návrh krbu, pričom sa nesmie zabudnúť, že neslúži len ako zdroj tepla, ale aj esteticky skrášľuje priestor, v ktorom sa nachádza.

Podľa umiestnenia sú krby (*JELÍNEK, 2010*):

- vonkajšie – pristavané k budove alebo voľne stojaci záhradný,
- vnútorné – v priestore budovy slúžia ako zdroje tepla na vykurovanie.

Podľa úpravy čelnej steny ohniska sa krby delia na (*JELÍNEK, 2010*):

- otvorené – s otvoreným portálom, ohnisko do vnútorného alebo vonkajšieho priestoru,
- uzatvárateľne – s uzatvárateľným portálom, väčšinou priehľadnými dverkami. Niekedy sa tiež označujú ako krbové kachle alebo krbová vložka.

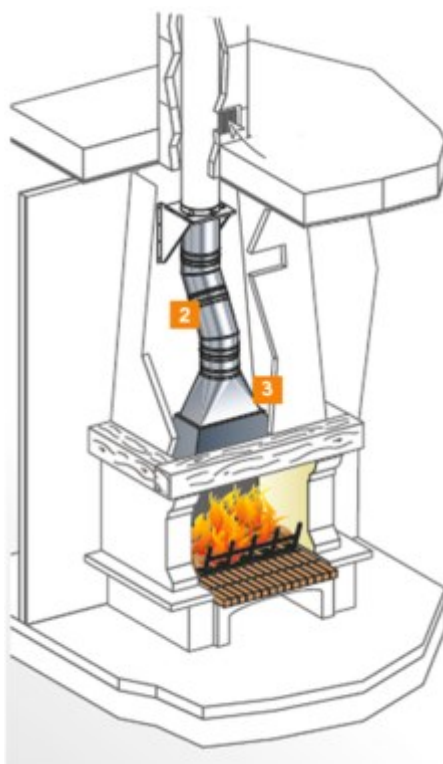
Otvorené krby sú historicky najstaršie krby, ktoré sú ešte rozšírené aj v dnešnej dobe. Otvorený krb nenahrádza vykurovací systém priestoru. Tepelné rozdiely medzi teplou a studenou zónou v miestnosti, ktoré sú dôsledkom prevádzky krbu ako jediného zdroja tepla v miestnosti, nepomáhajú správnej tepelnej pohode. Aj upravené otvorené krby so základnými výmenníkmi tepla budú vždy plniť viac estetickú ako funkčnú úlohu. V praxi sa otvorený krb využíva v miestnostiach, ktoré sú vykurované iným zdrojom tepla. Len vo výnimočných prípadoch sa využíva ako jediný zdroj tepla, napr. počas chladných dní v lete, pri poruche hlavného zdroja tepla.

Otvorený krb (obr. 1.1) musí spĺňať základné prevádzkové vlastnosti. Musí dodávať produkované

teplo a zbytočne neodsávať vzduch z miestnosti, hlavne vzduch, ktorý je už ohriaty. V komíne sa v dôsledku horúcich a teda ľahších dymových plynov vytvára podtlak, ktorý je tým väčší, čím je väčší rozdiel medzi teplotou plynov a teplotou vonkajšieho prostredia. Rozdiel hmotnosti medzi studeným a teplým vzduchom vyplýva z tepelnej rozťažnosti plynov ($1/273$ objemu na $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ = zmena hustoty vyvolaná zmenou objemu). Prúdením teplých dymových plynov v komíne vzniká v ohnisku podtlak, ktorý sa vyrovnáva prúdením chladnejšieho vzduchu v miestnosti smerom k ohnisku.

Hranica rosného bodu pri spaľovaní dreva je podobne ako pri hnedom uhlí $50 - 60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ak teplota v mieste styku dymových plynov s okolitými materiálmi klesne pod túto hranicu, napr. primiešaním chladného vzduchu v miestnosti, začne vznikáť kondenzát, ktorý steká po stenách. Dlhotrvalý vplyv kondenzátu má deštruktívny vplyv na kvalitu, životnosť a funkčnosť komponentov. Aby sa zabránilo vzniku kondenzátu, je potrebné správne zaizolovať komín.

Pre dosiahnutie vyššej účinnosti a pre lepšie estetické stvárnenie sú volené rôzne typy portálov a ich konštrukcie. Často z dôvodu umiestnenia v priestore je nutné zvoliť krb s bočným otváraním, alebo krb s rôznymi tvarmi stien. Pre zlepšenie odrazu tepelných lúčov von do priestoru, a tým zvýšenie tepelného efektu, sa často využíva zošíkmenie bočných stien krbu.

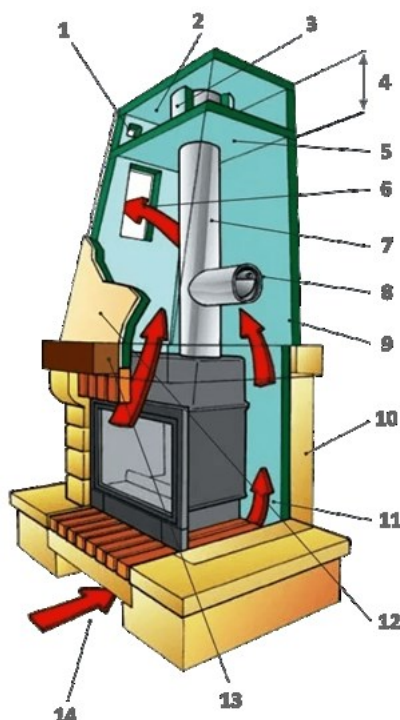


Obrázok 1.1 : Vstup vzduchu do ohniska otvoreného krbu

Výber konštrukcie silne závisí od konkrétneho priestoru. To, čo môže byť niekde dobrým riešením, nemusí vyhovovať inde. Často stačí pre zlepšenie účinnosti otvoreného krbu urobiť len celkom jednoduché stavebné úpravy. Zlepšiť prevádzku je možné zmenšením otvorenej plochy portálu, ktorou vstupuje do krbu vzduch. Účinnosť krbu je možné zvýšiť aj tak, že spaliny sú vedené okolo zadnej steny, ktorá je tvorená dutou liatinovou prepážkou. V nej sa ohrieva vzduch, ktorý je privádzaný od podlahy a po ohriatí odvádzaný do priestoru v hornej časti krbu. To je základ teplovzdušného krbu.

Teplovzdušný krb (obr. 1.2) je voľne stojace presklené ohnisko na spaľovanie dreva (krbová vložka) umiestnené v otvorenej obstavbe, okolo ktorej vplyvom tepla uvoľňovaného počas horenia prúdi teplý vzduch. Tento ohriaty vzduch je následne vháňaný späť do miestnosti, ktorú veľmi rýchlo ohreje. Moderné dvojplášťové krby umožňujú vďaka výkonným a tichým ventilátorom rozvádzať ohriaty vzduch aj do ďalších miestností a z jedného miesta vykurovať celý dom. Na rýchlosť vykurovania má veľký vplyv materiál, z ktorého je vložka a jej obmurovka vyrobená.

ZDROJE TEPLA NA TUHÉ PALIVÁ



Obrázok 1.2 : Schéma teplovzdušného krbu (<https://www.vaterm.sk/teplovzdušne-krby/>)

Popis obrázka 1.2:

