



# KOMINÍK 2

UČEBNICE PRO II. ROČNÍK



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

FINANCOVÁNO Z PROJEKTU CZ.1.07/1.1.00/44.0006

# GRAFIKA OVLÁDACÍCH PRVKŮ



ZVĚTŠENÍ OBRÁZKU  
(1× KLEPNOUT MYŠÍ)

ZMENŠENÍ OBRÁZKU  
(1× KLEPNOUT MYŠÍ)



PŘEHRÁNÍ VIDEO



POHYB NA DALŠÍ KAPITOLU  
UČEBNICE



NÁVRAT NA OBSAH  
UČEBNICE



POHYB OBRÁZKEM  
MYŠÍ



VÍCE INFORMACÍ  
(1× KLEPNOUT MYŠÍ)



PROHLÍŽENÍ FOTOGRAFIÍ  
(1× KLEPNOUT MYŠÍ)



POHYB NA PŘEDCHÁZEJÍCÍ  
KAPITOLU UČEBNICE





**Ovládací prvky**

**Obsah**

**1 Komínový tah**

**2 Palivo, spalování, hoření**

**3 Spotřebiče na plynná, kapalná a pevná paliva**

**3.1 Domácí spotřebiče**

**3.2 Průmyslově používané spotřebiče**

**3.3 Navrhování a připojování spotřebičů paliv**

**4 Péče o spotřebiče paliv**

**4.1 Čištění, návrh a výstavba spalinových cest**

**4.2 Posuzování technického stavu spotřebiče paliv a stavu spalinové cesty**

### **4.3 Měření prováděná ve spalovacím procesu**

## **5 Revize a kontroly spalinových cest spotřebičů**

### **Použitá literatura**



# 1 KOMÍNOVÝ TAH

*Zabezpečuje proces odsávání spalin z kouřového hrdla spotřebiče a jejich odvedení do volného ovzduší.*

## Úvod do problematiky

Pro správné pochopení výpočtu hodnot komínového tahu a teplotních poměrů v komíně je nutné znát tyto základní pojmy z fyziky.

### Základní veličiny:

**Hustota látky** – je fyzikální veličina, která vyjadřuje hmotnost objemové jednotky látky. Hustota se značí:  $\rho$  [ró]. Základní jednotkou je  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . V matematickém zápisu se setkáme s označením exponenciálním, tedy  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , který je identický (vždy, když je exponent záporný, je veličina ve jmenovateli výrazu – jde o jeho převrácenou hodnotu, ozn.  $1/x$ ).

**Teplota látky** – je základní fyzikální veličinou s jednotkou kelvin (K) a vedlejší jednotkou stupeň Celsia ( $^{\circ}\text{C}$ ). Teplota je charakteristikou tepelného stavu hmoty. Teplota je klíčovou veličinou pro popis tepelných jevů. Projevuje se i v mnoha dalších fyzikálních jevech a závisí na ní mnohé mechanické, elektromagnetické i chemické vlastnosti látek.

**Teplotní stupeň Celsia** – vychází z trojného bodu vody, tedy teploty označované  $0^{\circ}\text{C}$ . pod tímto bodem se vyskytuje voda pouze v pevném skupenství, nad ním se vyskytuje ve skupenství kapalném, resp. plynném. V tomto bodě se nachází ve všech třech skupenstvích.

**Teplotní stupeň Kelvina** – vychází z termodynamické teploty absolutní nuly. To je takový stav látky, ve které se zastaví veškerý tepelný pohyb částic, a tudíž nižší teploty už nelze dosáhnout.

Oba způsoby měření mají stejné dělení stupni, takže nominální přírůstek je u obou stejný. Kelvinova stupnice začíná nulou na  $-273,15^{\circ}\text{C}$  a  $0^{\circ}\text{C}$  je  $273,15^{\circ}\text{K}$ . Ve výpočtových vzorcích se označují  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) a  $T$  ( $^{\circ}\text{K}$ ).

**Rychlost (proudění)** je dána součinem délkové jednotky a jednotky času. Základní jednotkou je  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .





**Průtočné množství (spalin)** je dáno součinem hmotnosti (spalin) a času. Jednotkou je  $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$  (pro páru se používá  $\text{t}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

**Tlak** je podílem síly na jednotku plochy, tedy Newton na metr čtvereční ( $\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$ ). Jednotkou je Pascal – označení Pa (komínový tah). V technické praxi se používají násobky hPa (tlak vzduchu), kPa, MPa (obecné tlaky plynů). Dříve používanou jednotkou pro vyjádření tlaku byla technická atmosféra, tedy  $1 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , pro tlak vzduchu se používal Torr, což je 1 mm sloupce rtuti. Pro měření komínového tahu se užívá jednotka 1 mm vodního sloupce, která odpovídá 9,806 Pa.

**Výkon** spotřebiče paliv je zpravidla udáván ve Watech a vyjadřuje množství práce (v našem případě tepla) vykonané za jednotku času.

**Příkon** spotřebiče paliv je také udáván ve Watech a vyjadřuje množství energie, kterou při svém provozu spotřebuje za za jednotku času. Příkon je tedy vždy vyšší než výkon. V současnosti se při popisu jejich obecně závazných parametrů spotřebičů paliv používá jednotka příkon.

**Atmosférický tlak** je vytvářen gravitační silou sloupce vzduchu nad povrchem Země. Atmosférický tlak dosahuje nejvyšších hodnot při hladině moře (sloupec vzduchu je nejvyšší) a s rostoucí výškou klesá. Atmosférický tlak není stálý, ale kolísá na daném místě zemského povrchu kolem určité hodnoty.

Tlak menší než barometrický (průměrný atmosférický) tlak se nazývá podtlak, tlak větší než barometrický tlak se nazývá přetlak. Prostor s takřka nulovým tlakem se nazývá vakuum.

## Komínový tah

Vzniká na základě rozdílných hustot spalin a okolního vzduchu. Nejsnadnější demonstrace je na rozdílu hustot vody ( $1\,000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a rtuti ( $13\,500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Stejně množství rtuti vytlačí sloupec vody 13,5× výše.

Na principu rozdílných hustot studeného okolního vzduchu a teplých spalin vzniká komínový tah. I když rozdíl hustot není tak velký, postačí ke vzniku proudění v komínovém průduchu.

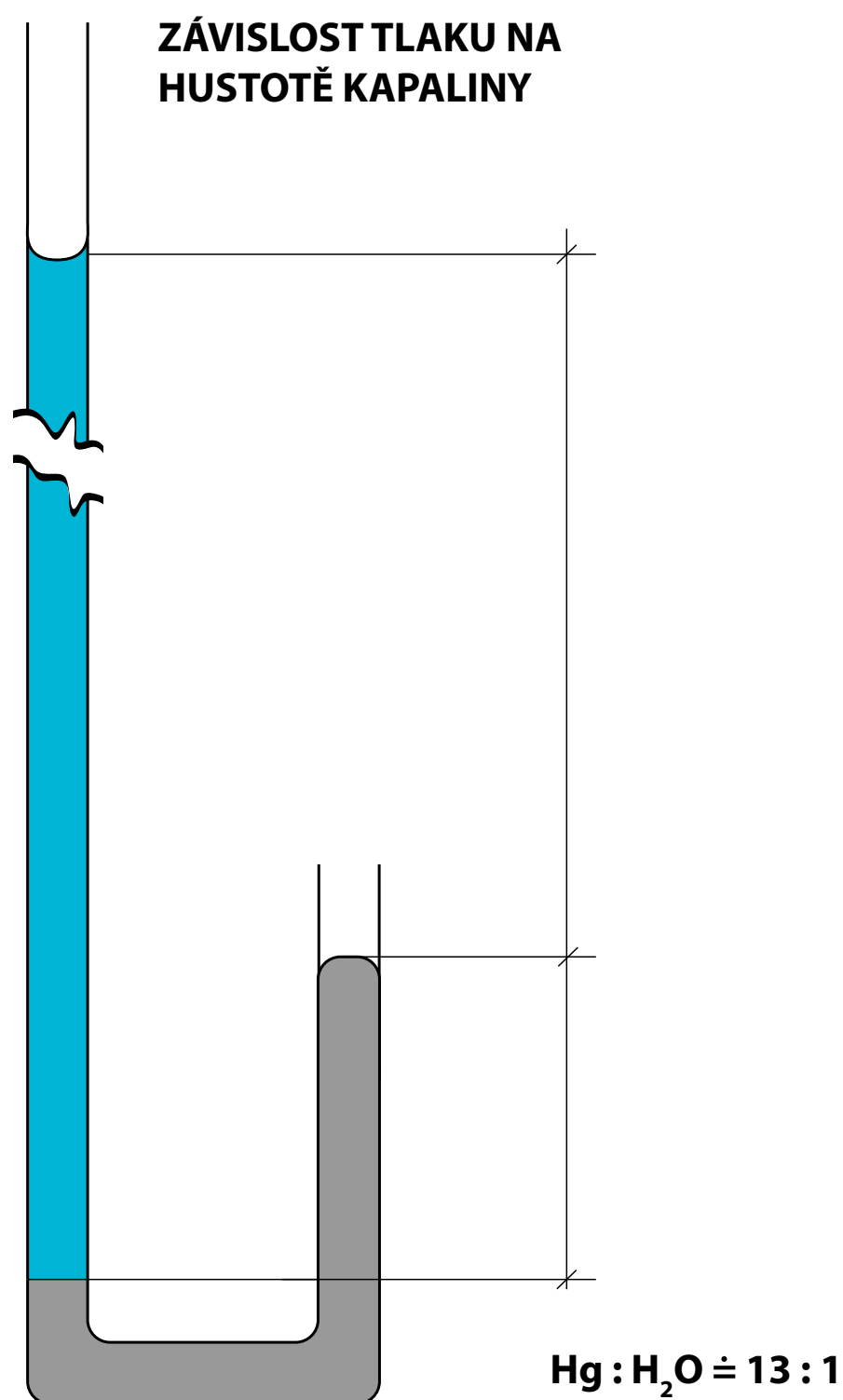
Kouřové plyny s menší hustotou jsou vytlačovány studeným vzduchem do komína přes spotřebič a jeho vnitřní prostor. Tahové odpory ve spotřebiči zpomalují proudění spalin, stejně tak jako všechny směrové změny v proudění – tahový odpor v sopouchu, v kouřovodech, v regulačních prvcích apod. Vliv na zpomalení proudění ve spalinové cestě má rovněž její drsnost, která se posuzuje zejména u starších komínů, případně u nově instalovaných komínových vložek. Součet všech těchto odporů musí být menší, než je výsledný komínový tah.



Palivo se spaluje na roštu, ve spalovacím prostoru **B** a spaliny se odvádějí komínem **C** do atmosféry. Spalovací vzduch se přivádí otvorem **D** viz. obrázek str. 8.

**Velmi přibližnou hodnotu komínového tahu stanovíme na základě úvahy:**

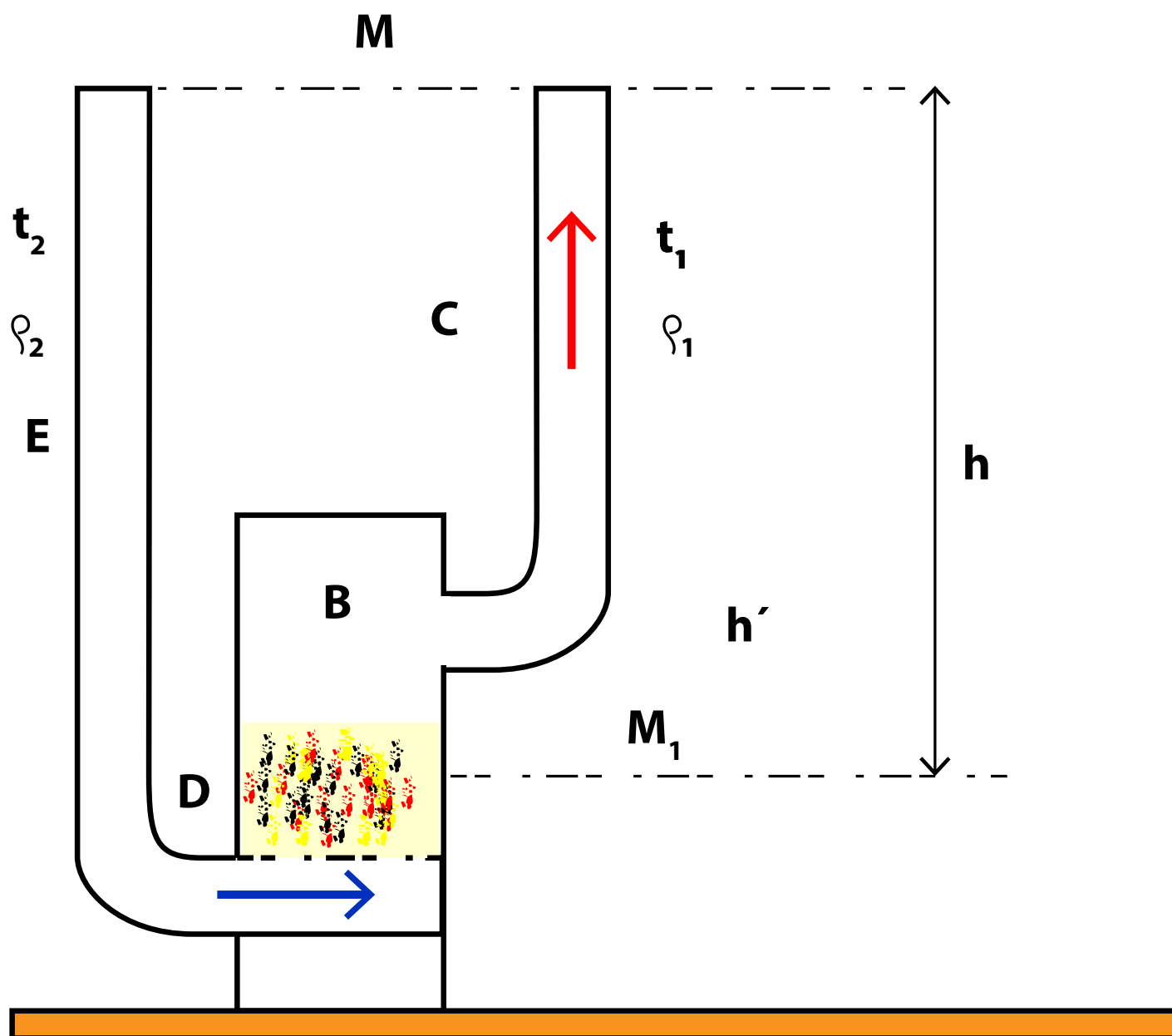
Ve smyslu předchozího náčrtu nahradíme sloupec vzduchu (pomyslným) přívodním potrubím **E** se stejnou výškou **h**, jako má komín, a napojeným na spotřebič. Teplota plynů se snižuje při postupu komínovým průduchem a pro zjednodušení ji nahradíme střední teplotou plynů **t<sub>1</sub>**.





Hustota plynů bude  $\rho_1$ . V potrubí je vzduch o teplotě okolí  $t_2$  a hustotě  $\rho_2$ . V rovině  $M_1$  působí dva tlaky proti sobě:

- od sloupce plynů  $P_1 = h \times \rho_1$  (působí nahoru),
- a sloupce vzduchu  $P_2 = h \times \rho_2$  (působí dolů).