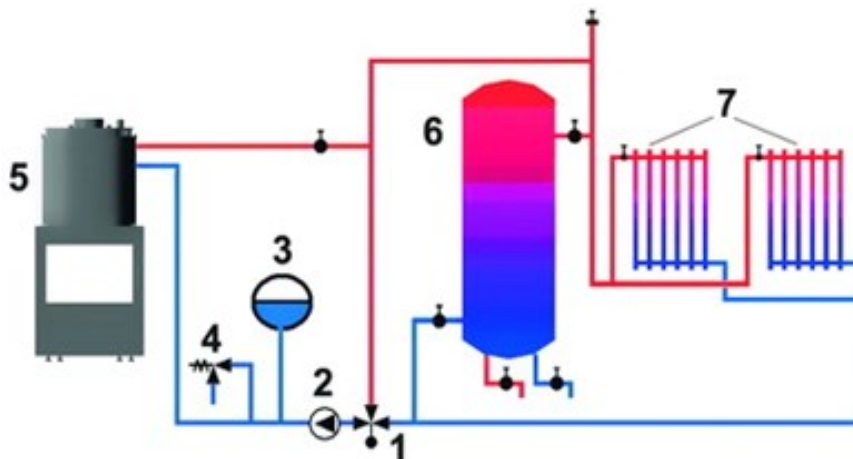
1. *Teplý vzduch* – Vyhrievaný vzduch, ktorý sa šíri do priestorov.
2. *Rozvod teplého vzduchu do príľahlých priestorov* – Systém, ktorý umožňuje distribúciu teplého vzduchu do ďalších miestností.
3. *Spaliny* – Plyny vznikajúce počas horenia, ktoré sú odvádzané komínom.
4. *Izolácia* – Tepelná izolácia zabráňujúca úniku tepla do nežiaducich miest.
5. *Kachliarska omietka* – Povrchová úprava krbu pre estetiku a ochranu.
6. *Dymovod* – Rúra na odvádzanie spalín do komína.
7. *Ventilačný otvor na prívod vzduchu* – Otvor na prívod vzduchu pre lepšie horenie.
8. *Ohriaty vzduch v rozvodoch* – Vzduch, ktorý sa zahrieva a distribuuje.
9. *Spaľovacia komora* – Miesto, kde dochádza k horeniu paliva.
10. *Sklenené dvierka* – Umožňujú pohľad na plamene a zároveň zabezpečujú bezpečné horenie.
11. *Kachliarsky obklad* – Obklad z materiálu, ktorý akumuluje teplo a zvyšuje účinnosť krbu.
12. *Základová doska* – Stabilná základňa krbu.
13. *Prívod studeného vzduchu* – Studený vzduch je nasávaný na ohrievanie.
14. *Podlaha s ventilačným otvorom* – Miesto, kadiaľ je umožnený prívod vzduchu zospodu.

V tomto teplovzdušnom zariadení je podstatná kvalita krbovej vložky, ona rozhoduje, koľko tepla krb vyprodukuje. Či sa už krbová vložka obloží kachľami, alebo kameňom, nemá až taký veľký podstatný vplyv na výkon ani na dĺžku udržiavania tepla v plášti krbu či v miestnosti. Pri spaľovaní dreva v teplovzdušnom krbe vzniká cirkulácia – rýchla výmena vzduchu. Krb zohreje vzduch pomocou rozpálenej kovovej vložky. Ten potom prúdi hore, ku stropu miestnosti, a po ochladení klesá k podlahe. Tak vznikajú prúdy teplého vzduchu – z toho pochádza aj ich označenie. Teplovzdušné typy ohnísk vykúria priestor okolo seba pomerne rýchlo, teplotný spád medzi stropom a podlahou však býva veľký. Ich užívatelia sa zvyknú sťažovať na teplý suchý vzduch v oblasti hlavy a súčasne studené nohy. Nezanedbateľná je aj vyššia spotreba paliva a nutnosť častého prikladania oproti kachľovým krbom.

Účinnosť teplovzdušných krbov možno zvýšiť aj zabudovaním teplovodného výmenníka, pomocou ktorého sa dá vyhrievať aj voda v ústrednom kúrení a ohrievači na teplú vodu.

Teplovodné krby obsahujú teplovodný výmenník tepla, pomocou ktorého je možné ohrievať vodu v ústrednom vykurovaní, prípadne teplú pitnú vodu. Zvyčajne sa využíva krbová vložka s výmenníkom

tepla spaliny – voda. Vzhľadom na to, tieto krby dokážu vykurovať priestor nielen sálavým teplom, ale aj teplom z vykurovacích telies. Vďaka odovzdávaniu tepla do ústredného kúrenia je možné si nastaviť tepelnú pohodu v jednotlivých miestnostiach zvlášť. Oveľa výhodnejšie z hľadiska tepelnej regulácie a úspor je však teplo z krbu ukladať a podľa teploty média vrstviť do dostatočne veľkej akumuláčnej nádoby s teplou vodou a odtiaľ ho podľa potreby neskôr odoberať (obr. 1.3).



Obrázok 1.3 : Schéma ohrevu vody v teplovodnom krbe (1 – zmiešavací ventil, 2 – čerpadlo, 3 – expanzná nádoba, 4 – poistný ventil, 5 – krbová vložka, 6 – vyrovnávací zásobník, 7 – spotrebiče tepla) (JANDAČKA, 2011)



Obrázok 1.4 : Záhradný krb (<https://www.my-barbecue.co.uk>)

Krbové vložky s teplovodným výmenníkom majú však rôzne špecifiká, ktoré je potrebné dodržať z hľadiska ich celkovej bezpečnej prevádzky. V tomto systéme je samozrejmosťou poistný ventil. Sústava musí byť napojená buď na záložný zdroj elektrickej energie, alebo musí mať dostatočne veľkú otvorenú expanznú nádobu. V inom prípade musí byť napojená na vodovodnú sústavu nezávislú od dodávky elektrickej energie.

Pre spríjemnenie atmosféry vonkajších posedení ako aj pre pohodlnú prípravu určitých druhov jedál sa používajú záhradné krby (obr. 1.4). Pre tento účel bol u mnohých z nich špeciálne vyvinutý ich roštovací systém. Krby majú dômyselne skonštruovanú spaľovaciu komoru, chránenú šamotovými tehliami, ktoré umožňujú trvalé horenie dreva bez poškodenia telesa vysokou teplotou. To zaručuje aj ich vysokú životnosť. Najčastejšie sa záhradné krby stavajú na terasách. Kvôli svojej pomerne vysokej hmotnosti totiž potrebujú dostatočne pevný podklad, aby bola zabezpečená ich stabilita.

1.1.1 Krbové kachle

V dnešnej dobe vzhľadom na dokonalejšie stavby (nie náročné na vykurovací výkon) idú do

ZDROJE TEPLA NA TUHÉ PALIVÁ

popredia jednoduchšie formy vykurovacích telies vo forme krbových kachlí (obr. 1.5). Krbové kachle sú moderným doplnkom dnešných domácností, zaznamenávame v poslednom desaťročí obrovský záujem spotrebiteľov. Na trhu existujú stovky typov ako od slovenských, tak zahraničných výrobcov.

Krbové kachle sú lokálnym zdrojom kúrenia, ktoré primárne prehrievajú priestor v ktorom sú osadené, avšak zároveň spĺňajú estetickú dekoráciu v priestore podľa vyhotovenia. Ako palivo sa výhradne používa drevo, drevné brikety alebo drevné pelety. S briketami a peletami nebýva problém, ale kusové drevo by malo byť riadne vyschnuté. Mäkké drevo aspoň rok a tvrdé drevo najmenej dva roky.



Obrázok 1.5 : Krbové kachle

Spaľovacia komora je vykladaná vyberateľnými šamotovými doskami, pričom dno ohniska tvorí spravidla vyberateľný rošt. Spaľovacia komora je pevne uzatvárateľná presklenými dvierkami s tepelne odolným sklom. Toto zvyšuje estetický pôžitok pohľadom na plápolajúci oheň pri posedení pri kachliach a zároveň zabraňuje vypadávaniu iskier a unikaniu dymu do miestnosti.

Horný priestor nad spaľovacou komorou je možné použiť na udržiavanie jedál a nápojov teplých. Povrchová úprava krbových kachlí môže byť v rôznych materiálových vyhotoveniach (liatinová, oceľová, keramická, z prírodného kameňa) a v rôznych farebných modifikáciách. Ich veľkosť a jednoduchá montáž umožňuje osadiť ich do akéhokoľvek priestoru a vždy si vychutnávať krásne chvíle pri ohni, ktorý vytvára to pravé teplo domova. Ak po rokoch používateľ chce zmeniť dizajn interiéru a už do jeho koncepcie kachle nezapadajú, bez najmenších stavebných úprav, je možné teleso vymeniť. (www.stavstroj.sk)

Krbové kachle sú:

- Jednoplášťové sálavé, ktorá sú síce vhodné na vykurovanie len jednej miestnosti, ale na druhú stranu je ich teplo rýchlejšie.
- Dvojplášťové konvekčné, ktoré na princípe konvekcie, teda prenosu tepla prúdením, ohrievajú vzduch v miestnosti v medzere medzi dvojitém plášťom. Tieto kachle dokážu vyhriať cez otvorené dvere aj jednu vedľajšiu miestnosť.

Liatinové krbové kachle majú regulovateľné sekundárne spaľovanie, postcombustion system, oplach skla, možnosť priameho napojenia čerstvého vzduchu z exteriéru a iné moderné technológie, vďaka ktorým dosahujú účinnosť až 80 %. V niektorých je možnosť napojenia dymovodu zvrchu aj zozadu. Pri krbových kachliach nie je možnosť inštalácie teplovzdušných rozvodov do okolitých miestností, ale práve dymovod môže zohriať aj miestnosť umiestnenú nad priestorom, kde sú krbové kachle, samozrejme pokiaľ je dymovod napájaný do komína v podkrovnej časti domu.

Skutočne, na trhu je dnes také množstvo výrobkov, že nie je ľahké sa v tom orientovať, niekedy ani pre odborníka. Najčastejšou chybou je, že ľudia kachle volia len podľa vzhľadu.

Krbové kachle prinášajú do priestoru príjemné teplo, pohodu z hrejúcich plameňov a súčasne môžu pomôcť ušetriť nie málo peňazí za vykurovanie plynom alebo elektrinou. Sú určené na prikurovanie v obytných priestoroch. Nie je však možné ich použiť na trvalé vykurovanie ako jediný zdroj vykurovania. Je to dané ich konštrukciou. Krbové kachle totiž nemajú žiadny zásobník paliva, všetko palivo v nich horí v podstate naraz, a vyžadujú preto časté prikladanie.

Pre kachle musí byť vhodný komín, dostatok miesta – kde ich je možnosť postaviť. Kachle musia byť umiestnené na nehorľavej podlažke, ktorou môže byť napr. dlažba, možno ich postaviť aj na plávajúcu podlahu alebo koberec, ale potom pod ne musíme dať primerane veľký podkladový plech alebo podkladové sklo. Kachle nemôžu byť umiestnené 20 cm od horľavých predmetov. V smere presklenia dvierok sa táto vzdialenosť predlžuje až na 80 cm. Zhruba do vzdialenosti 2 metrov pred kachľami nie je vhodné situovať posedenie, pretože takto blízko pri kachliach býva veľmi teplo.

Veľmi dôležitá je voľba vhodného výkonu krbových kachlí. Veľmi často sa stretávame s tým, že ľudia si vyberajú kachle o vysokom výkone. To potom vedie k tomu, že v miestnosti je nepríjemné teplo a presušený vzduch. Pokiaľ takéto nevhodné kachle začneme prevádzkovať na minimálny výkon, keď v nich tlie jedno polienko, tak to spôsobí, že sklo kachlí sa začmudí čiernou neprehľadnou vrstvou sadzí. Voľba správneho výkonu je veľmi dôležitá, dokonca sa dá povedať, že tu platí pravidlo radšej menej ako viac. Potrebný výkon môžeme určiť viacerými metódami. Najjednoduchšia z nich vyjadruje, že v starších, tepelne nezaizolovaných domoch vyhreje každý jeden kW výkonu priestor o objeme 20 m³. Teda napr. keď potrebujeme vyhriať priestor o objeme 160 m³, tak potrebný výkon vypočítame: $160 : 20 = 8 \text{ kW}$. Vyšlo nám 8 kW a môžeme si dovoliť toleranciu plus/mínus 1 kW, teda by sme mali zvoliť kachle o výkone 7 až 9 kW. Ale v novostavbách, ktoré majú omnoho lepšie tepelno-izolačné vlastnosti, vyhreje 1 kW výkonu dvakrát väčší priestor, teda 40 m³. Takže pre rovnaký priestor stačí polovičný výkon a mali by sa voliť kachle s výkonom 3 – 5 kW. Ďalšími parametrami pre výber môžu byť kvalita, cena a konečne ten vzhľad.

1.1.2 Kachľové pece

Kachľová pec je vykurovacie zariadenie s plášťom zhotoveným z kachlíc, alebo kombinovaním kachlíc a omietnutých častí. Tieto zariadenia dokáže postaviť iba skúsený odborník – kachliar, pričom sa musia dodržiavať prísne protipožiarne opatrenia. Medzi základné druhy kachľových pecí patria:

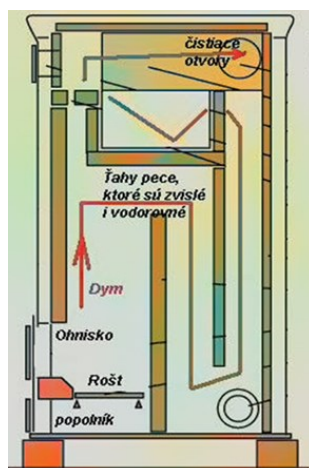
- sálavé bezroštové kachľové pece,
- sálavé kachľové pece s roštom,
- sálavé kachľové pece kombinované s teplovzdušným vykurovaním,
- teplovzdušné kachľové pece,
- hypokaustové kachľové pece.

Sálavé bezroštové kachľové pece sa radia medzi najúspornejšie a najzdravšie vykurovania. Vnútro sálavej pece je z tehál alebo šamotiek, ktoré šíria teplo sálaním. Tepelné žiarenie sálavého tepla vytvára v interieri relatívne nízku teplotu, nevznikajú tak zvýšené pohyby vzduchu, teplotné spády ostávajú malé a vlhkosť prostredia kolíše okolo hodnoty 30 – 50 %. Vytvára tak príjemnú a zdravú tepelnú pohodu. Sálavé pece vykurujú miestnosť, v ktorej stoja, prídavnými ťahmi – prieduchmi, ktoré sa však môžu viesť aj do iných miestností. Jedným zariadením je tak možné vyhriať celý obytný objekt. Na rozdiel od teplovzdušných typov sprostredkujú v akumulačných telesách prechod tepla spaliny z ohňa. Vďaka uzavretému okruhu prieduchov je v nich spotreba paliva minimálna a prikladať stačí približne dvakrát za deň. Týka sa to hlavne pece bezroštovej, v čase uzatvorenia dvierok nie je prísun vzduchu do ohniska a po spálení dreva je rozhorúčená i spodná šamotka, ktorá plní funkciu roštu. Povrch sálavých roštových i bezroštových pecí je upravený kachľami alebo omietacími kachľami. Vzhľadovo rozoznávame krbové kachle celokachľové, biele alebo kombinované s kachľami a omietkou.

Sálavá kachľová pec s roštom (obr. 1.6) funguje podobne ako kachľová pec bez roštu, akurát v ohnisku je umiestnený rošt a popol sa dá vynášať v tomto prípade v popolníku. Prikladanie do tejto pece je len o málo častejšie ako do bezroštovej, stále sa zaraďuje medzi najúspornejšie a najkvalitnejšie zariadenia. Uvedená pec slúži hlavne na vykurovanie v tej miestnosti, kde je postavená.

Kombinované krbové kachle poskytujú viac typov vykurovania, a to sálavé i teplovzdušné. Dá sa zjednodušene povedať, že takéto kachle sú predelené vo vnútri na polovičku. Prvá časť kde je ohnisko pece je teplovzdušná, dym z nej však nejde ihneď do komína, ale prechádza ďalej druhou časťou kachlí – prieduchmi.

ZDROJE TEPLA NA TUHÉ PALIVÁ

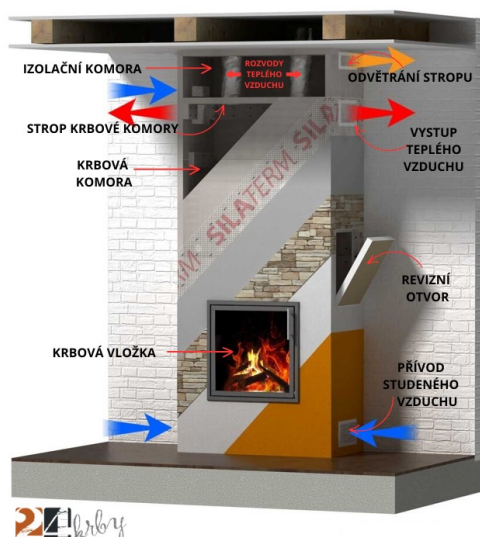


Obrázok 1.6 : Sálavá kachľová pec s roštom (JANDAČKA, 2011)

Spotreba paliva v kombinovaných telesách je vyššia, ako v samotnej sálavej peci, ale nižšia ako v teplovzdušnom či otvorenom krbe. Ich výhodou je to, že z teplovzdušnej časti je možné rozviesť rozvody i do vzdialenejších miestností. Pec po dokúrení neudržiava teplo tak dôkladne, ako originálna sálavá, jej výkon závisí od konštrukcie, kvality krbovej vložky a dobrej práce kachliara. Praktickým riešením je kvalitné sálavé teplo nechať v tej miestnosti, kde kachle stoja a teplovzdušné vývody nasmerovať do iných miestností, v ktorých na kvalite tepla až tak nezáleží, napríklad do podkrovia, chodby, kúpeľne a podobne.