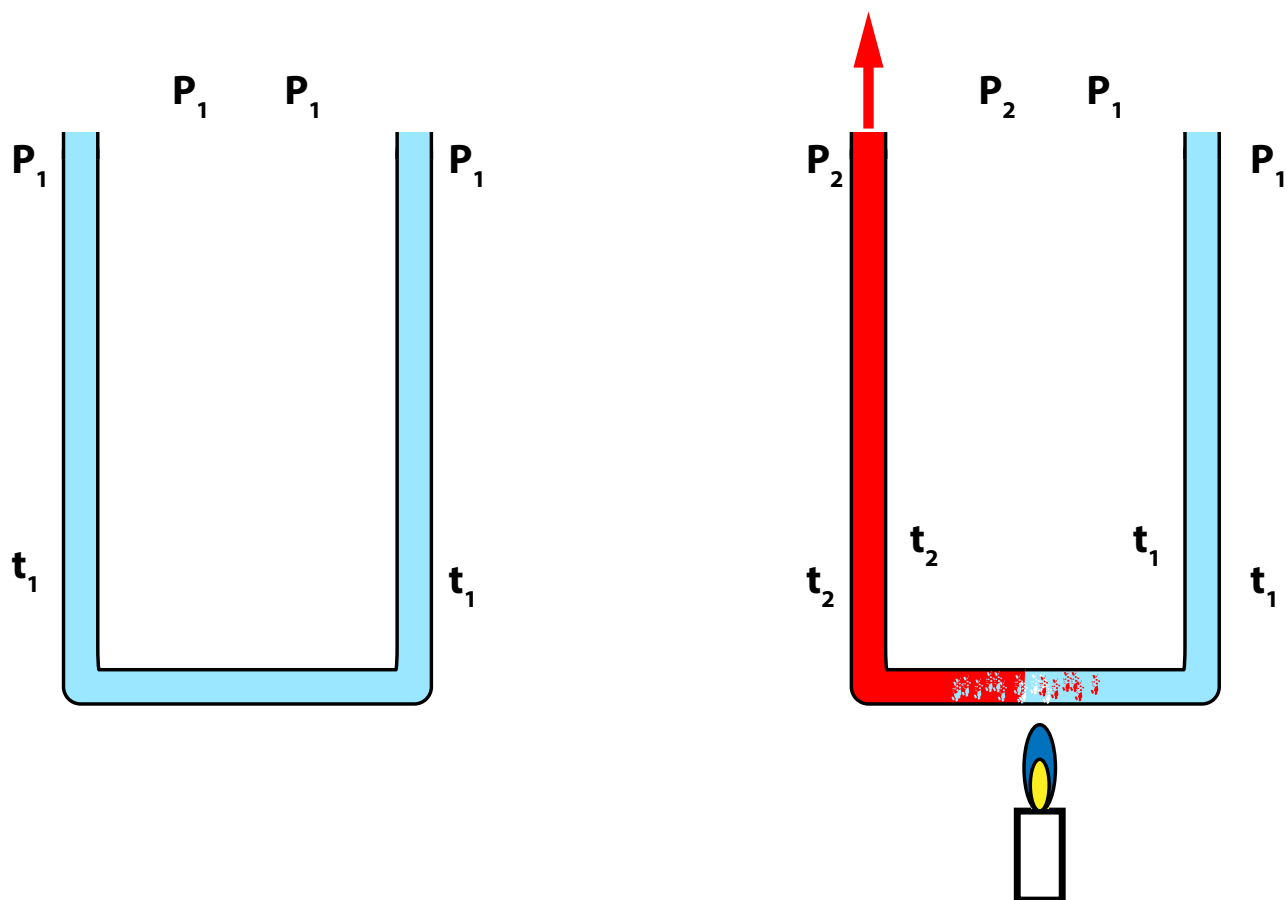
**Výsledný tlak:**

$$P = P_2 - P_1 = h \times (\rho_2 - \rho_1)$$



Takto lze velmi zjednodušeně popsat komínový tah, který je dán součinem výšky a rozdílu hustot zúčastněných plynů.





Na obrázku vlevo – rovnovážný stav, k proudění nedojde, na obou větvích U trubice (představující spalínovou cestu) je stejný tlak.

Na obrázku vpravo se tlaky vlivem změny teploty, resp. hustoty, změní a tlak  $P_2 > P_1$ . Začíná proudění způsobující komínový tah.

### Z předchozího plyne, že výsledný komínový tah roste:

- s účinnou výškou komína,
- s teplotou spalin a se snižováním okolní teploty,
- se snížením hustoty spalin – s teplotou spalin, tedy s komínovou ztrátou (při zahřátí má stejná hmotnost spalin větší objem).

## ••• Co komínový tah ovlivňuje; určování hodnot tahu podle diagramů

### Způsoby ovlivnění komínového tahu:

Je-li v komínovém průduchu stejná teplota jako v okolí, nevznikne komínový tah. Pro jeho vznik je třeba komínový průduch prohřát.

### Praktický příklad:

Uživatel rekreačního objektu po mnoha dnech přijede a snaží se zatopit v kamnech. Kouř se stále vrací a není schopen odcházet kouřovodem do komína. Komín není ucpaný. Stačí otevřít komínová dvířka v půdici komína, průduch prohřát spálením papíru a komín začne fungovat.



Po roztopení kamen chce uživatel zmenšit množství protékajícího spalovacího vzduchu do topeniště a tak pomocí dusivky omezí přívod vzduchu pod rošt. Zmenšeným průřezem dusivky prochází méně vzduchu, takže se spalování paliva na roštu výrazně zpomalí.

Ještě lépe je vidět příklad na používání otevřeného krbového topeniště. Nemá žádné regulační prvky.

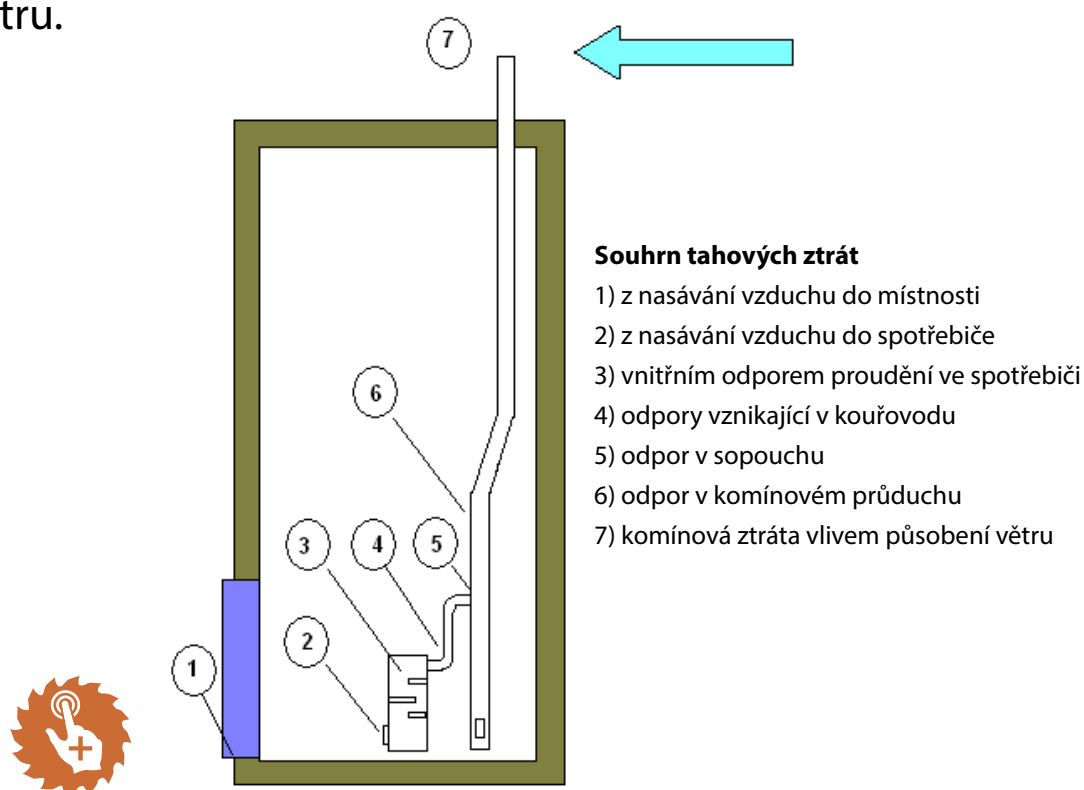
### **Při zatápění je třeba prohrát komínový průduch, ale stále je poměr mezi komínovým tahem a množstvím spalin ovlivňován mnoha faktory:**

- **Na roštu hoří příliš malé množství paliva.** Společně s velkým množstvím přisávaného studeného vzduchu z místnosti dochází ke snížení celkové teploty plynů odcházejících komínem a tím k porušení podmínek vzniku komínového tahu – topeniště kouří do místnosti.
- **Na roštu hoří příliš velké množství paliva.** Vyvíjí se více spalin, než je spalinová cesta schopna odsát, a spaliny odcházejí do místnosti.

Není-li přívod vzduchu ke krbu dostatečný, opakuje se situace s kamny, kdy dusivka zmenšila množství vzduchu přicházejícího pod rošt. Množství spalin, které komín odebírá z topeniště, neodpovídá množství vzduchu přiváděného do místnosti.

Komínový tah – jak bylo řečeno – musí být tak velký, aby překonal všechny vřazené odpory.

Odpory, tedy ztráty komínového tahu, vznikají s odporem z nasávání vzduchu do místnosti, s odporem daným na vstupu spalovacího vzduchu do spotřebiče, odporem vznikajícím průchodem spalin spotřebičem, odpory způsobenými směrovými změnami spalinové cesty (tedy koleny kouřovodu), sopouchem i úhyby komínového průduchu. Posledním tahovým odporem může být přetlak v okolí ústí komína, vznikající od působení větru.





Spotřebiče, které se dnes používají, mají podobné parametry a při stanovování hodnot komínů je možné používat typizované diagramy, kterými výrobci zejména systémových komínů pomáhají správně dimenzovat spalinové cesty.

Diagramů je pro stanovení průřezů komínů sestaveno několik. Jejich použití je dáno teplotou spalin a druhem paliva. Pro paliva s možností vzniku sazí a popela musí být průřezy komínových průduchů navrženy s patřičnou rezervou na usazování tuhých zbytků hoření v průduchu.

Vzhledem k tomu, že systémové komíny nemají ve své účinné výšce tahové odpory vznikající v úhybech a je počítáno s určitým rozmezím i s tahovými odpory v kouřovodu, může být takový graf použit k návrhu průřezu spalinové cesty.

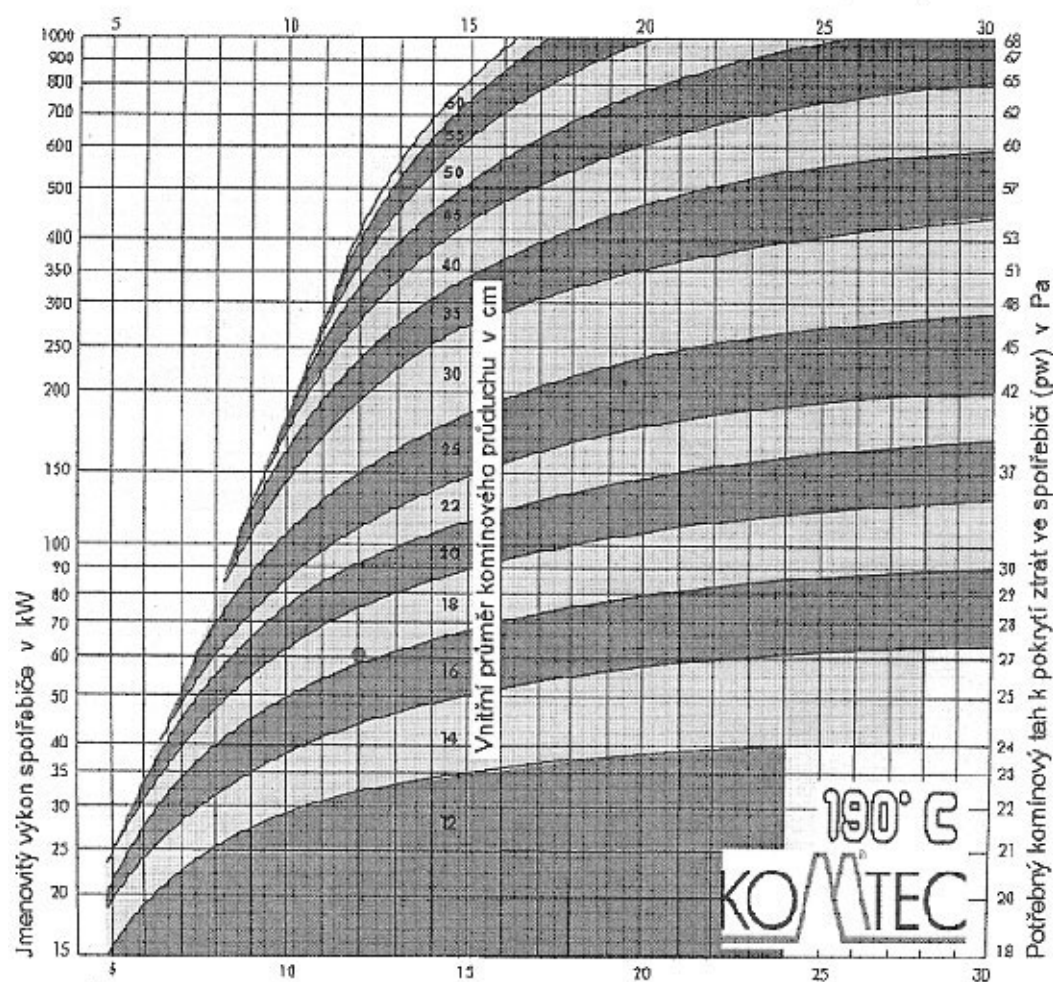
Jestliže však nastanou podmínky, které se liší od původně uvažovaných, musí být výpočet proveden samostatně.

## Příklady diagramů na stanovení průřezu komína

### DIAGRAM 7

Pro kotle s požadavkem na tah v kouřovém hrdle  
Teplota spalin na kouřovém hrdle spotřebiče 190 °C

Diagramy slouží pouze k informativnímu určení rozměrů komínů.  
Každou realizaci je nutno ověřit přesným výpočtem zohledňujícím konkrétní technické podmínky.



Účinná výška komínového průduchu v m

#### Poznámka:

V současné době se vyrábějí komíny do průměru komínového průduchu 300 mm

Podmínky sestavení diagramu:

Teplota okolí komína 288 K (15 °C)

Teplota spalin nad 190 °C

Max. délka kouřovodu 1/4 účinné výšky komína, max. však 7m

Suma součinitele místních ztrát = 2,2







Diagram pro informativní určení rozměrů komínů ECO - CLASIC

## DIAGRAM 6

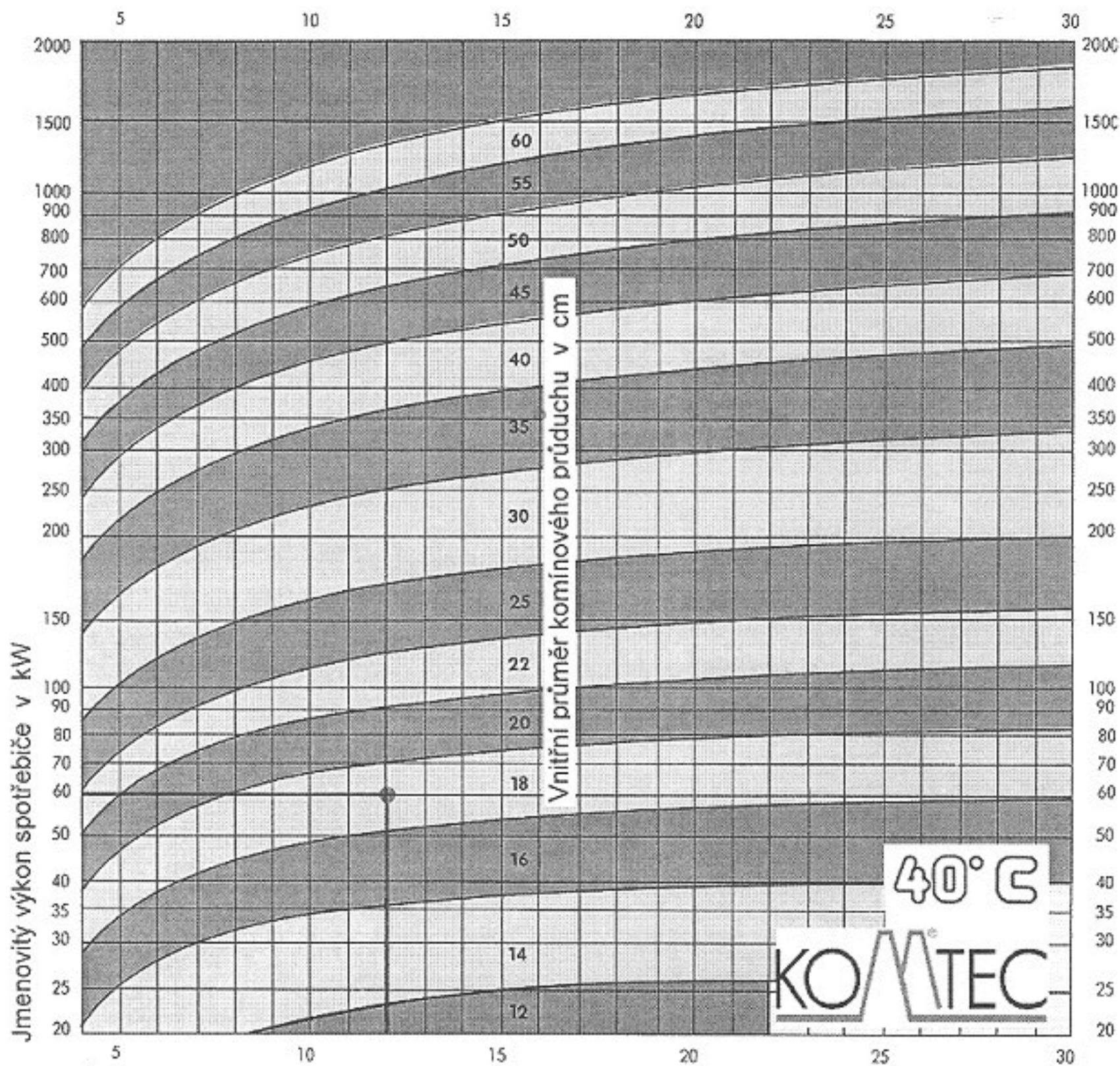
ECO - COMPLET

Pro kotle s přetlakovým hořákem na topné oleje a zemní plyn

Teplota spalin na kouřovém hrdle spotřebiče 40 °C

Diagramy slouží pouze k informativnímu určení rozměrů komínů.