Teplovzdušná kachľová pec (obr. 1.7) pracuje na podobnom princípe ako teplovzdušný krb, s tým rozdielom, že vzhľadom pripomína kachľovú sálavú pec. Jej vnútro je duté, ako v teplovzdušnom krbe, vložka je však vyššia a užšia. Pracuje na podobnom princípe ako teplovzdušný krb.

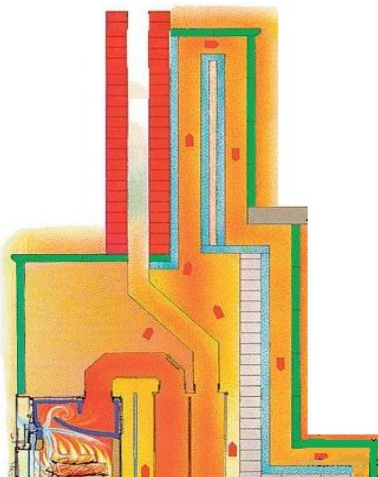
Medzi ich výhody patrí, že teplo sa vyprodukuje celkom rýchlo, preto sú vhodné do objektov, kde sa nezdržiava dlhší čas, napríklad do chaty či chalupy. Teplo sa dá rozviesť do iných miestností, do miestností v okolí krbu alebo priamo nad ním aj bez ventilátora, do vzdialenejších miestností pomocou krbového ventilátora. Medzi nevýhody teplovzdušnej kachľovej pece patrí nerovnomerne rozložené teplo v miestnosti, vysoká spotreba paliva, je potrebné často prikladať palivo. Po spotrebovaní paliva miestnosť rýchlo vychladne.



Obrázok 1.7 : Schéma funkcie teplovzdušnej kachľovej pece (<https://www.kamnakrby.cz/izolacni-desky-skamotec225>)

Hypokaustová kachľová pec (obr. 1.8) využíva princíp teplého vzduchu v uzatvorenom priestore. Na rozdiel od teplovzdušných telies, pri ktorých horúci vzduch stále cirkuluje v miestnostiach, však pri hypokauste nie sú otvory na vyústenie tohto horúceho vzduchu. Takže horúci vzduch, ktorý vzniká

v oceľovej, liatinovej vložke, alebo z iného ohniska v hypokaustovej peci, koluje a obmieľa vnútorné steny z kachlíc alebo iného vhodného materiálu, čím ich ohreje. Výhodou tohto zariadenia je tvarová rozmanitosť, členitosť a originálny náročný vzhľad. Ak zasahuje aj do ďalších miestností, ohriaty vzduch z vložky sa dostane do všetkých častí krbu, a tým i ohrieva všetky miestnosti. Firmy, ktoré sa zaoberajú hypokaustovým vykurovaním uvádzajú, že vyprodukované teplo je kvalitné ako pri sálavej peci, ale je medzi nimi zásadný rozdiel. Sálavá pec sa totiž nahrieva prúdením dymu – spalín, ktoré kolujú v ťahoch, ohrieva kachlice a má minimálnu spotrebu paliva. Hypokaustová pec sa nahrieva prúdením horúceho vzduchu, čiže ohnisko je od kachlíc oddelené vzduchopriestorom. Spotreba paliva v nej závisí od typu použitej vložky a od ťahového systému. Pri porovnávaní hypokaustovej a sálavej pece z hľadiska skúseností sa len sálavá pec stále považuje za najkvalitnejšiu, ako po zdravotnej stránke vykurovania, tak i z pohľadu úspory paliva.



Obrázok 1.8 : Schéma hypokaustovej kachľovej pece (JANDAČKA, 2011)

1.1.3 Kuchynské sporáky

Kuchynský sporák (obr. 1.9) predstavuje lokálny zdroj tepla, ktorý sa používa hlavne pre jeho úžitkové vlastnosti, ako sú varenie a pečenie, až ako druhotný výstup pre potreby vykurovania.

Kuchynské sporáky sú charakteristické liatinovými platňami, ktoré slúžia na varenie. Tieto sú ohrievané teplom spalín, ktoré vznikajú spaľovaním paliva, vo väčšine prípadov kusového dreva. Spaliny sú vedené popod liatinové platne a následne sú vedené okolo rúry na pečenie a až následne sú odvedené do komína. Pri zakurovaní sa používa tzv. zakurovacia klapka, ktorá umožní priamy vstup spalín do komína. Po zakúrení sa táto klapka uzatvorí. Ich základná konštrukcia je realizovaná z kovového materiálu, do ktorej sú zabudované keramické kachlice rôznych tvarov a farieb. Vnútorné spalínové cesty sú vyšamotované.



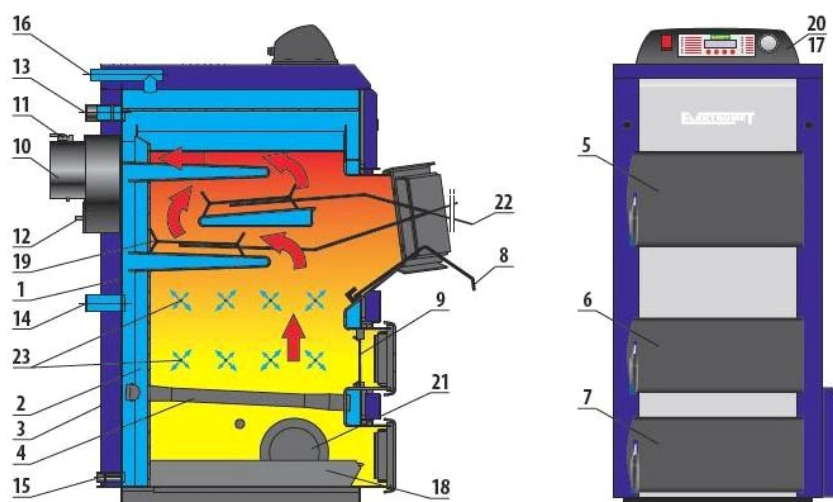
Obrázok 1.9 : Kuchynský sporák na drevo staršieho typu (<https://www.topchaleur.com/10513-cuisiniere-a-bois-rosa-5-0-ceramica.html>)

2.1 Kotly na tuhé palivá

Kotly na tuhé palivá sa konštrukčne odlišujú podľa druhu spaľovaného paliva, ktoré vplýva na vyhotovenie spaľovacieho roštu a odstraňovanie popola z kotla.

Medzi základné konštrukčné časti kotlov na pevné palivo patria (JANDAČKA, 2007):

- spaľovací priestor - časť vnútorného priestoru kotla, kde prebieha spaľovanie paliva,
- rošt - súčasť kotla na pevné palivo, určená na spaľovanie paliva vo vrstve, poprípade na odstraňovanie pevných zvyškov spaľovania z ohniska,
- kúrenisko (ohnisko) - časť kotla na pevné palivo, ktoré pozostáva z roštu a zo spaľovacieho priestoru,
- zásobník paliva - priestor, v ktorom je umiestnené palivo,
- rozvody primárneho a sekundárneho vzduchu - priestory vo vnútri kotla, ktorými prúdi vzduch na spaľovanie do primárnej a sekundárnej zóny spaľovania,
- kotlové teleso - súčasť kotla, v ktorom sa ohrieva teplonosná látka,
- popolník - priestor v kotle na pevné palivo, kde sa zhromažďujú pevné zvyšky spaľovania, ktoré prepadávajú cez rošt alebo sú roštom vynesené,
- popolníková zásuvka - vyberateľná nádoba, určená na odstránenie pevných zvyškov spaľovania z popolníka,
- spalinové cesty - priestory vo vnútri kotla, ktorými prúdia spaliny,
- výmenník tepla - časť kotla, v ktorej odovzdávajú spaliny teplo teplonosnej látke, zvyčajne rúrkovými, jedno až trojtáhovými výmenníkmi tepla,
- čistiace otvory - otvory pre čistenie spalinových ciest a výmenníkov tepla.