Každou realizaci je nutno ověřit přesným výpočtem zohledňujícím konkrétní technické podmínky.



Účinná výška komínového průduchu v m

Podmínky sestavení diagramu:

Teplota okolí komína 288 K (15°C)

Teplota spalin mezi 40 °C až 60 °C

Potřebný tah teplovodního kotle  $p_w = 0$  Pa

Max. délka kouřovodu 1/4 účinné výšky komína, max. však 7m

Suma součinitele místních ztrát = 2,2 -



## Možnosti regulace komínového tahu, použití ventilátorů

Při odvodu spalin využíváme několika způsobů pro vytvoření síly k transportu spalin celou spalinovou cestou až k ústí komína nebo k vyústění (nad střechu nebo na fasádu) spalinové, resp. vzduchospalinové cesty. Především se používá přirozeného tahu.

Tam, kde by přírodní podmínky nebyly schopny vytvořit potřebný podtlak v sopouchu, je nutné použít buď podtlak, nebo přetlak vytvářený uměle, tedy ventilátorem.

Zvláštním způsobem byl vytvářen komínový tah u parních lokomotiv. Tam byla tzv. dyšnou vháněna tlaková pára do krátkého komína. Fungovala jako ejektor unášející spolu s párou i spaliny.

Příliš velký komínový tah má za následek „vytahování plamene“ ze spalovací komory a dohořívání paliva v přerušovači tahu, resp. v kouřovodech. Tato situace nastane buď při předimenzovaném komíně, nebo při výrazném snížení okolní teploty, nebo při neuváženém používání svislého kouřovodu s funkcí komína. Dohořívání paliva ve spalinové cestě je v mnoha případech základem k prudkému nárůstu teploty a vzniku nebezpečí požáru - vznícení hořlavých hmot v okolí spalinové cesty.

Regulace spočívá v omezení proudění pomocí spalinové klapky na kouřovém hrdle (spalinová hradítka v kouřovodech kotlů), čímž se zmenší plocha (průřez) spalinové cesty. Druhý způsob je v dodatečném přívodu okolního vzduchu do komínového průduchu umělým vytvořením falešného tahu pomocí regulační tahové klapky.

Moderní komínové ventilátory (exhaustory) mají plynulou regulaci otáček, takže jsou schopny reagovat na všechny provozní podmínky.

## Způsoby měření komínového tahu

Komínový tah, jako tok plynů ve svislém potrubí (různého tvaru), způsobuje proudění vzduchu přes spotřebič, ve kterém se uvolněná energie paliva změní v teplo. Zvětší se jeho objem, ale současně se také sníží hustota. Z předcházejícího víme, že studený okolní vzduch tyto spaliny vytlačuje vzhůru. Měření komínového tahu je tedy poměrovým měřením rychlosti proudění ve svislém potrubí.

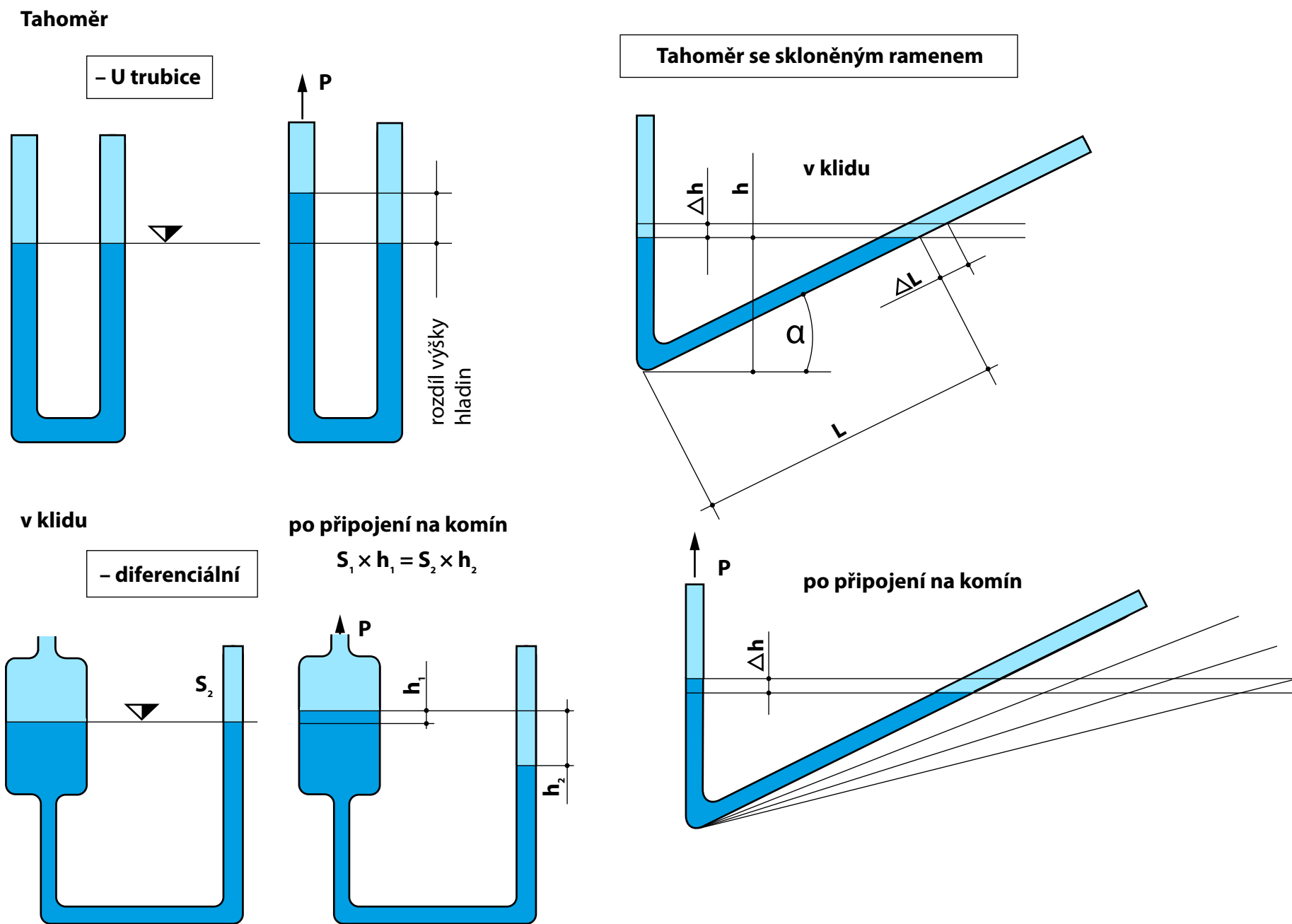
V dobách, kdy nebyly přístupné běžné přístroje k měření, se používala pocitová metoda, tedy přiložení dlaně s rozevřenými prsty k sopouchu. Citlivější pokožka mezi prsty tak prostřednictvím odparu vody z kůže a jejím ochlazováním pomohla velmi nepřesně usuzovat na komínový tah. Tato metoda se dodnes používá spolu s jinými pocitovými metodami, například přiložení ruky ke kouřovodu pro zjištění teploty spalin.

Dalším krokem v měření bylo používání U-trubice. Jedná se o skleněné potrubí malého průřezu naplněné vodou, které je spojeno se spalinovou cestou. Snížení tlaku na jedné z jeho větví způsobí pohyb hladin ve spojitě nádobě směrem k místu s nižším tlakem, tedy ke spalinové cestě. Měření U-trubicí však nebylo přesné pro měření malých rozdílů hladin. Příčinou mohlo být špatné „cejchování“, tedy dolití kapaliny směrem k měrné stupnici.





Dalším důvodem bylo znečištění měrné kapaliny nebo zarůstání průhledné trubice řasami. Malý rozdíl hladin byl řešen změnou průřezu jednotlivých větví tak, aby úbytek ve větvi s menším průřezem byl vyšší, nebo skloněním měrné větve pod určitým malým úhlem (viz obrázek). Na skloněné větvi se prodloužila délka úseku a měření bylo průkaznější.

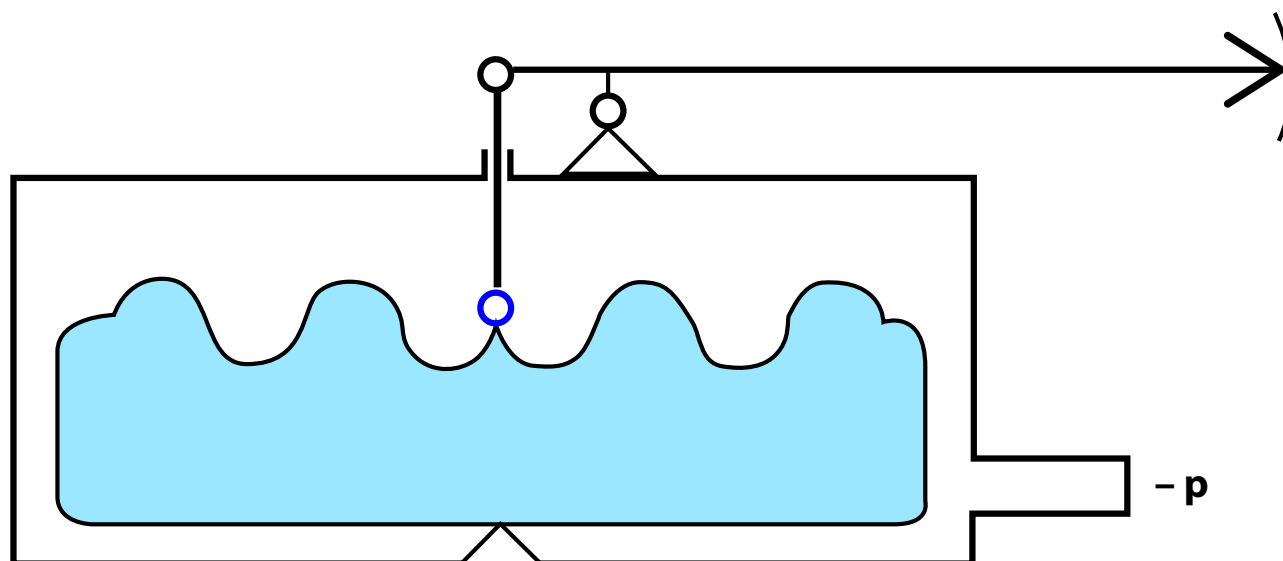


**Vlevo** je znázorněn princip funkce U trubice spolu s diferenciálním tahoměrem, **vpravo** vliv sklonění ramene tahoměru na přesnost odečtu: čím je úhel sklonění menší, tím delší je úsek pro odečet a tím je přesnost odečtu vyšší.

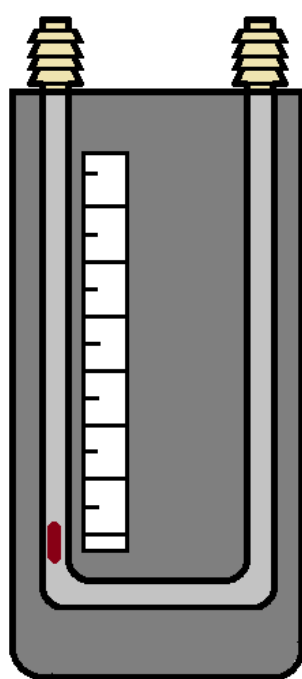




Dalším stupněm v měření tahu jsou **mechanické tahoměry**. Principem je kovová krabice kruhového tvaru s povrchem tvořeným vlnovcem, ze které je odčerpán vzduch. Ta je vsazena do pouzdra, které je napojeno na spalinovou cestu. Mechanickým převodem je hodnota zobrazena na cejchované stupnici. Nevýhodou je použití kovových materiálů, u kterých může přesnost měření zkreslovat okolní teplota.

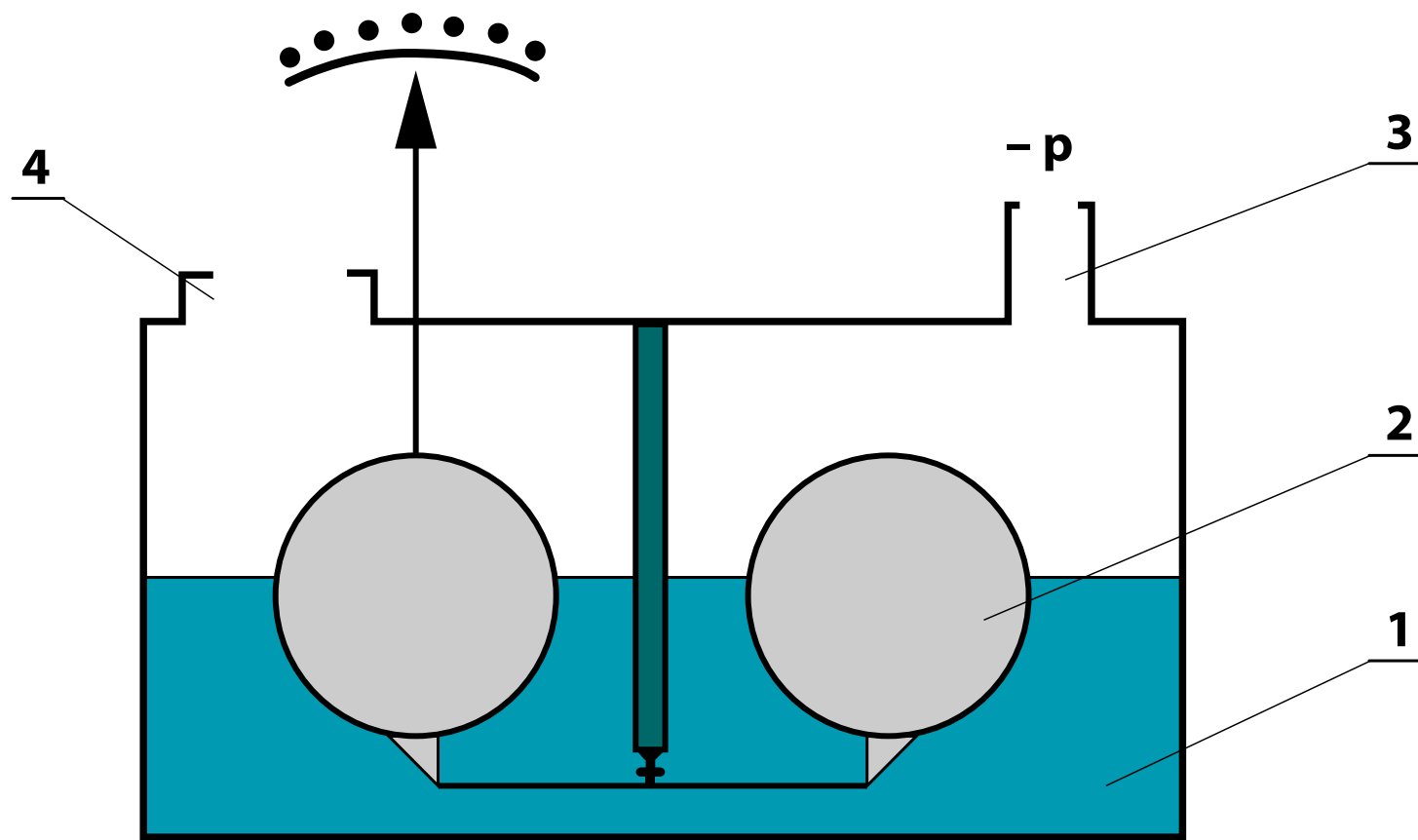


**Tahoměr pneumatický** je konstruován jako hrubá pomůcka k orientačnímu určení komínového tahu. Tělo je provedeno z organického skla, uvnitř je vytvořena U-trubice, ve které je umístěno zrnko z lehkého materiálu (PS), konce U trubice jsou opatřeny nátrubky na připojení hadičky. Podle potřeby je možné orientační měření tahu nebo tlaku připojením na různé konce nátrubků. Přístroj musí být ve svislé poloze. Odečet hodnot je na stupnici. Postup měření: nasadit hadičku, vsunout do měřicího otvoru (utěsnit), odečíst na stupnici orientační hodnotu komínového tahu.





**Tahoměry plovákové** – jejich konstrukce vychází z principu spojených nádob, tedy U-trubice. Ve dvou komorách u dna spojených jsou dva plováky vzájemně spojené pákou uloženou na kloubu (u některých konstrukcích kloub není). Jedna komora je volně spojena s ovzduším, druhá je spojena se spalínovou cestou. Vychýlení hladin je přeneseno na ručičku ukazatele s cejchovanou stupnicí.



**1** – spojené komory, **2** – plovákový systém na společné páce, **3** – nátrubek pro připojení na spalínovou cestu, **4** – otvor pro doplnění kapaliny a přívod atmosférického vzduchu

**Tahoměry elektronické** využívají dvou principů. Buď jsou kombinované s mechanickým měřením, kde funkci přenosu zastává elektrický přenos a zobrazovací zařízení je digitální prvek, nebo je měření prováděno pomocí piezoelektrického přenosu. Při tomto principu se využije vlastnosti některých materiálů, které při stlačení vytvářejí elektrický proud, ten je snímán a měřen. Zobrazení je provedeno digitálně. U starších přístrojů zastane měření protékajícího proudu analogový přístroj a stupnice je cejchována v Pascalech.

Nejmodernější přístroje využívají elektronických senzorů, snímají pomocí membrány změnu tvaru, kterou převedou na elektrický signál.

Komínový tah je možné přeneseně měřit i pomocí anemometru, kde základní měrnou veličinou zůstává průtok plynu (spalovacího vzduchu) přes měrné zařízení. Průtok lze přepočítat i na komínový tah v Pascalech, ale tato metoda je spíše teoretická a v praxi velmi málo využívána pro svoji složitost.



## ••••• Počítačové programy pro výpočet komínového tahu

Moderní spotřebiče paliv, jejich spojování na společnou spalinovou cestu a nízká teplota spalin spolu s vysokou cenou materiálů nutí ověřovat funkci budoucí spalinové cesty již před montáží.

Proto byly sestaveny *matematické modely* funkce komína a spalinových cest. Výraz matematický model je použit zcela záměrně pro vysvětlení celého principu výpočtu.

Matematicky popsat přírodní jevy, které se prakticky nemohou vyskytnout, je snadné, protože *výpočtová hypotéza* zjednoduší výpočet na elementární myšlenku. Příkladem může být pohyb ideální kapaliny (plynu) ve vodorovném potrubí.

Při takovém výpočtu naprosto zanedbáme přirozené vlastnosti látek a ostatní vlivy, které se běžně vyskytují a které nelze odstranit. Příkladně je to vzájemné tření molekul látky, tření kapaliny (plynu) o stěny potrubí, gravitace, vnitřní energie, objemové změny způsobené teplotou apod. Výpočtové modely zohledňují co nejvíce vstupních proměnných (hodnoty, které se při každém zadání liší) tak, aby se celkový výsledek „na papíře“ *přiblížil skutečnosti*.

*Při zadávání proměnných je nutné zadávat je v takových jednotkách a v takových matematických tvarech, které jsou v modelu předepsány.*

Příkladem může být záměna teploty měřené ve °C za termodynamickou teplotu měřenou ve °K nebo zadání čísla v nevhodném tvaru. Může se to stát např. při zadání drsnosti povrchu, kde je nejmenší hodnota u některých programů číslo 1, a zadáme-li např. 0,5, tak zlomek ve vzorci výrazně změní celkový výsledek.

Dnešní technická úroveň programů nové generace je přizpůsobena uživatelskému prostředí do té míry, že nesmyslná zadání neakceptuje, ale u starších programů, které nebyly aktualizovány, se s takovými chybami setkáváme často.

## ••••• Výpočet a měření komínového tahu

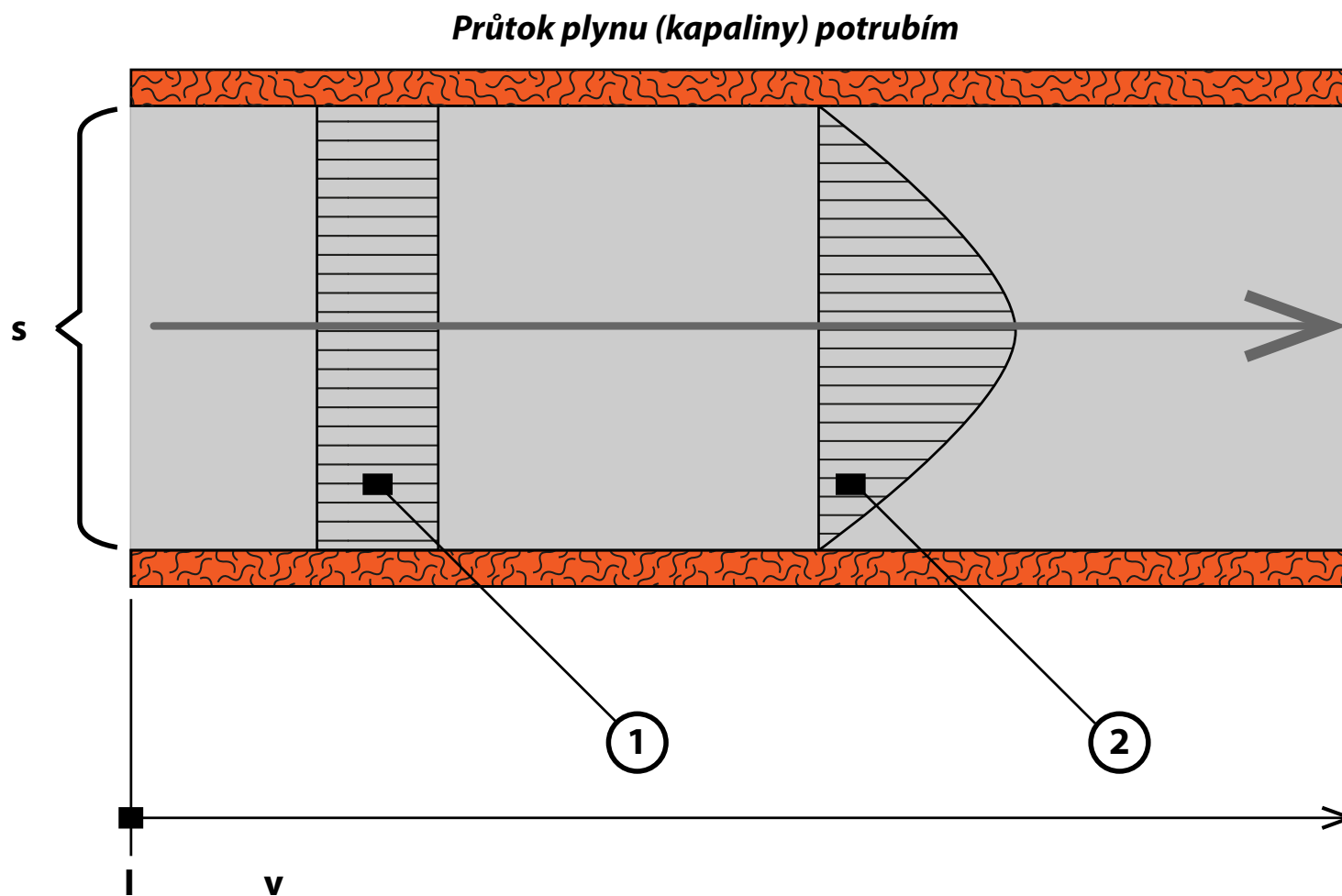
Pro výpočet komínového tahu je nutné znát základní vstupní hodnoty, které se dosazují do jednoduchých vzorců pro orientační výpočet komínového tahu. Jednotlivé veličiny jsou seřazeny do tabulky (viz následující strana).



	Značka	Veličina	Jednotka
1	<b>H</b>	Účinná výška komína	M
2	<b>p<sub>H</sub></b>	Statický tah komína	Pa
3	<b>k</b>	Součinitel prostupu tepla pláštěm komína	W/m <sup>2</sup> .K
4	<b>U</b>	Vnitřní obvod komínového průduchu (komínové vložky)	M
5	<b>m</b>	Hmotnostní průtok spalin	kg/s
6	<b>c</b>	Měrná tepelná kapacita – pro plyn cca 1050	J/kg.K
7	<b>r<sub>L</sub></b>	Měrná hmotnost okolního vzduchu Zimní období – 1,242, Letní období – 1,162	kg/m <sup>3</sup>
8	<b>r<sub>M</sub></b>	Měrná hmotnost spalin při střední teplotě spalin T <sub>M</sub> , orientačně 0,7 při 150 °C	kg/m <sup>3</sup>
9	<b>g</b>	Zrychlení zemské tíže 9,81	m/s <sup>2</sup>
10	<b>T<sub>M</sub></b>	Střední teplota spalin v komínu	°C
11	<b>T<sub>L</sub></b>	Teplota spalovacího vzduchu	°C
12	<b>T<sub>e</sub></b>	Teplota spalin v kouřovodu	°C
13	<b>T<sub>w</sub></b>	Teplota spalin v kouřovém hrdle	°C
14	<b>T<sub>o</sub></b>	Teplota spalin na ústí komína	°C
15	<b>T<sub>oi</sub></b>	Mezní teplota na ústí komína > rosný bod Pro plynná paliva cca 60 °C, pro kapalná 50 °C	°C
16	<b>K</b>	Součinitel chladnutí spalin	bez jednotky
17	<b>e<sup>-K</sup></b>	Funkce závislá na součiniteli chladnutí, e = 2,71828	
18	<b>α<sub>i</sub></b>	Součinitel přestupu tepla na ústí komína $\alpha_i = 10\sqrt{V m_m}$	
19	<b>T</b>	Termodynamická teplota (0 °C + 273,15 = 1 °K)	K
20	<b>V<sub>m</sub></b>	Střední rychlost proudění spalin	m/s
21	<b>Q</b>	Výkon spotřebiče	kW
22	<b>p<sub>z</sub></b>	Účinný tah komína	Pa
23	<b>P<sub>E</sub></b>	Tlakové ztráty v komíně	Pa



## Průtokové množství spalin:



Potrubím s průřezem  $s$  (jenž odpovídá obsahu plochy obrazce, který potrubí má) proudí po dráze  $l$  rychlostí  $v$  kapalina. Součin rychlosti (jakou kapalina proudí) a obsahu plochy dostaneme průtočné množství  $m$ . Udáváno je v základních jednotkách, tedy metrech krychlových za sekundu.

**1** – označuje teoretickou rychlost proudění, která je v celém průřezu konstantní – nahrazuje střední rychlost proudění.

**2** – znázorňuje rychlost proudění skutečné kapaliny ovlivněnou třením o stěny potrubí.

$$s \times v = m_t \quad [m^2 \times m/s = m^3/s]$$



Vynásobíme-li výsledek měrnou hmotností (hustotou proudící látky), dostaneme průtočné množství v kg za sekundu.

$$m_t \times \rho = m \quad [kg/m^3 \times m^3/s = kg/s]$$



$m_t$  = objemový průtok

$m$  = hmotnostní průtok



**U spalin vycházíme z empirického vzorce:**

$$m = (0,5 - 0,65) \times Q \times 10^3$$



**Tahové poměry v komínu:**

$$p_z = p_H - P_e$$



*Komínový tah  $p_z$  musí být větší než 1, pak komín funguje.*

*Komínový tah musí být větší než součet ztrát.*

**Statický tah komína:**

$$T_e = H(r_L - r_m) \times g \times 0,7$$



**Teplotní kontrola komína:**

$$T_m = (T_e - T_L) / K(1 - e^K)$$

$$K = H \times K \times U(m \times c)^{-1}$$

$$T_0 = T_L + (T_e + T_l) \times e^K$$

$$K = (H \times K \times U) / (m \times C)$$







$$T_0 = T_L + (T_e - T_l) \times e^{-K}$$

$$T_{oi} = (T_0 \times K) / \alpha_i (T_0 - T_L)$$

Jak bylo v předešlém řečeno, takových dílčích výpočtů obsahuje výpočtový program několik desítek, spolu s podmínkami funkce, takže ruční výpočet by byl ve stejné kvalitě jako na počítači velmi zdlouhavý s možností množství chybných výpočtů. Proto předešlé vzorce používáme pouze pro orientační stanovení tahu.

### Kontrolní otázky:

1. Co je to komínový tah a jak vzniká?
2. Co ovlivňuje komínový tah?
3. Jak měříme komínový tah?





## 2 PALIVO, SPALOVÁNÍ, HOŘENÍ

*Hoření je fyzikálně chemická oxidační reakce, při které hořlavá látka reaguje vysokou rychlostí s oxidačním prostředkem za vzniku tepla a světla. Je to reakce exotermická.*

***K tomu, aby došlo k hoření, je zapotřebí přítomnosti:***

- hořlavé látky,*
- oxidačního prostředku,*
- zdroje zapálení s dostatečným množstvím energie a vysokou teplotou.*



***Spalné teplo ( $q$ )*** – je to takové množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením jednotkového množství paliva. Předpokládá se, že voda uvolněná spalováním z kondenzuje a energii chemické reakce není třeba redukovat o její skupenské teplo. Tím se spalné teplo liší od výhřevnosti, kde se předpokládá na konci reakce voda v plynném skupenství. Proto je hodnota spalného tepla vždy větší, nebo alespoň rovna, hodnotě výhřevnosti.

Jednotky závisí na volbě jednotkových množství látky a energie. Obvykle je to ***J/kg***, ale používají se i ***J/mol*** nebo ***J/m<sup>3</sup>***.

Při ekonomickém spálení uhlíkatého paliva by měl veškerý uhlík shořet na oxid uhličitý. Protože hoření je přírodní jev, nedochází k naprosto dokonalému spálení hořlavin. Kusové palivo je okysličováno postupně od povrchové vrstvy, takže ne každá molekula paliva se ideálně setkává s molekulou kyslíku.

Kritériem pro účinnost spalování je obsah oxidu uhelnatého ve spalinách. Ten je počítán



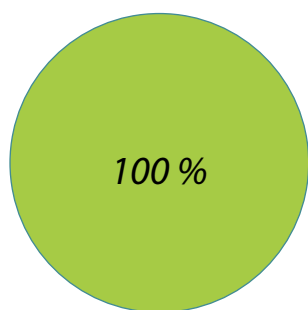
jako chemický nedopal spolu se sazemi různé konzistence. Velký nadbytek spalovacího vzduchu se projeví na kouřovém hrdle jako nižší teplota spalin, což by ukazovalo na vyšší využití tepla ve spotřebiči. Proto je měřen i zbytkový kyslík. Jestliže je jeho množství vyšší, než předepisují tabulkové hodnoty, je přísun spalovacího vzduchu příliš velký. Tím je ochlazována spalovací komora a část paliva potřebná ke zvýšení na zápalnou teplotu je tak bez užitku ztracena.