Obrázok 1.10 : Schéma kotla na tuhé palivo – 1. kotlové teleso, 2. výmenník tepla, 3. opláštenie, 4. vodný rošt, 5, 6, 9. dvierka, 7. popolníkové dvierka, 8. smerovač ťahu, 10. sopúch, 11. komínová klapka, 12. revízny otvor, 13, 14. pripojenie vykurovacieho média, 15

Voľba výkonu kotla je závislá od objektu, ktorý sa vykuruje, resp. od technológie, pre ktorú sa vyrába teplo. Tepelný výkon objektov sa určuje na základe výpočtu tepelných strát, ktoré sú dané tepelno-technickými vlastnosťami objektu a klimatickými podmienkami lokality, v ktorých sa vykurovaný objekt nachádza. Pri stanovení tepelného výkonu zdroja tepla na vykurovanie obytných priestorov, je potrebné brať do úvahy aj tepelný výkon potrebný na zabezpečenie ohrevu teplej úžitkovej vody, resp. tepelný výkon pre vzduchotechnické zariadenia. Tepelný výkon kotla pre rôzne technológie je daný súčtom tepelných príkonov jednotlivých odberných zariadení. Pri stanovení tepelného výkonu kotla pre technológiu je potrebné brať do úvahy aj tzv. súčasnosť chodu jednotlivých odberných zariadení. Pre vykurovanie rodinných domov sa používajú kotle o vykurovacom výkone v rozsahu od 10 až 50 kW.

Pri voľbe konkrétneho kotla je potrebné vychádzať zo základných parametrov zdrojov tepla, ktoré

sú uvedené v katalógových listoch a medzi ktoré patria:

- Maximálny dovolený pracovný tlak – najvyšší tlak, pri ktorom je prevádzka kotla bezpečná.
- Maximálna dovolená teplota – maximálna teplota, pri ktorej kotol môže pracovať za normálnych prevádzkových podmienok pri nastavení teploty vody na bezpečnostnom zariadení a pri podmienkach stanovených výrobcom.
- Prevádzková teplota – rozsah teploty, pri ktorej kotol môže pracovať za normálnych prevádzkových podmienok pri nastavení teploty vody na bezpečnostnom zariadení a pri podmienkach stanovených výrobcom.
- Tepelný výkon Q – užitočné teplo dodané do vody v kotle za jednotku času.
- Menovitý tepelný výkon Q_N – maximálny kontinuálny výkon uvedený výrobcom pre použité palivo.
- Minimálny tepelný výkon Q_{\min} – minimálny kontinuálny výkon uvedený výrobcom pre každý druh paliva.
- Rozsah tepelného výkonu – rozsah tepelného výkonu od minimálneho po maximálny, na ktorý môže byť kotol nastavený.
- Tepelný príkon Q_B – množstvo tepla za jednotku času vstupujúce do vykurovacieho kotla v palive, ktoré je dané výhrevnosťou paliva.
- Účinnosť kotla K – pomer užitočného tepelného výkonu k tepelnému príkonu.
- Ťah – tlakový rozdiel medzi statickým tlakom vzduchu v mieste inštalácie kotla a statickým tlakom odvádzaných spalín.
- Teplota vystupujúcich spalín t_A – teplota meraná na výstupe spalín z kotla.
- Tlaková strata na strane vody – tlaková strata pri prechode kotlom nameraná na vstupe a výstupe z kotla, pri prietoku teplotonosného média, ktorý zodpovedá menovitému tepelnému výkonu kotla.
- Čas horenia – pri ručnom prikladaní je to čas horenia od maximálnej náplne paliva po základnú úroveň horiaceho paliva na rošte.

Rozdelenie kotlov na tuhé paliva podľa dodávania paliva

- kotly s periodickým dávkovaním paliva,
- kotly s ručnou obsluhou,
- kotly s poloautomatickým riadením,
- kotly s automatickým riadením.

2.1.1 Kotly s ručnou obsluhou

Kotly s ručnou obsluhou sú charakteristické tým, že nakladanie paliva do kotla sa uskutočňuje manuálne. Vo väčšine prípadov sa ako palivo používa kusové drevo vo forme polien alebo zriedkavejšie tiež hrubá štiepka. Kotly s ručnou obsluhou sa najviac používajú pre rozsah výkonov do 50 kW. V dôsledku výstavby tzv. nízkoenergetických domov sa v súčasnosti vyrábajú kotly s výkonom nižším ako 15 kW. Pri tepelných výkonoch od 15 do 50 kW predstavuje typické vloženie množstvo cca 30 až 60 kg paliva na jednu dávku. Pri malých kotloch sa palivo dodáva do kúreniska cez horné nakladacie dvierka alebo nakladacie dvierka umiestnené z čelnej (prednej) strany kotla, pričom nakladanie paliva cez čelné nakladacie dvierka je menej namáhavé pre obsluhu ako nakladanie cez horné nakladacie dvierka.

Prívod spaľovacieho vzduchu je realizovaný buď na základe prirodzeného ťahu komína alebo pomocou ventilátorov. Použitie ventilátorov pre prívod spaľovacieho vzduchu má výhodu v tom, že prívod spaľovacieho vzduchu, a tým i proces spaľovania paliva, nie je závislý od vonkajších poveternostných podmienok, ktoré do značnej miery ovplyvňujú ťah komína.

Súčasťou kotla je výmenník tepla spaliny - voda, v ktorom sa ohrieva teplotonosné médium od prúdiacich spalín. V súčasnosti sa vo väčšine prípadov používajú rúrkové výmenníky tepla, v menšej miere potom doskové výmenníky tepla. Výmenník môže byť situovaný buď horizontálne alebo vertikálne.

ZDROJE TEPLA NA TUHÉ PALIVÁ

Výmenníky tepla zo strany spalín musia byť čistiteľné. Z tohto dôvodu musia byť prístupné. Konštrukcia teplovodných kotlov musia spĺňať určité bezpečnostné funkcie. V prípade výpadku elektrickej energie musí konštrukcia kotlov zabezpečiť rozptyl generovaného tepelného výkonu, ktorý by mohol spôsobiť zvýšenie teploty a tlaku vo vykurovacom systéme.

Regulácia kotlov by mala zabezpečiť optimálny proces spaľovania vo všetkých jeho fázach, t. j. sušenie (odparovanie vody z paliva), pyrolýza (uvoľňovanie plynnej zložky paliva), spaľovanie plynnej zložky paliva, spaľovanie pevných látok (hlavne uhlíka). Pri kotloch s ručnou obsluhou sa môže regulovať:

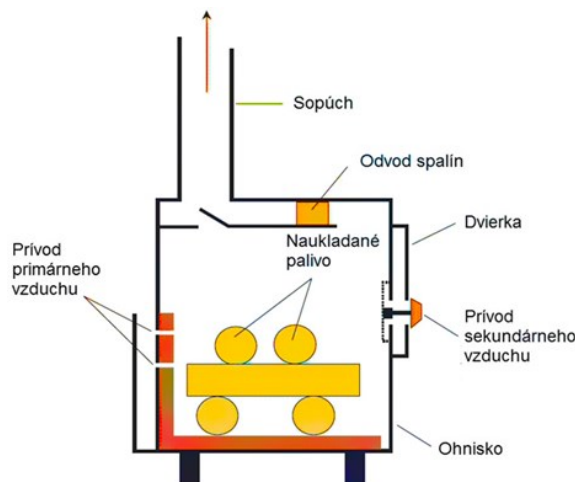
- tepelný výkon kotla,
- optimálne podmienky horenia počas všetkých fáz spaľovania.

Pri kotloch s ručnou obsluhou nie je možné regulovať ich tepelný výkon a proces spaľovania dodávkou paliva. Preto pri kotloch s ručnou dodávkou paliva je možné použiť regulovanie tepelného výkonu a procesu spaľovania iba reguláciou množstva primárneho a sekundárneho spaľovacieho vzduchu, resp. ich správne prerozdelenie. Prívod primárneho vzduchu ovplyvňuje uvoľňovanie plynnej zložky paliva, a tým i výkon kotla. Sekundárnym vzduchom sa ovplyvňuje vypálenie horľavých plynov.

V praxi sa vyskytujú tieto druhy regulácie kotlov s ručnou obsluhou:

- Kotly s mechanickou reguláciou množstva spaľovacieho vzduchu.
- Kotly s reguláciou tepelného výkonu.
- Kotly s reguláciou tepelného výkonu a s reguláciou procesu spaľovania.

Pri kotloch s mechanickou reguláciou množstva spaľovacieho vzduchu sa používa na zabezpečenie spaľovacieho vzduchu prirodzený ťah komína, ventilátor nie je k dispozícii. Generovaný výkon je závislý od polohy otvorenia prívodu primárneho a sekundárneho vzduchu od termoregulačného ventilu, ktorý sníma teplotu teplotnosného média a mechanickým prevodom nastaví polohu regulačnej klapky na reguláciu prívodu spaľovacieho vzduchu. Táto klapka sa nachádza buď na popolníkových dvierkach alebo v spalínovode.