## VYUŽITÍ TEPLA PALIVA

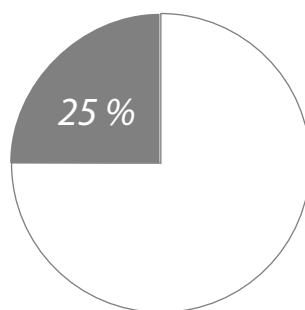
Proces spalování je představován postupem nahřátí paliva na zápalnou teplotu, odhořívání těkavých složek v palivu obsažených a nakonec dohoření tuhých částic paliva.

Při nahřívání paliva na zápalnou teplotu ztrácíme další teplo, a to teplo potřebné k jeho vysušení, tedy k odpaření vody v palivu obsažené.

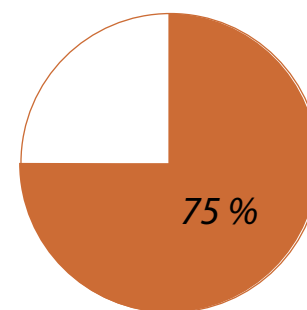
### Graficky lze vyjádřit spálení paliva:



*Příkon (celkové teplo v palivu)*



*Ztráty spotřebiče*



*Výkon (teplo využité)*

Odečtem ztrát, které provázejí činnost spotřebiče, od celkového tepla v palivu obsaženého (příkon) získáme výkon. Poměr mezi výkonem a příkonem je účinnost spotřebiče. Ta je vždy menší než 1. Vynásobením číslem 100 získáme účinnost vyjádřenou v %.

***Celkový výkon nikdy nemůže být větší než je těchto 100 %.***

Každé znečištění teplosměnné plochy, nedostatek spalovacího vzduchu, příliš velký přebytek vzduchu nebo vysoká vlhkost paliva snižuje výkon spotřebiče a zvyšuje ztráty. U uhlíkatých paliv je celkem jasné, že ztráty se projeví na tvorbě sazí a zhoršeným přestupem na teplosměnné ploše. Také snížená průchodnost kouřovodů, sopouchu a komínového průduchu se na účinnosti projeví negativně.

Převládá mylný názor, že spotřebiče spalující zemní plyn se čistit nemusí, protože žádné saze netvoří. Na snížené účinnosti se podílí nesprávně seřazené hořáky, vytvoření koroze na teplosměnné ploše a zanášení polétavým prachem. Poslední fází je tvorba sazí (nedokysličením paliva), které jsou výtečným izolantem a současně jsou schopny spolehlivě zneprůchodnit lamely kotlového tělesa. Výsledkem je poškození pláště spotřebiče a tvorba jedovatého oxidu uhelnatého.



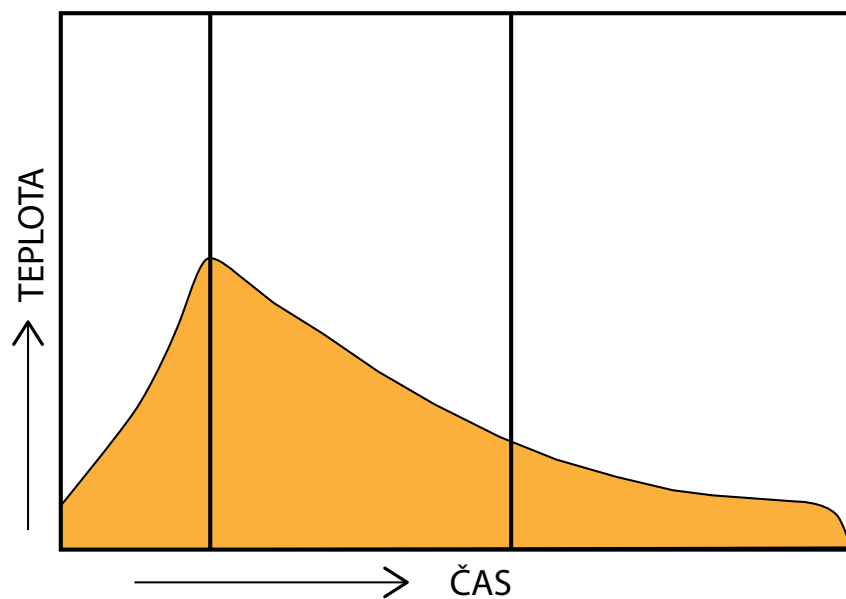
## Hoření – průběh

Základními podmínkami hoření jsou tři faktory (hořlavý soubor):

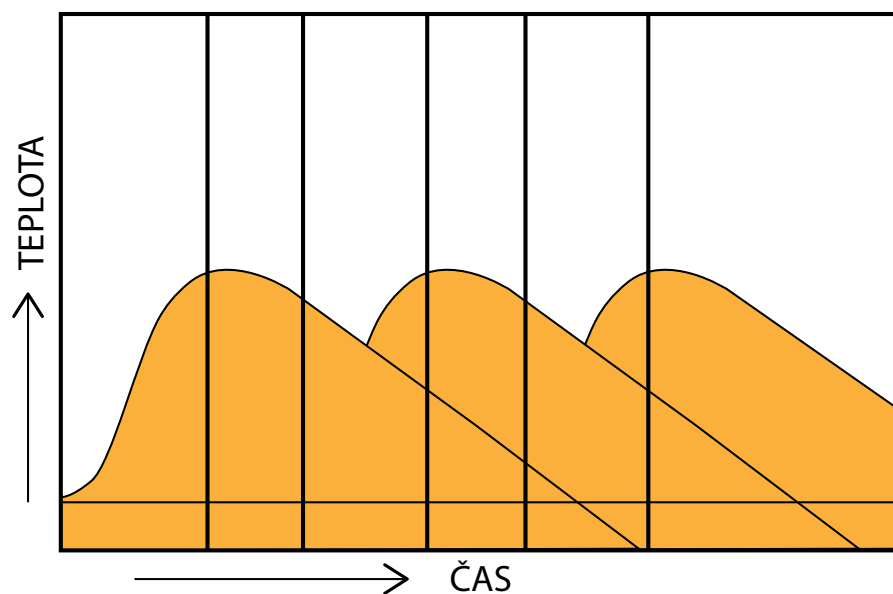
- Palivo
- Vzdušný kyslík
- Dosažení zápalné teploty (tepelný zdroj zapálení)

*Pokud nejsou tyto tři faktory pohromadě, nemůže dojít k hoření.*

Při zapalování hořlaviny dochází zvyšováním teploty k vysušení materiálu, úniku hořlavých plynů, jejich hoření a posléze k dohoření zbytku paliva v pevném stavu. U některých hořlavých kapalin dochází k odparu již za pokojových teplot, takže při smísení se vzduchem stačí zápalnou směs iniciovat i malým impulzem – jiskra z oděvu, cigareta apod.



PRŮBĚH TEPLŮT PŘI HOŘENÍ PALIVA



POŽADOVANÝ PRŮBĚH TEPLŮT V TOPNÉM REŽIMU

CYKlický PROVOZ (provoz běžných lokálních spotřebičů)



Pro naši praxi také musíme rozlišovat bod hoření a bod vzplanutí. Bodem vzplanutí se nazývá taková teplota, při níž dojde k prvnímu vyšlehnutí plamene, palivo samo však není natolik nahřáto, aby mohlo dále hořet. Při dalším přísunu zápalného tepla takové teploty dosáhne a dojde k samovolnému hoření.

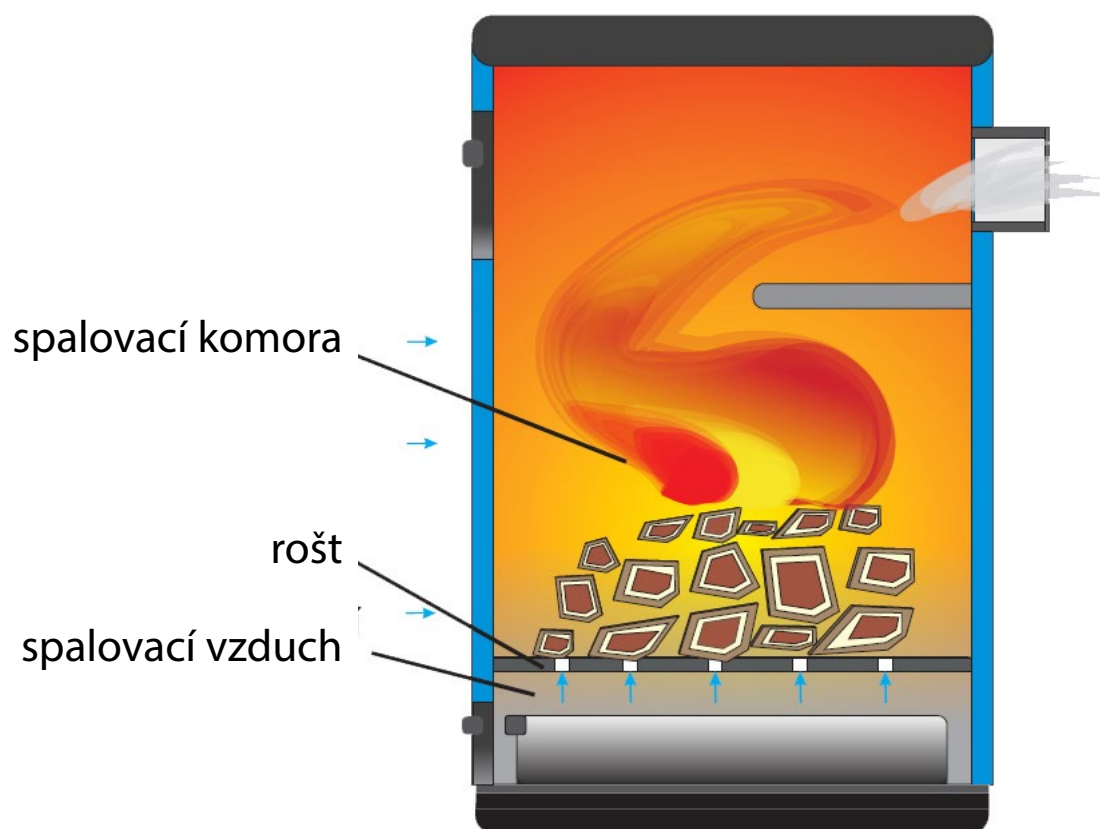
### Způsoby spalování pevných paliv:

Základním způsobem je spalování paliva v šachtové spalovací komoře na roštu. Konstrukce roštu je odlišná podle druhu a zrnitosti (kusovitosti) paliva. Dřevo se může spalovat na pevném roštu, protože popel je velmi jemný, naproti tomu hnědé uhlí a koks mívají rošty pohyblivé, aby bylo možné odstraňovat velké kusy popela. Některé konstrukce jsou uzpůsobeny i na drcení škváry. Jiné – pro spalování kusového dřeva – jsou bezroštové nebo mají kozlíkový rošt.

### Základní typy spalovacích zařízení:

#### 1) Jednorázové s ruční dopravou paliva do ohniště

– **prohořívání** (přívod hlavní částí vzduchu je pod palivo – primární vzduch) **A**



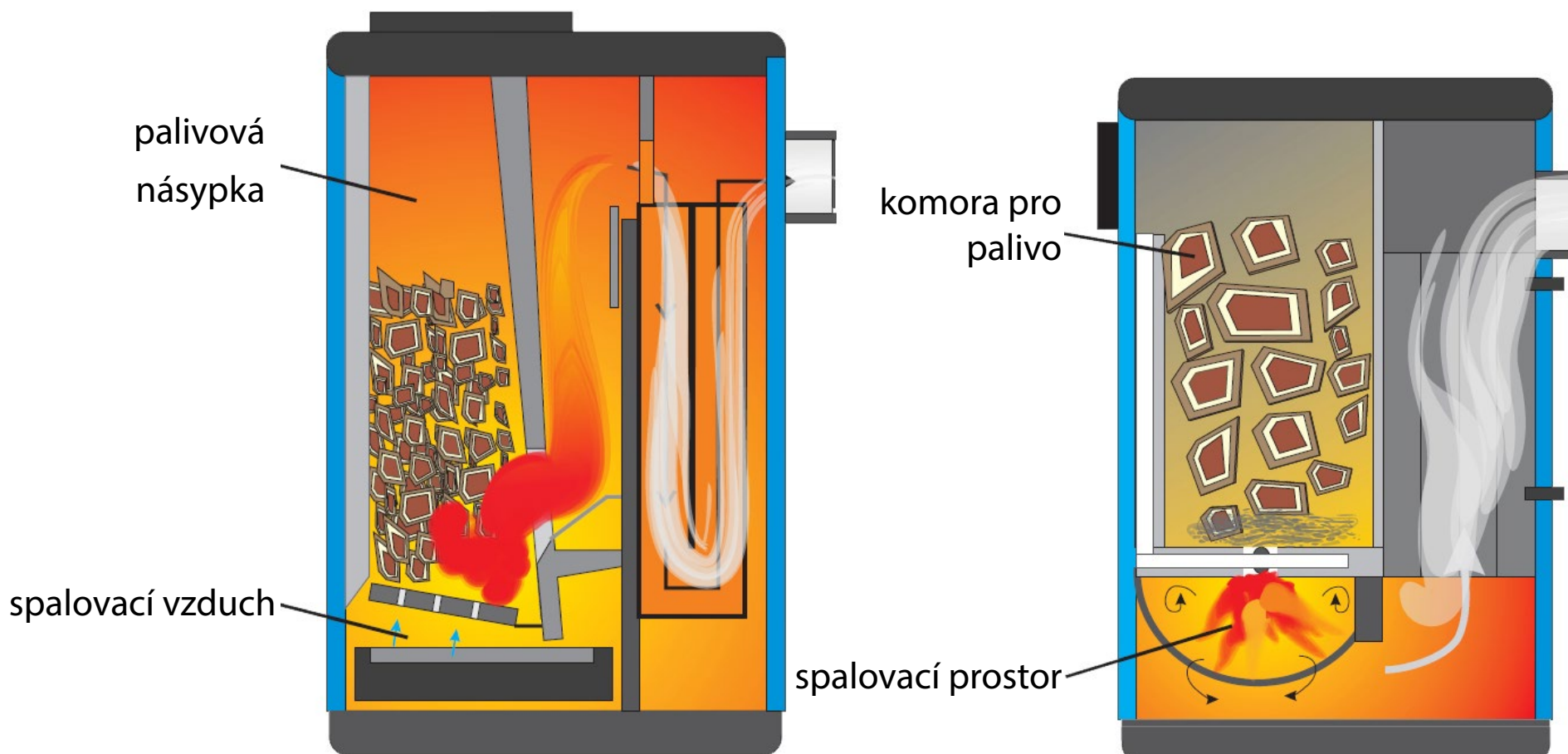
**A** Účinnost 50 až 60 %





– **odhořívání** (přívod hlavní částí vzduchu do plamene – sekundární vzduch) **B**

– **zplyňování** (spalování paliv s vysokým obsahem prchavé hořlaviny) **C**

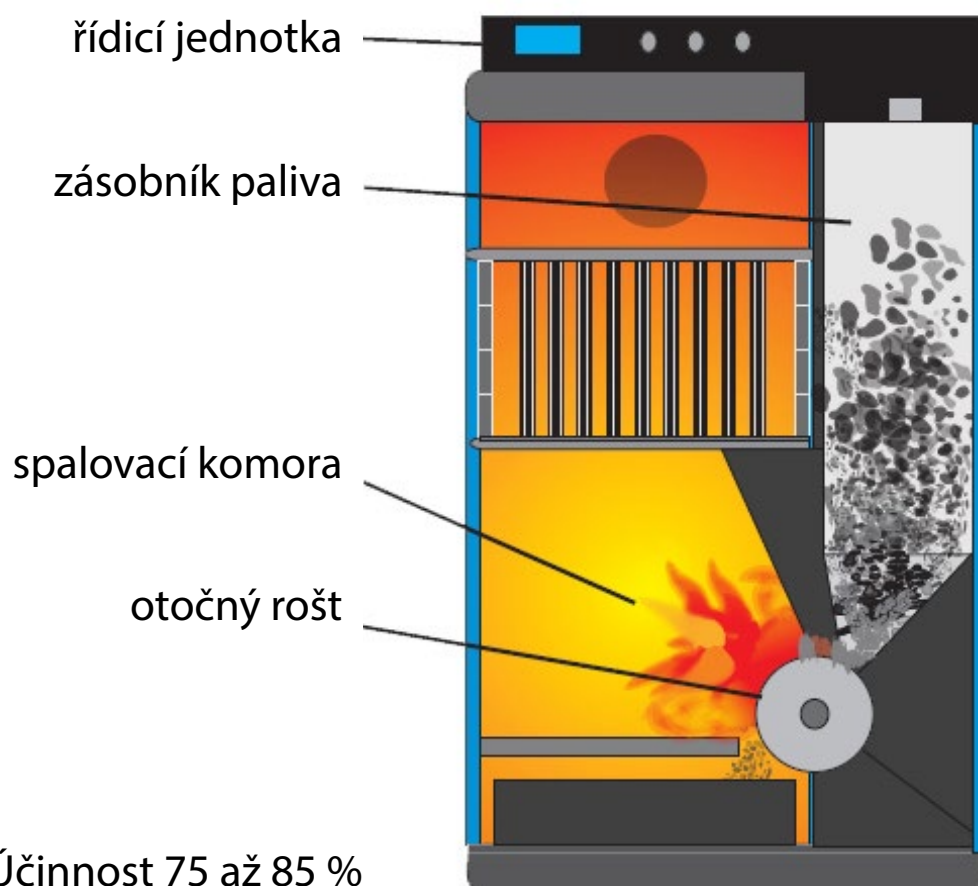


**B** Účinnost 60 až 70 %

**C** Účinnost 70 až 80 %

## 2) S automatickou dopravou paliva do ohniště

– s otočným roštem

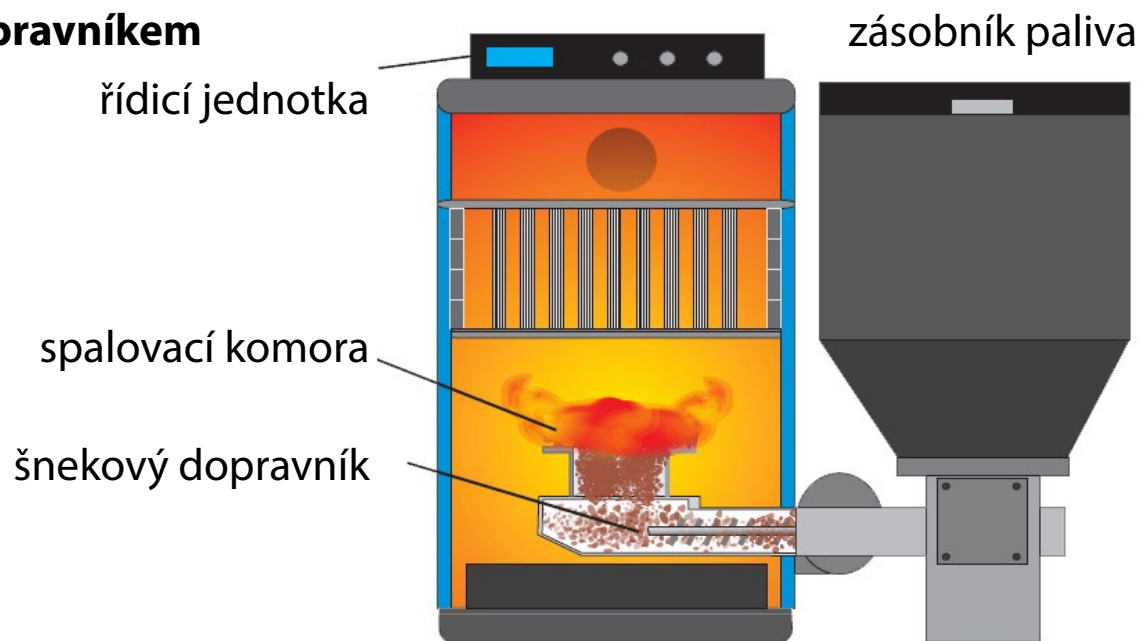


Účinnost 75 až 85 %





## – se šnekovým dopravníkem



Účinnost 75 až 85%

Kotle na dřevo mohou být konstruovány i pro spalování jiných paliv, jako jsou dřevoštěpka, pelety, sláma aj. Pro průmyslové použití byly vyvinuty kotle s pohyblivým roštem a svazkem žárových trubek (Roučka Slatina, ČKD, Praga, ŽDB a další), velké kotle v elektrárnách používají jemně mletý uhelný prach, který je spalován v proudu vzduchu (fluidní spalování).

U kusového dřeva spalovaného v lokálních spotřebičích není možné palivo dávkovat zcela plynule – dávkuje se při kládání, takže probíhá v určitých cyklech.

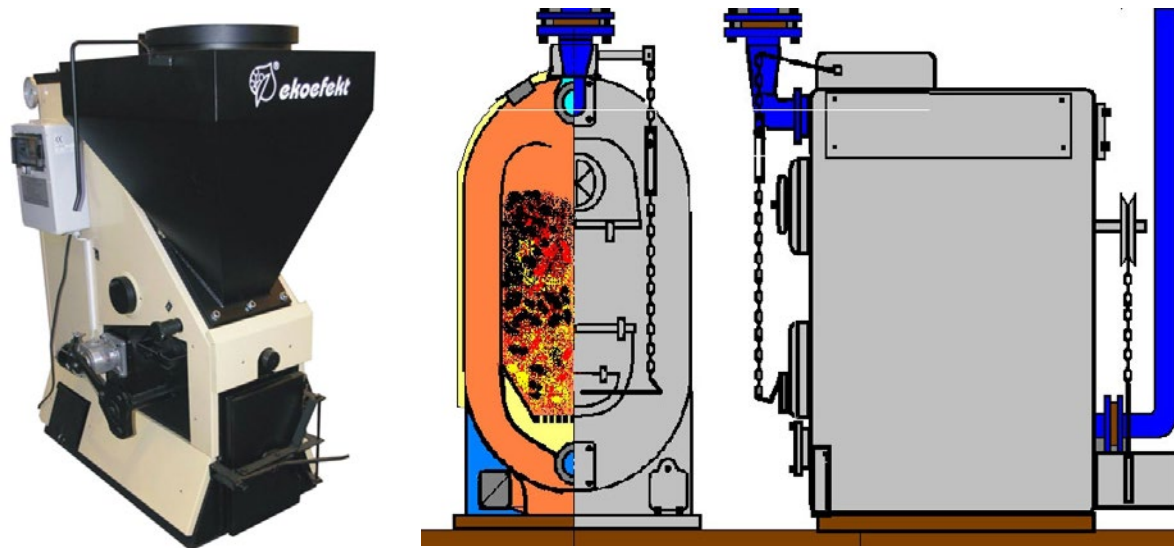
Na grafu výše je znázorněn průběh teplot při kontinuálním spalování na roštu. K nahřívání a zapalování paliva dochází obvyklým způsobem. V okamžiku, kdy teplota začne klesat, tedy ve chvíli dohořívání tuhých zbytků paliva, je do spalovací komory přiložena další dávka paliva. Ta sníží teplotu ve spalovací komoře, protože se nové palivo musí vysušit, zplynovat a teprve potom začne vydávat teplo.

Snaha o prodloužení cyklu zavádí do praxe spalování v kotlích se šachtovým zásobníkem nebo spalování pyrolýzní (nálož paliva může hořet i několik desítek hodin).

Automatizace ve spalování dřevní hmoty bylo dosaženo spalováním malých agregátů (piliny, štěpka, pelety). Palivo je podáváno ze zásobníku – nejčastěji šnekovým dopravníkem – do spalovacího prostoru různé konstrukce. Možností jsou i mechanické posuvné rošty nebo spalování v turniketovém zařízení. Zapalování je prováděno elektrickým žhavicím zařízením a spaliny jsou odváděny přetlakovým potrubím malého průřezu.

### **Dvě generace kotlů:**

*moderní na spalování uhlí a dřevoštěpky a starý na spalování koksu*





## Spalování kapalných paliv

**Kapalná paliva mohou být spalována dvěma způsoby:**

- Palivo se odpaří a jsou spalovány jeho páry.
- Palivo se jemně rozpráší a hoří ve směsi se vzduchem.

Odpařovací způsob byl nejčastější při spalování topné nafty (LTO). Nafta se odpařovala na odparné misce a její páry hořely ve spalovací komoře.

Mechanický způsob mísení se vzduchem byl využíván jak u velmi malých zdrojů tepla, tak u velkých kotlů – například strmotrubný kotel ČKD, osazený hořáky pro spalování mazutu.

– **Činnost hořáku:** předeřtý mazut byl podávacím čerpadlem vstřikován do proudu vzduchu vytvořeného ventilátorem a přes turbulentní kroužek vstřikován do spalovací komory kotle. Zapálení bylo prováděno také elektricky (u velmi starých hořáků bylo zapalování mazutu provedeno pomocí zapalovací misky nebo knotu).

– **Činnost automobilního teplovzdušného generátoru:** zubové podávací čerpadlo tlačilo palivo dutou hřídelí na odstředivou misku. Ta palivo jemně rozprášila a zapalování zajistila žhavicí svíčka.

## Spalování plynných paliv

**Je prováděno dvěma způsoby:**

- plyn je vypouštěn dýzou do difuzoru a dále do štěrbinového hořáku,
- vzduch je vháněn pod tlakem, který přisává plyn do ejektoru.

Z pohledu přívodu spalovacího vzduchu a odvodu spalin dělíme spotřebiče paliv spalující plyn na tři základní skupiny:

„**A**“ – odběr spalovacího vzduchu z prostoru umístění spotřebiče, odvod spalin tamtéž

„**B**“ – odběr spalovacího vzduchu z prostoru umístění spotřebiče, odvod spalin spalinovou cestou (podtlakovou, nebo přetlakovou) do venkovního prostoru (prostředí)

„**C**“ – odběr spalovacího vzduchu přívodním potrubím z venkovního prostoru, odvod spalin spalinovou cestou (přetlakovou) do venkovního prostoru (prostředí)

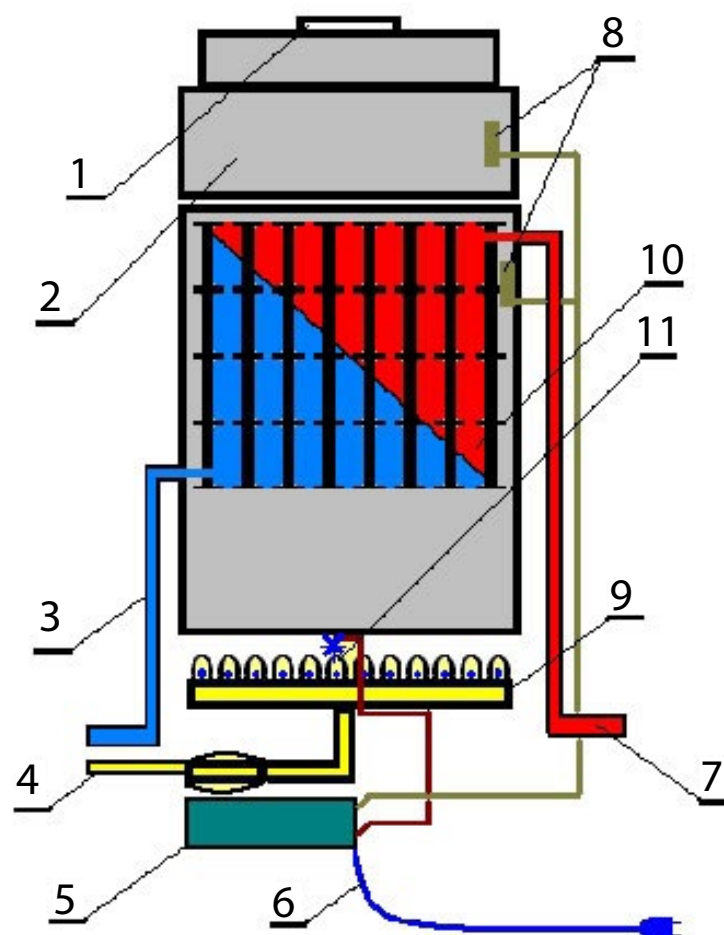


Tlakové hořáky mohou být dvojího provedení. Buď pokryje vzniklý tlak tahové odpory kotle a na kouřovém hrdle musí být spaliny odsáty komínem (případně je komínový tah vytvořen uměle), nebo je přetlak spalin tak velký, že je stačí vytlačovat celou spalinovou cestou.

Kotle v tomto provedení mohou mít na spalinovém hrdle ventilátor k nucenému odvodu spalin. Vždy však vyžadují dostatečný přívod vzduchu pro spalování.



### Závěsný kotel s atmosferickým hořákem



#### Schéma kotle na plynná paliva:

- |   |   |
|---|---|
| 1. kouřové hrdlo                                | 7. vývod topné vody                                 |
| 2. přerušovač tahu                              | 8. termočlánky – spalinové a kotlové čidlo          |
| 3. přívod vratné vody                           | 9. hořák  |
| 4. přívod plynu s redukčním ventilem a uzávěrem | 10. ve spalovací komoře umístěná teplosměnná plocha |
| 5. řídicí jednotka                              | 11. zapalovací zařízení                             |
| 6. přívod elektrické energie                    |   |





## DRUHY PALIV A JEJICH VLASTNOSTI

### Základní rozdělení paliv podle skupenství:

- Pevná
- Kapalná
- Plynná



### Další kritéria:

#### *Původ paliva*

- Fosilní (ropa, zemní plyn, uhlí, rašelina)
- Z obnovitelných zdrojů (dřevní hmota, kvasné plyny, produkty karbonizace dřeva – dřevný olej, rostlinné oleje, živočišný tuk)
- Využitelné odpady z různých druhů výroby (papírovina, rafinační zbytky, směsná paliva – zbytky barev a olejů, spalitelné plasty)

#### *Podle obsahu hořlavých látek*

- Uhlíkatá
- Uhlíko-vodíková
- S obsahem balastních látek, například síry (nízkosírná a vysokosírná)



Každý způsob získávání tepla by mohl používat ještě jiná kritéria rozdělení, daná konkrétní technologií spalování a kvalitou paliva.

**Příkladem je rozlišení pevných paliv fosilních podle jejich výhřevnosti, tedy podle geologického stáří:**

- Antracit
- Uhlí černé
- Přírodní koks
- Uhlí hnědé
- Lignit
- Rašelina
- Hořlavé břidlice

**Uhlí se dělí pro distribuci podle zrnitosti na:**

- Kusové
- Kostka
- Ořech
- Prašné (hrášek)
- Energetický prach
- Uhelňé kaly

**Topné oleje:**

- Lehké (minerální, biologického původu)
- Střední
- Těžké

Množství tepla, které lze z paliva získat, je laboratorně měřeno jako výhřevnost, tedy tepelná energie vztažená k objemu spalované látky.

**Přibližnou představu o složení ropy dávají následující hmotnostní podíly:**

- Uhlík 84–87 %
- Vodík 11–14 %
- Kyslík až 1 %
- Síra až 4 %
- Dusík až 1 %



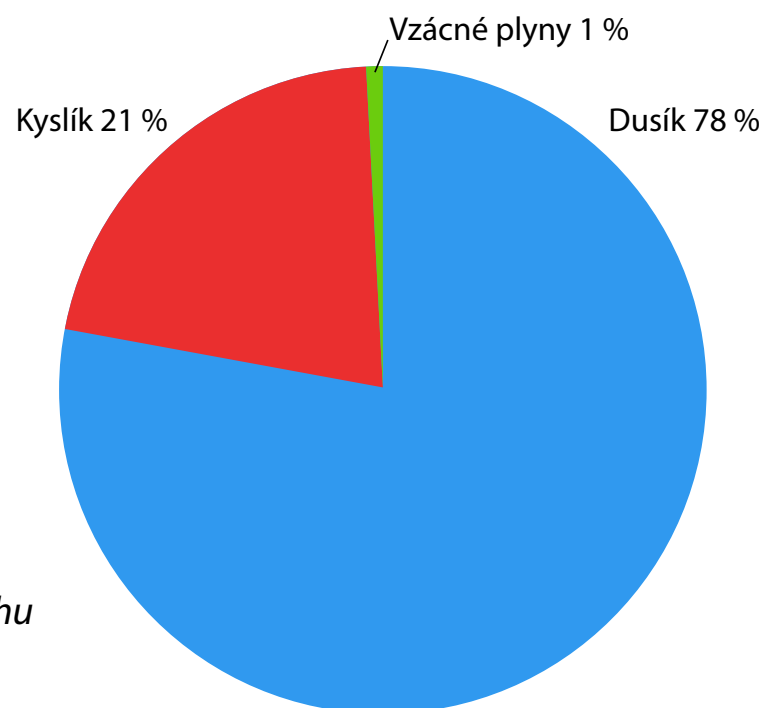
Palivo	Obsah CO <sub>2</sub> max. v %	Výhřevnost MJ.m <sup>-3</sup>	Doporučený obsah CO <sub>2</sub>
Zemní plyn	11,69	35	9–11
Propan butan	13,8	90	10–12
LTO	15,7	43	12–14
Koks	20,7	31	13–16
Černé uhlí (orientačně)	18–19	23	11–14
Hnědé uhlí (orientačně)	18–19	13–17	11–14
Dřevo (orientačně)	20	16	13–16

Tabulka se zobrazením obsahu prchavé hořlaviny, což je důležité pro volbu spalovací technologie.

	dřevo	rašelina	lignit	hnědé uhlí	černé uhlí
Prchavá hořlavina v %	68	43,6	43,6	40,8	40,2

## TEORIE SPALOVÁNÍ PALIV PODMÍNKY PRO SPALOVÁNÍ, HOŘLAVÝ SOUBOR

Spalování je chemický proces, při kterém při současné oxidaci a redukci hořlaviny se vzdušným kyslíkem vzniká světlo, teplo a spaliny.