Obrázok 1.11 : Schéma kotla spaľujúceho kusové drevo (JANDAČKA, 2011)

Kotly s reguláciou tepelného výkonu sú vybavené buď ťahovým alebo pretlakovým ventilátorom, ktorý dodáva potrebné množstvo spaľovacieho vzduchu podľa požadovaného tepelného výkonu. Regulácia sa realizuje buď na základe nastavenia otáčok ventilátora, alebo regulačnou klapkou, ktorej nastavením (škrtením) sa reguluje prívod spaľovacieho vzduchu. Regulovanie tepelného výkonu kotla je odvodené od teploty teplotnosného média. Množstvo spaľovacieho vzduchu sa nastaví na základe rozdielu medzi želanou a skutočnou teplotou média. Kotly s ručnou obsluhou majú regulačný rozsah od cca 50 do 100 %.

Kotly s reguláciou tepelného výkonu a s reguláciou procesu spaľovania disponujú taktiež ťahovým, resp. pretlakovým ventilátorom s reguláciou otáčok alebo s regulačnou klapkou, ktorej nastavením (škrtením) sa nastaví množstvo spaľovacieho vzduchu. Pri týchto typoch kotlov sa okrem

regulácie výkonu robí aj regulácia kvality spaľovania. V najjednoduchšom prípade sa regulácia kotla realizuje na základe ďalšej veličiny, a to teploty spalín. Na základe jej veľkosti sa nastaví množstvo primárneho a sekundárneho vzduchu, resp. ich prerozdelenie tak, aby sa zabezpečil zodpovedajúci spôsob spaľovania paliva. Pri cenovo náročnejšej regulácii je možné reguláciu realizovať nielen na základe teploty spaľovania, ale i na základe merania súčiniteľa preplňovania vzduchu pomocou tzv. lambda sondy alebo merania oxidu uhličitého v spalínach (CO - snímač).

2.1.2 Kotly s automatickým riadením

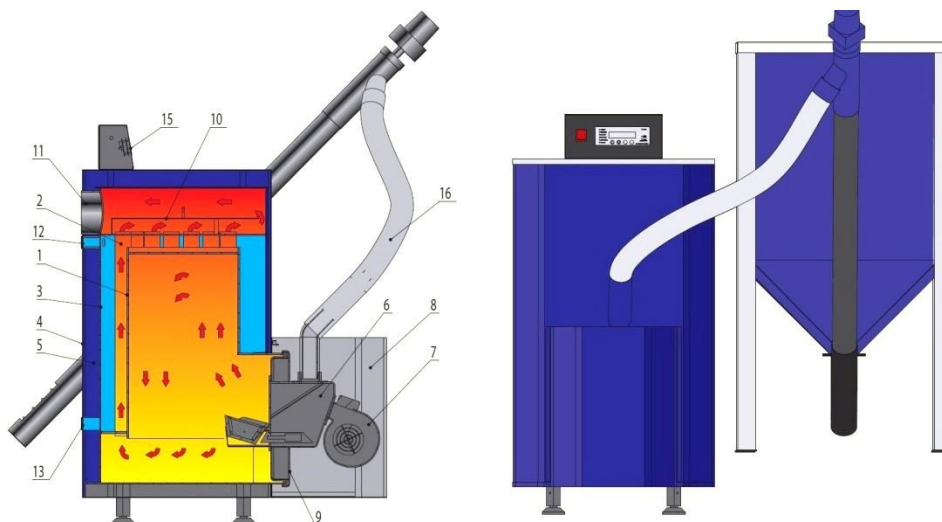
Kotly s automatickým riadením sa vyznačujú tým, že okrem regulácie tepelného výkonu, resp. i procesu spaľovania, sú schopné riadiť prívod a to paliva, buď kontinuálne alebo stupňovite. Automatickej dodávke paliva musí byť prispôsobená i samotná forma paliva. Pre kotly s automatickým riadením sa najčastejšie používa dendromasa vo forme štiepky, peliet, resp. brikiet.

Pri automatických kotloch môže byť zapalovanie a odstraňovanie popola realizované buď automaticky, alebo túto činnosť realizuje obsluha - vtedy sa hovorí o kotloch automatizovaných. Automatické zapalovanie sa môže realizovať teplovzdušným zapalovaním. Automatický odvod popola sa realizuje do zásobníka popola. Tu je však taktiež nutný občasný zásah obsluhy, aby v prípade naplnenia zásobníka bol tento zásobník odstránený.

Najčastejšie sa pri automatických kotloch na biomasu pre ústredné vykurovanie objavuje systém spaľovania so spodným, resp. priečnym prívodom paliva a spaľovanie roštové. Uvedené princípy spaľovania môžu byť použité pre rôzne palivá (štiepka, pelety, brikety, zrna), avšak pre každý druh paliva a jeho vlastnosti platia iné podmienky spaľovania. Mnohí výrobcovia ponúkajú v mnohých prípadoch stále tú istú konštrukciu kotla pre štiepky i pelety, ale je nutné si uvedomiť, že podmienky spaľovania pre tieto palivá sú odlišné, čomu musí zodpovedať i nastavenie kotla.

2.1.3 Kotly spaľujúce drevné pelety

Moderné kotly spaľujúce pelety (obr. 1.12) majú takmer automatickú prevádzku. Vyžaduje sa len minimálny manuálny zásah, a to dopĺňovanie peliet, čistenie spaľovacej komory horáka a vyberanie popola raz za 1 - 30 dní, podľa kvality peliet a veľkosti zásobníka. V prípade potreby môžu byť kotly vybavené automatickým odpopoliňovacím systémom pre komfortné vykurovanie s minimálnou obsluhou.



Obrázok 1.12 : Kotol na drevné pelety, 1 - teleso kotla, 2, 3 - výmenník tepla, 4 - plášť, 5 - tepelná izolácia, 6 - horák, 7 - ventilátor, 8 - uloženie horáka, 9 - upevnenie horáka, 10 - spalínová cesta, 11 - dymovod, 12,13 - pripojenie vykurovacej v

Pri zariadeniach na spaľovanie drevných peliet sú dôležité nasledujúce konštrukčné celky:

- teleso zariadenia s výmenníkom tepla, spaľovacia komora s dopravou peliet,
- horák s prívodom peliet, prívod vzduchu pre primárny a sekundárny vzduch, automatické zapálenie,

ZDROJE TEPLA NA TUHÉ PALIVÁ

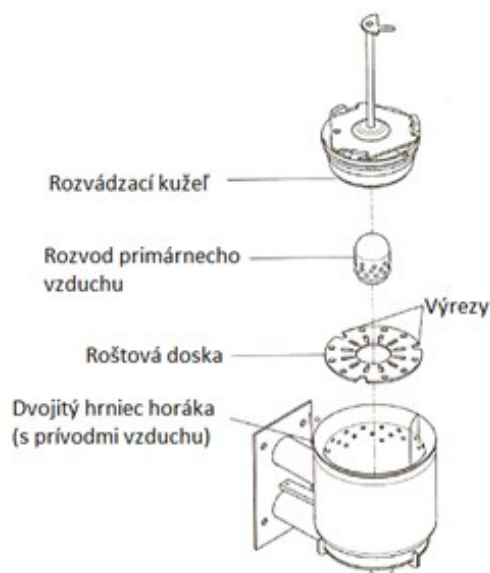
- bezpečnostné zariadenia,
- dopravníkové systémy pre dopravu peliet zo skladu paliva,
- odstraňovanie popola,
- regulácia spaľovacieho procesu a vykurovania.

Teleso kachlí alebo kotla sa skladá obyčajne zo zvaranej konštrukcie z oceľového plechu, v ktorej sa nachádza výmenník tepla, spaľovacia komora a prieduchy spalín. Vo výmenníku tepla dochádza k odovzdávaniu tepla zo spalín do teplotného média. Pri kachliach môže byť prenos tepla do okolitého vzduchu podporený ventilátorom. Povrch kotlov na centrálne vykurovanie býva zaizolovaný, aby nedochádzalo k únikom tepla.

Spaľovacia komora býva navrhnutá tak, aby mohlo spaľovanie prebiehať optimálne v celom rozsahu. Často má spaľovacia komora šamotové, alebo keramické obloženie, aby v nej bola trvale udržiavaná relatívne vysoká teplota. V spaľovacej komore je uložený horák.