Složení suchého vzduchu





Ve vzduchu jsou obsaženy vodní páry, prachové částice a aerosoly kapalných příměsí.

**Poznámka:** Soli jsou směsi dvou různorodých látek, například vzduchu a kapaliny = aerosol, nebo vody a pevných částic = hydrosol.



Při hoření musíme zohlednit i nadmořskou výšku, která mění tlak vzduchu a tím umožňuje jiným látkám (například vodním parám) měnit poměr obsahu ostatních látek.

Tlak suchého vzduchu na hladině středozemního moře je 1 000 hPa, jeho hustota je  $1,210 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . V nadmořské výšce 11 000 m je tlak 223,2 hPa a hustota jen  $0,339 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Stejně tak přirozená průměrná teplota v takových výškách se pohybuje mezi  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $-56 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Při dokonalém spalování – **stechiometrickém** – dojde ke sloučení pouze takového množství kyslíku s hořlavinou, které odpovídá matematickému modelu spalování. Jestliže budeme spalovat hořlavinu za přírodních podmínek, musíme zvýšit množství vzduchu, protože obsahuje jen 21 % kyslíku a nadto se ideálně nesetká každá molekula hořlaviny s molekulou kyslíku. Velký vliv má možnost mísení paliva se vzduchem (plyn, kapalina, pevná látka). Logicky tedy nedochází k hoření v celém průřezu paliva, ale pouze tam, kde je dostatečný přívod vzduchu. Dusík je plyn netečný, ale ve vysokých teplotách hoření přece jen dojde k jeho okysličení na další škodlivé plyny – oxidy dusíku.

V tabulce níže jsou uvedeny hodnoty násobku stochiometrického objemu spalovacího vzduchu **n** v závislosti na obsahu  $\text{CO}_2$  ve spalinách při úplném spálení tranzitního zemního plynu ( $\text{CO} = 0 \%$ )

$\text{CO}_2$	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11
<b>n (-)</b>	3,1	2,7	2,4	2,2	2,01	1,85	1,72	1,6	1,5	1,4	1,34	1,27	1,21	1,15	1,1	1,06

Zráta výkonu stěnami spotřebičů  $q_s$  je pro kotle vyrobené před rokem 1980 cca 4 % z příkonu kotle, u kotlů novějších konstrukcí asi 3 % a u současných kotlů 2 %.

## Hořlavý soubor

Počátek hoření je spojen s přítomností tří faktorů – podmínek, za kterých může k hoření dojít. K hoření je třeba paliva, které je zahřáto na zápalnou teplotu a je obklopeno spalovacím kyslíkem. Tyto tři faktory se nazývají hořlavým souborem. Jestliže některý z nich chybí, k hoření nemůže dojít.



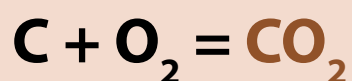
## Spalování chemických látek

Při spalování látek vycházíme z několika základních chemických rovnic, protože znázornit přirozený postup spalování je v praxi téměř nemožné. Každá přírodní látka se vyskytuje v různé koncentraci, směsi (například dřevo) obsahující navíc vodu a velmi složité organické látky. Při vysokých teplotách spalování se také zúčastní jinak téměř netečný dusík a vznikají několikačetné oxidy dusíku (označují se souhrnně  $\text{NO}_x$ ).

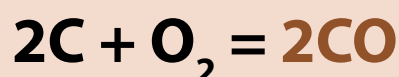
Pro základní pochopení spalování použijeme jednoduché vzorce stechiometrických výpočtů. Dosadíme-li do nich atomové hmotnosti, dá se vyjádřit hmotnost látek do reakce vstupujících i hmotnost látek z reakce vystupujících.

Při stechiometrickém spalování přichází do reakce právě tolik chemické látky, že proběhne spalovací reakce bez jakýchkoliv zbytků: látková množství se spojí v teoretických poměrech.

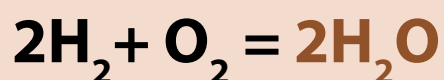
Dokonalé spalování uhlíku za vzniku oxidu uhličitého:



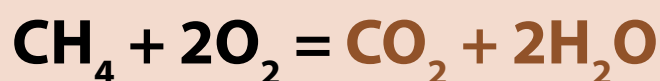
Nedokonalé spalování uhlíku za vzniku vysoce hořlavého a jedovatého oxidu uhelnatého:



Spálení vodíku na vodu (vodní pára):

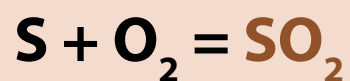


Spálení metanu na oxid uhličitý a vodu:





Spálení síry na oxid siřičitý:



## ••••• Produkty spalování, možnosti jejich likvidace a dalšího využívání

Spalování jako přírodní proces podléhající zákonům o zachování hmoty a energie musí vytvářet jiné látky ve stejném hmotnostním množství, jako má součet hmot látek do reakce vstupujících.

Při hoření obecně vznikají jako produkty spalování látky pevné, kapalně a plynné. Jejich množství je dáno druhem paliva, jeho čistotou a způsobem, resp. účinností spalování.

Po spálení pevných paliv zůstává nespalitelný zbytek – popel, ve spalinách je obsažena voda ve formě vodní páry, oxid uhličitý, oxid siřičitý, oxid uhelnatý a zbytkový kyslík. Hoření není zpravidla dokonalé, proto zbytek obsahuje i saze – nespálený uhlík spolu se složitými organickými sloučeninami tvořícími dehet.

Podobné složení spalin mají i kapalná paliva s tím, že nespalitelný podíl je velmi malý a popeloviny se mohou ve spalinách objevovat v neměřitelných množstvích.

Paliva plynná jsou vesměs organické sloučeniny obsahující uhlík a vodík, takže ve spalinách je obsažena voda a oxid uhličitý. Při nedokonalém spálení obsahují spaliny oxid uhelnatý a v krajním případě i saze. Při praktickém spalování obsahují i oxidy dusíku.

Pokud se provádí spalování v malých objemech, tedy v topeništích lokálních, počítá se se zachycováním a likvidací škodlivin. Do výroby se však nesmí dostat spotřebiče, u kterých by neprobíhalo spalování s patřičnou účinností danou zákonnými předpisy.

Jiná situace nastává v průmyslovém spalování. Tam už je nutné velké objemy škodlivin odlučovat, zachycovat a zpracovávat. Rozptylová stopa ve směru převládajících větrů zasahuje i území jiných států. Oxid siřičitý je chemicky odloučen a je z něj vyráběn energosádrovec (sádrovec pocházející z energetiky – není to žádná neznámá hornina).





### **Energosádrovec je využitelný jako surovina pro následující výroby:**

- Cement
- Sádrokartonové a sádrovláknité desky
- Samonivelační podlahové směsi na bázi sádrovce:
  - Anhydritové podlahové směsi
  - Podlahové směsi na bázi alfa sádry
- Sádrové omítky
- Pórobeton
- Sádrové tvárnice
- Speciální hnojiva s obsahem síry
- Substráty pro výrobu žampionů
- Popílek odloučený ze spalin slouží k výrobě stavebních hmot nebo jako podkladní vrstva pro revitalizaci ploch po vytěžených surovinách

### **Veškeré popílky lze dále obecně využívat jako surovinu pro výrobu:**

- Směsí stmelených hydraulickými pojivy dle ČSN EN 14227
- Pórového kameniva dle ČSN EN 13055
- Popílkových směsí
- Základkových směsí pro vyplňování prostor po těžbě uhlí
- Maltovin
- Cihlářských pálených výrobků
- Minerálních vláken
- Asfaltových výrobků
- Umělého kameniva
- Slévárenských písků
- Geopolymerů

Zvlhčené popílky lze ve smyslu ČSN 73 6133 a technických podmínek MDS TP 93 využívat jako sypaninu z druhotných surovin pro násypy, zásypy a stavby zemních těles pozemních komunikací.



## ••••• Vliv spalování paliv na životní prostředí

Lidská civilizace potřebuje pro získávání jiných druhů energie a pro získávání užitkového tepla spalování paliv. Vždy byla hledána ta nejlevnější paliva, aby náklady spojené se spalováním byly co nejmenší.



Koncem 16. století se začal rozvíjet průmysl. Nejdříve pomalu, postupným zakládáním větších dílen, posléze však vypukla takzvaná průmyslová revoluce. Byla podmíněna získáváním pohybové energie na pohon strojů manufaktur. Velký podíl měl vynález parního stroje použitelného pro pohon strojů – nejdříve důlních čerpadel, po zvládnutí plně automatizovaného chodu a jeho zdokonalení i pro pohon strojního zařízení továren. Nutnost přepravy velkých objemů nákladů si vyžádala modernizaci silniční sítě a ve chvíli, kdy byl parní stroj zmenšen a zdokonalen natolik, že se dal postavit na kola, vznikla i parochodná železnice. Pára poháněla zemědělské traktory i zemní stroje. Také v lodní dopravě, zejména po vynálezu lodního šroubu, se rychle prosadila pára. Města se rozšiřovala, rostl počet jejich obyvatel a dřevo jako palivo přestávalo stačit. Pro topení se stále více používalo uhlí. Počátkem 19. století už bylo v průmyslových městech tolik topenišť, že začal být problém s čistotou ovzduší. Ozdravnému procesu měly pomoci městské plynárny produkující svítiplyn, ale také plynárenský koks. Ten měl díky své konzistenci horší využití v metalurgii, takže byl především používán jako palivo. Koncem 19. století se začala využívat ropa. Velkého úspěchu dosáhlo spalování petroleje na svícení a v menší míře i na vaření. Vynález a dostatečné technické zdokonalení spalovacího motoru vedly k jeho zavedení v dopravě.





K rozvoji automobilového průmyslu přispěla první světová válka. Potřeba získat převahu na bojišti vedla všechny zúčastněné strany k rychlému rozvoji strojírenství i dopravních prostředků. Snaha o využití doposud příliš nevyužívaného mazutu vedla ke konstrukci parních strojů pro lodě s vytápěním mazutovými kotli a později i ke konstrukci spalovacích turbín. Meziválečná doba 20. století nebyla dlouhá, ale znamenala opět další vlnu rozvoje průmyslu, dopravy i obchodu. Zrychlení průmyslové produkce vedlo ke vzniku krize z nadvýroby v USA, která postupně zasáhla celý svět. V období 2. světové války dochází opět k rychlejšímu rozvoji průmyslu, dopravy i obchodu. Celosvětová spotřeba paliv si paradoxně udržela i po válce rychlé tempo rozvoje. Tentokrát nedošlo ke krizi z nadvýroby, ale spotřeba relativně levné ropy z arabských zemí zvedající postupně svoji cenu způsobila energetickou krizi. Důsledkem byl návrat k méněhodnotným palivům a velkému znečišťování ovzduší. Léta padesátá a šedesátá byla provázena výstavbou velkých elektráren, které zamořovaly ovzduší i stovky kilometrů daleko. Zjištění dopadů na životní prostředí vedlo ke krokům směřujícím ke zvyšování čistoty ovzduší.

V elektrárnách se zachycoval popílek, který byl zpočátku vyvážen na skládky, ale záhy se začalo s jeho využíváním na výrobu stavebních hmot. Důsledkem energetické krize konce šedesátých let bylo využívání zemního plynu, který byl doposud víceméně balastní látkou při těžbě ropy.

Další zvyšování cen paliv vede v dnešní době k orientaci na paliva z obnovitelných (nevyčerpatelných) zdrojů. Jako palivo se užívá dřevo, dřevní hmota, sláma, tříděný průmyslový a domovní odpad, ale i zdroje čisté, tedy využití menších vodních toků a energie sluneční a tepelných čerpadel.

Regulace velkých a středních zdrojů vedla ke stanovení limitů tvorby a vypouštění nebezpečných látek do ovzduší. Ovlivnit čistotu spalin je možné pomocí čerpání limitů vypouštěných látek.

### Kontrolní otázky:

1. Jaké faktory jsou důležité pro hoření?
2. Jaký je rozdíl mezi spalováním kapalných a plynných paliv?
3. Jaké znáte druhy paliv?
4. Jaké znáte produkty spalování a jaké je jejich využití?

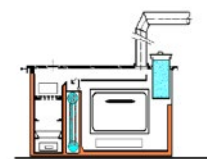




# 3 SPOTŘEBIČE NA PLYNNÁ, KAPALNÁ A PEVNÁ PALIVA



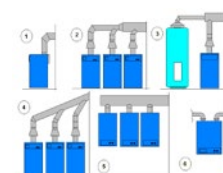
## 3.1 DOMÁCÍ SPOTŘEBIČE



## 3.2 PRŮMYSLOVĚ POUŽÍVANÉ SPOTŘEBIČE



## 3.3 NAVRHOVÁNÍ A PŘIPOJOVÁNÍ SPOTŘEBIČŮ PALIV







## 3.1 DOMÁCÍ SPOTŘEBIČE

### Požadavky na provoz spotřebičů:

- *Hospodárnost = vysoká účinnost využití paliva*
- *Jednoduchá, pokud možno automatizovaná obsluha nebo automatický provoz*
- *Snadná čistitelnost*
- *Regulace výkonu v celém rozsahu použití*

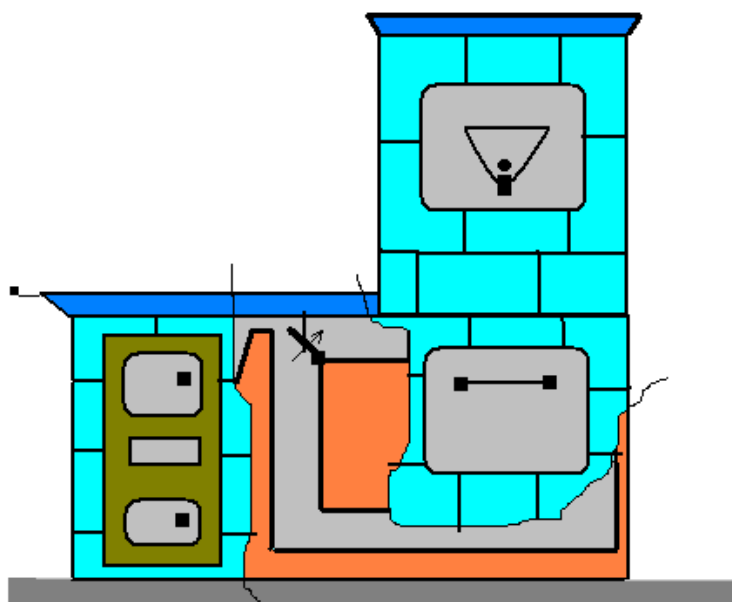
## DRUHY SPOTŘEBIČŮ A JEJICH VLASTNOSTI

Do dneška prošly vývoj a výroba spotřebičů dlouhým vývojem. Počínaje otevřeným ohništěm přes černé kuchyně, krby, kachlová kamna a sporáky po topeniště technologická pro manufakturní provoz atd.

Teprve masové zavedení malých zdrojů vytápění a na straně druhé velkých technologických topenišť vedlo ke sledování hospodárnosti v zacházení s palivy.