Pri spaľovaní drevných peliet sa používajú:

- Hrncovitý horák (obr. 1.13) sa používa najmä v kozuboch a kotloch s tepelným výkonom do 30 kW. Hrnec horáku má dvojité steny (vnútorná je dierovaná) vyrobené zo žiaruvzdornej ocele. Medzi stenami sa privádza sekundárny vzduch. Pelety sú do horáku privádzané v určitom intervale pomocou spádovanej rúrky. Po prehorení vzniknutý popol prepadáva cez otvory do nádoby na popol.



Obrázok 1.13 : Schéma hrncovitého horáku (HOLZ, 2007)

- Tanierový horák so zápalným diskom sa používa aj v menších aj vo väčších zdrojoch tepla. Horák sa skladá z kruhového disku vyrobeného zo silne žiaruvzdornej ušľachtilej ocele, a má množstvo otvorov. Pelety sa plynulo dostávajú popod zápalný disk závitkovým dopravníkom otáčajúcim sa v rúre. Potom sa vytlačia na zápalný disk. Na tomto disku sa počas horenia vytvorí žeravá vrstva peliet, kde dochádza k splyňovaniu paliva. Primárny vzduch je privádzaný otvormi v disku. Sekundárny vzduch je privádzaný do plameňa horiacich drevných plynov v určitej výške nad roštom.
- Retortový horák sa líši od horáku so zápalným diskom formou ložiska žiaru a spôsobom prísunu paliva. Toto sa dodáva plynulým spôsobom z boku do korýtkovej nádoby (retorty). Tam sa uskutočňuje primárne spaľovanie (splyňovanie). Na odstránenie popola z retorty je potrebné osobitné vynášacie zariadenie.

Na privod potrebného vzduchu na primárne aj sekundárne spaľovanie sa používa ventilátor, ktorého otáčky bývajú často regulovateľné. Na automatické zapálenie paliva sa využíva teplovzdušný ventilátor.

Na zabránenie vzniku požiaru v zásobníku peliet sa používajú rôzne druhy protipožiarnych zariadení. Patria tu prepady s klapkami, turniketové dávkovače, sprinklerové zariadenie, pričom pri

zvýšení teploty dochádza k zavodeniu plniaceho dopravníka po roztavení taviacej spájky. Ďalej okrem bežných bezpečnostných zariadení, ako je poistný ventil, spätné klapky, uzatváracie armatúry, je pri vykurovacích kotloch na pelety predpísaný termický ventil, ktorý chráni kotol proti prehriatiu.

Systémy dopravy peliet zaručujú automatickú prevádzku zariadení a tak nie je potrebné plniť zásobník kotla ručne. Najskôr je potrebné dopraviť pelety zo skladu peliet do zásobníka zdroja tepla. Používajú sa najmä závitovkové dopravníky, ak je sklad peliet hneď vedľa kotolne. Vďaka tomuto dopravníku sa pelety dostanú buď priamo do plniaceho závitového dopravníka, alebo do zásobníka kotla a tak dopravníkový zásobník nemusí byť stále v prevádzke. Ďalej sa využíva šikmý transportný dopravník, ktorý zabraňuje úplnému vyprázdneniu skladu. Sacie systémy pracujúce podobne ako vysávač, môžu sa používať aj keď je sklad paliva vo väčšej vzdialenosti od kotla, prípadne na inom podlaží.

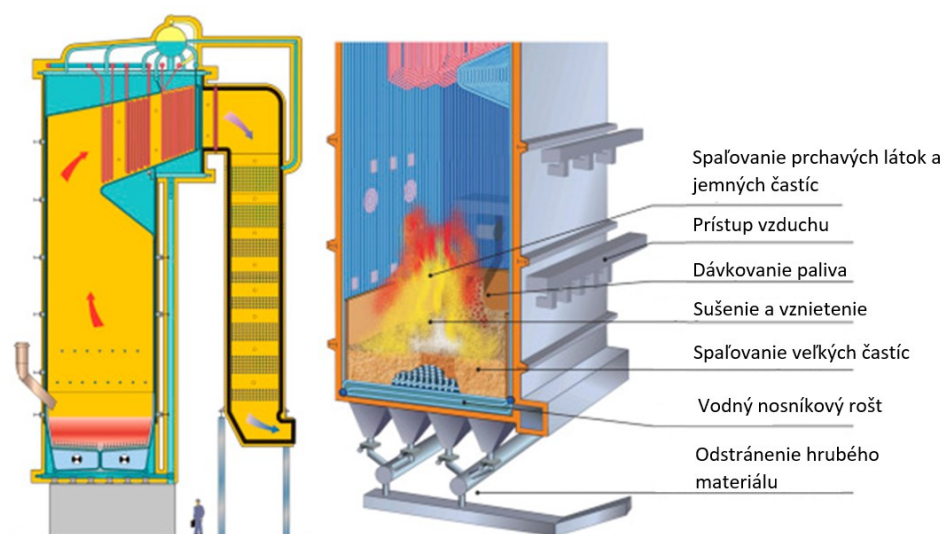
Popol je možné odstraňovať ručne alebo automaticky. Pri ručnom odstraňovaní sa raz za čas popol vysype zo zásobníka popola. Pri automatickom systéme sa využíva závitový dopravník na dne kotla, ktorý popol dopravuje do zásobníka popola mimo kotla.

Na reguláciu sa pri zdrojoch tepla na drevné pelety využíva elektronika so zodpovedajúcim softvérom. Regulácia spaľovania má za úlohu v súvislosti s požadovaným výkonom riadiť počet otáčok, resp. taktov takým spôsobom, aby sa do horáka dostalo vždy len potrebné množstvo peliet. Na spálenie týchto peliet musí okrem toho byť prostredníctvom riadenia otáčok ventilátora privedený primárny a sekundárny vzduch. Požadovaný tepelný výkon sa zistí z plynulého porovnania požadovanej teploty kotla so zodpovedajúcou skutočnou hodnotou. (ŽIDEK, 2003)

2.1.4 Kotly spaľujúce drevnú štiepku

Časť kotlov na spaľovanie biomasy je zameraná na spaľovanie štiepkov s predpísanou veľkosťou frakcie a pilín. Technológia dopravy paliva do ohniska nedovoľuje využiť odrezky, zmotané kusy kôry, je citlivá na čistotu paliva (kamene, drôty a pod. spôsobujú poruchové stavy). Často sú kladené zvýšené nároky na mieru vlhkosti paliva. Takéto technológie sú vhodné tam, kde je dostatok požadovaného paliva - piliny a štiepky. Tieto palivá sú však využiteľné aj na priemyselné spracovanie v drevospracujúcich podnikoch a celulózach, preto je jeho cena na trhu vyššia.

Celý zariadenie tvorí celý komplexný systém (obr. 1.14) od dopravy paliva zo zásobníka, cez jeho dopravu do kotla, proces spaľovania, výrobu tepla, odpopolnenie, čistenie spalín až po ich odvod vrátane komína. Celý proces spaľovania je riadený a kontrolovaný vlastným riadiacim systémom tak, aby boli trvale plnené emisné limity platné pre štát, v ktorom je zariadenie inštalované. Preto je možná prevádzka kotolne len s občasným dohľadom.



Obrázok 1.14 : Komplexný systém na spaľovanie štiepky

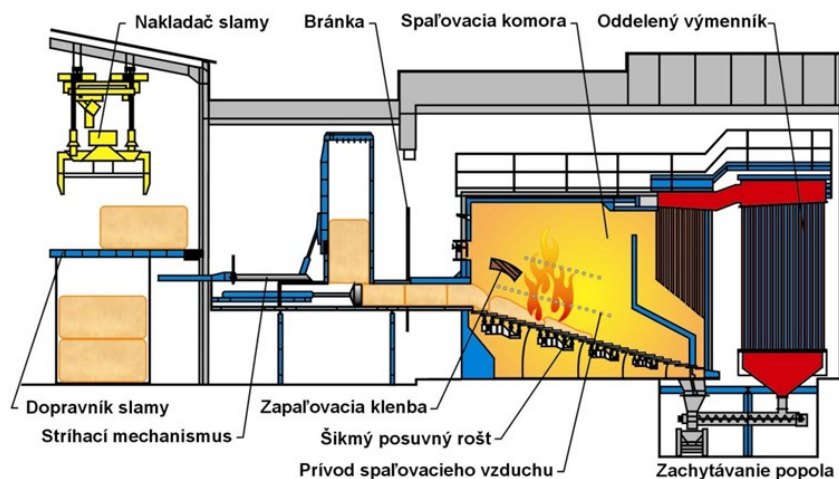
2.1.5 Kotly spaľujúce balíky slamy

Pri kúreniskách na celé balíky slamy – ako je to pri kotloch na spaľovanie dreva s ručnou obsluhou - sa realizuje spaľovanie po dávkach, v nasledujúcich typických fázach odhorievania paliva a následné spaľovanie tuhých zvyškov. Ak ide o horné odhorievanie paliva, spaľovanie je diskontinuálne s veľmi ťažko regulovateľným priebehom spaľovania. Výhoda tohto princípu spaľovania je však v tom, že zariadenie je vhodné pre rôzne veľkosti balíkov.

V posledných niekoľkých rokoch sa balikovaná slama spaľuje v kotloch so spodným odhorievaním. Výhoda tohto spaľovania spočíva v tom, že priebeh spaľovania je výrazne ľahšie regulovateľný. Pri zariadeniach so spaľovaním dávok slamy sa počas horenia značne prejavujú výkyvy teploty, výkonu, prebytku vzduchu a tvorba emisií. V tom je podobnosť s kotlami na spaľovanie dreva s ručnou obsluhou. Preto je vhodné spaľovanie balíkov slamy realizovať (ak je to možné) pri plnom prevádzkovom zaťažení. Tieto zariadenia preto potrebujú v prípade regulácie výkonu relatívne veľký tepelný akumulátor tepla. Pre zníženie tavenia popola sa aj tu využíva zníženie teploty v oblasti lôžka popola pomocou vodného plášťa.

V súčasnosti existujú konštrukcie kotlov na spaľovanie slamy s výkonmi rádovo niekoľko kW až po niekoľko MW. Na obrázku 1.15 je schematicky uvedený princíp spaľovania balíkov slamy v kotle o výkone cca 5 MW.

Spaľovanie slamy prebieha na vzduchom chladenom šikmom rošte, ale spaľovacia komora je bez výmurovky. Steny spaľovacej komory sú chladené vodou, a to z dôvodu nižšej teploty tavenia popolčeka slamy, čím sa zabráni spekaniu popolčeka vo vnútri kotla.



Obrázok 1.15 : Kotel na spaľovanie balíkov slamy (JANDAČKA, 2011)

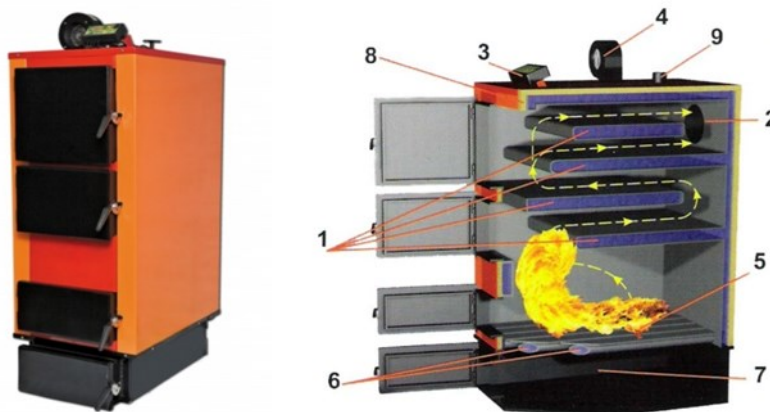
2.1.6 Kotly na spaľovanie uhlia

Kotly na spaľovanie uhlia boli v minulosti využívané v prevažnej väčšine domácností a takmer vo všetkých kotolniach, výhrevniach a teplárňach. Dnes sú ešte rozšírené pri výrobe elektrickej energie v teplárňach avšak za plnenia oveľa prísnejších predpisov z hľadiska produkcie látok negatívne pôsobiacich na ľudské zdravie a životné prostredie.

Kotly na spaľovanie uhlia sa podobajú kotlom spaľujúce drevo. Obyčajne sa používajú hybridné kotly (obr. 1.16), ktoré sú schopné spaľovať uhlie aj drevo. Hlavný rozdiel kotlov spaľujúcich uhlie od kotlov na drevo je v systéme nasávania spaľovacieho vzduchu. Uhlie horí lepšie, ak je vzduch privádzaný zospodu. Pri spaľovaní uhlia vzniká viac popola a tak je nutné popolník častejšie vyprázdňovať. Niektoré kotly majú termostatom riadený regulátor, ktorý nastavuje prívod spaľovacieho vzduchu. Vyspelejšie kotly majú dúchadlo, pomocou ktorého sa presne dosiahne požadované množstvo spaľovacieho vzduchu, avšak je potrebné pripojenie kotla na elektrickú energiu. Tieto kotly môžu byť vybavené automatickým dávkovaním paliva a tak zvýšiť komfort obsluhy.

Aj malé kotly na uhlie dosahujú dostatočnú úroveň účinnosti spaľovania a tak je ich možné inštalovať aj v malých domoch, kde zabezpečia teplotný komfort aj počas chladných dní. Môžu slúžiť

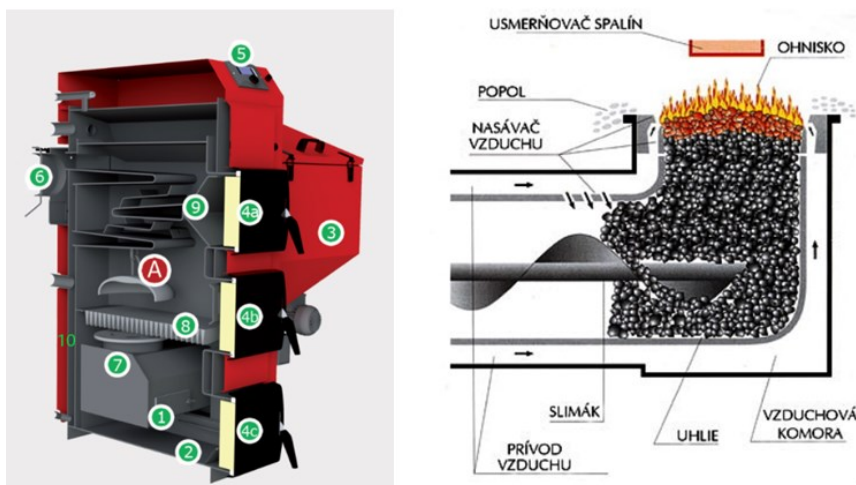
aj ako záložný zdroj tepla v prípade, ak dôjde k prerušeniu dodávky plynu a elektrickej energie, prípadne sa primárny kotol pokazí. Medzi nevýhody využívania týchto kotlov patrí nutnosť skladových zásob uhlia, nutné časté čistenie kotla a odstraňovanie vzniknutého popola. Ďalej podobne ako pri iných typoch kotlov, v ktorých horí plameň, existuje nebezpečenstvo požiaru a prípadného zadusenía vzniknutými spalinami v prípade vzniku chyby na dymovode.



Obrázok 1.16 : Kotol spaľujúci uhlie a drevo 1 – spaľovacie kanály, 2 – odťah spalín, 3 – radiaca jednotka, 4 – dúchadlo, 5 – ohnisko, 6 – vodný rošt, 7 – popolník, 8 – izoácia, 9 – napájacia prípojka
(www.eurokotol.sk/node/6)

Kotly na spaľovanie uhlia s automatickým prikladaním

Uhlie je pomocou závitovkového podávača presúvané zo zásobníka do spaľovacej komory, kde obhorieva na tanieri a vzniknutý popol odpadáva na okrajoch (obr. 4.17). Výrobcovia uvádzajú, že vďaka zásobníku paliva a závitovkovému podávaciemu mechanizmu (prisúva palivo podľa nastaveného programu do horáka kotla), možno dosiahnuť komfortnú prevádzku vyžadujúcu len 10 minút pozornosti denne. Účinnosť týchto zariadení dosahuje až 85 % a rozsah výkonov najmenších kotlov je 4 až 25 kW.



Obrázok 1.17 : a) Kotol na spaľovanie uhlia s automatickým prikladaním A – deflektor, 1- čistiaci otvor, 2 – popolník, 3 – zásobník na palivo, 4a – dvierka revízne, 4b – dvierkaohniska, 4c – dvierka popolníka, 5 – regulácia, 6 – dymovod s klapkou, 7 – retortový horák