Nejstarším spotřebičem paliv je otevřené krbové topeniště. V době jeho vzniku nikdo neměl znalosti o procesu hoření, a tak jeho účinnost byla v řádu jedné desítky procent. Jednalo se v podstatě o otevřené ohniště ze tří stran ohraničené, v provedení buď vestavěné do stěny, nebo představené.

Pozdější vývoj už směřoval ke spotřebičům uzavíratelným, ale v kategorii technologických spotřebičů stále přežívala konstrukce otevřených topenišť a černých kuchyní. Na sporák v podobě dnes známé si musíme počkat do období pozdějších (konec 18. stol.), kdy byla metalurgická výroba schopna produkce železných tálů. Výroba dvířek topeniště a popelníků byla mnohdy ještě i v této době věcí kovářů a kusové nebo manufakturní výroby.





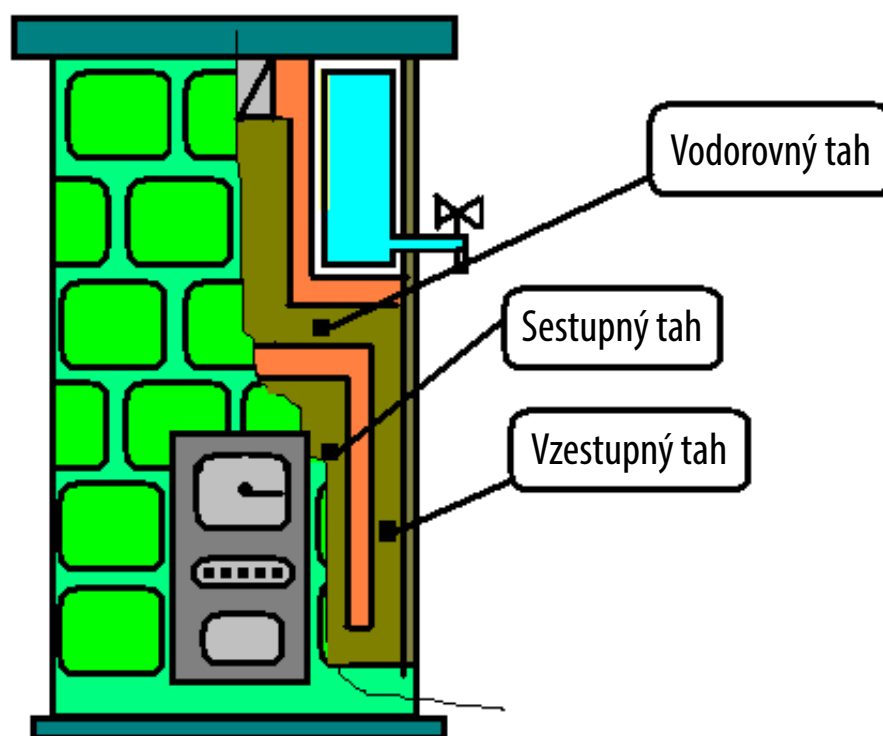
Uzavíratelná domácí topeniště – dnes je nazýváme lokálními spotřebiči – prošla svým vývojem. Prvotně byly stavěny kombinované zdroje, tedy pece s varnou plochou a dalším příslušenstvím, k němuž patřily pece na chleba a v pozdějším vývoji i trouby na pečení a sušárny.

Vývojem byla dosažena konstrukce kombinovaného sporáku, jak jej známe v dnešní podobě, tedy spotřebiče s poměrně vysokou účinností a možností regulace topného procesu.

Rozvoj slévárenství podmiňuje také rozvoj topné a varné techniky. Dokud nebylo možné vybavit sporák plotnou (tálem), jednalo se neustále o přímý ohřev varných nádob v černé kuchyni nebo v peci.

V tomto období byly používány k přípravě pokrmů hrnce z pálené hlíny. Rozvoj slévárenských technik vedl také k výrobě litinového nádobí (tzv. železnáků), které byly buď drahé, nebo nedostupné. Druhým typem varných nádob byly mědikovecky zhotovené kotle, hrnce a pánve, v jejichž výrobě dosáhli řemeslného mistrovství cikáni.

Ve 2. polovině 19. stol. se začaly vyrábět mimo kamen kachlových také přenosná kamna železná a kovové sporáky. Pro získávání většího množství teplé vody na vaření a praní byly používány varné kotle, oddělily se lokální spotřebiče pouze pro výrobu tepla, někdy s využitím na ohřev TUV v kamnovcích. Kachlová kamna různého provedení jsou dodnes ozdobou zachovalých šlechtických sídel. Důmyslnost jejich vnitřního uspořádání slouží dodnes jako vzor pro sestavování individuálně budovaných kamen.

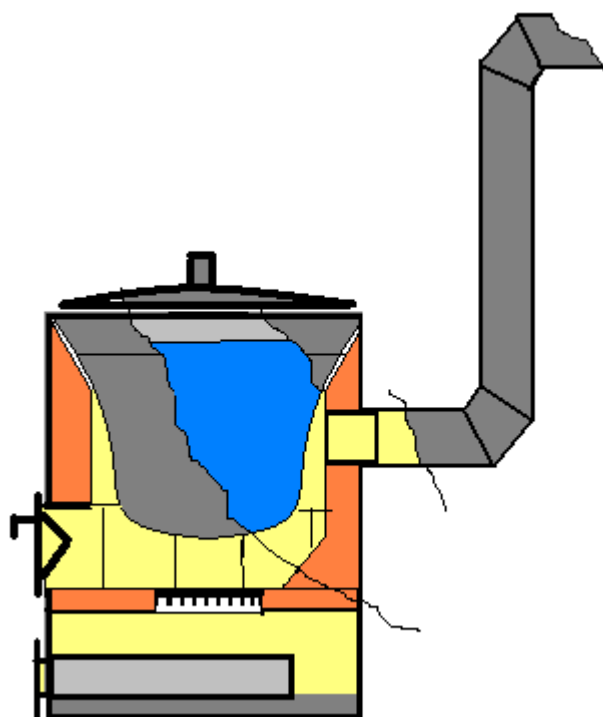


Kachlová kamna byla jednou z mála možností komfortního vytápění obytných prostor. Jejich stavba byla velice náročná na čas a práci, vyžadovala vysokou odbornost stavitelů a v neposlední řadě jejich celková hmotnost byla velikou nevýhodou zejména ve vícepodlažních budovách. Neúměrně zatěžovaly stropní konstrukce a také způsob čištění spalinových cest byl složitý.

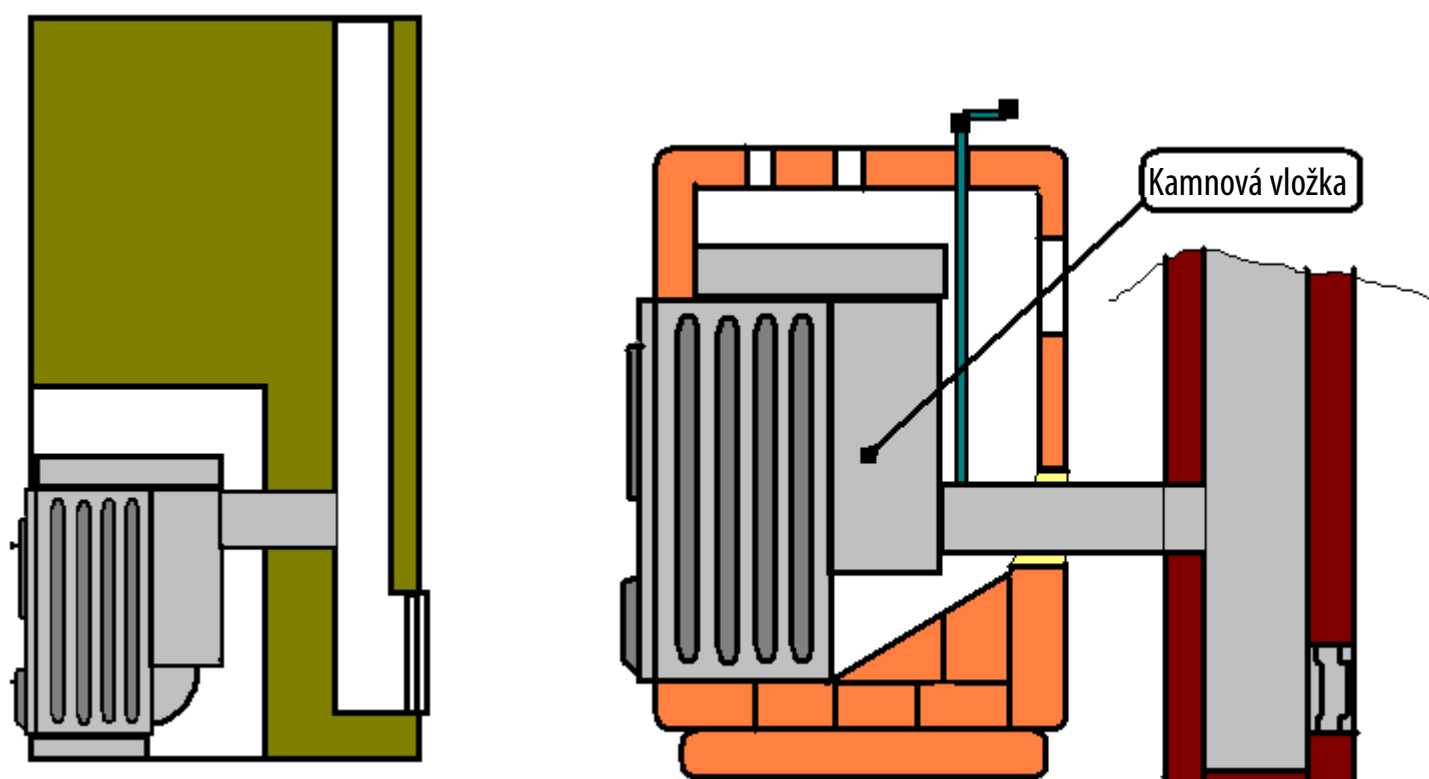
Přešlo se ke stavbě lehčích konstrukcí. Snaha o rychlejší stavbu těchto spotřebičů vedla



k jejich manufakturní výrobě. Na konci 18. stol. tedy byly k dostání hotové prvky, ze kterých bylo možné postavit běžná kachlová kamna.



Další vývoj přinesl výrobu kamen přenosných, buď železných, nebo kachlových, a koks jako palivo pro vytápění zavedlo mnoho druhů kamnových vložek pro obestavbu nebo zástavbu do niky ve zdi. Snaha o prodloužení doby hoření topné nálože vedla k výrobě a masovému rozšiřování stáložárných kamen. Byly však spíše doménou městských bytů, protože se v nich spalovalo drahé palivo – černé uhlí nebo koks (pouze tam, kde byly městské plynárny nebo koksovny, byl koks levnější). Pro ohřev užitkové vody byly používány konstrukce přenosných nebo zabudovaných varných kotlů.





## ••••• Kamnová vložka

Tato je výrobkem České železářny. Podle ní se dodnes vyrábí repliky. Kamnová vložka je určena ke spalování koksu a antracitu. Byla umísťována topným štítem do předsíně, spalovací komora byla ukryta v nice umístěné v obytné místnosti. Průhled příkladacích dvířek byl slídový. Topný štít vytápěl sáláním i předsíň. Kouřovod byl přístupný dvoukřídlými dvířky (z obytného prostoru), krytými prostřihovanou sítí s křížkovým vzorem. Otevřením dvířek bylo možné do jisté míry regulovat rychlost vytápění místnosti. Kouřovody byly velkou slabinou takového zapojení. Protože nejsnadněji přístupné byly klempířsky vyráběné prvky z černého plechu, musely být měněny alespoň jednou za dvě topné sezony.



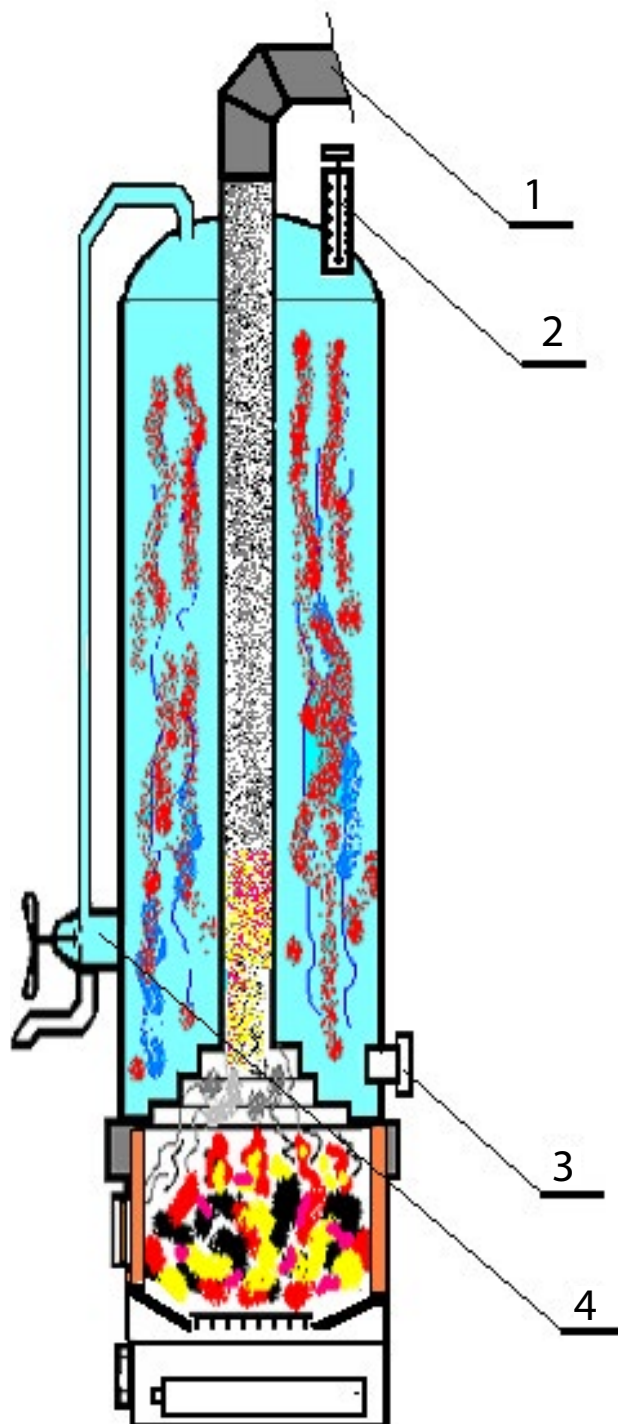
## ••••• Lázeňský válec

Původně byla v domech voda přivedena pouze na pavlač nebo do jiných prostor domu, kde vodovod v zimě nezamrzal. Hygiena byla udržována zbudováním společné prádelny. Dodnes v pavlačových domech zůstaly jejich pozůstatky. Z hlediska stavitele měly výhodu nižšího pořizovacího nákladu minimalizací bytové vybavenosti a z hlediska uživatelů zase menší činži. Budování bytové vybavenosti, zavádění vody a svítiplynu do jednotlivých bytů umožnilo zavést ohřev TUV v lázeňských válcích a samostatné koupelny. Komínový průduch byl zpravidla společný, buď pro sporák a lázeňský válec, nebo pro dva lázeňské válce v bytech vedle sebe.



**Funkce:** teplá voda je vypuzována připouštěním vody studené, která vytlačuje sloupec vody teplé.

Lázeňský válec je spotřebič pro získávání teplé užitkové vody pro **beztlakový ohřev**.



**Lázeňský válec:** běžné topeniště je umístěno pod válcem, který je opatřen vypouštěcí zátkou (3), pojistným ventilem (2), a spaliny odvádí kouřovod (1) do sopouchu. Teplá voda je vypouštěna speciálním směšovacím ventilem (4) (baterií), která odebírá vodu shora.

V zásobníku je pouze hydrostatický tlak. Během ohřevu se odpouští přebytek vody způsobený její tepelnou roztažností do vany. Při odpouštění teplé vody je užito principu různých hustot teplé a studené vody. Studená voda připouštěná u dna válce vytlačuje teplou vodu trubkou na horní straně válce a vede ji do výpustného ramínka nebo do sprchové hadice přes směšovací ventil. Chybným zapojením a napuštěním plného tlaku z vodovodního řádu dochází k poškození válce, který je vyroben z tenkého plechu a jeho plášť není izolován. Nemůže sloužit pro déle trvající vytvoření zásoby teplé vody.





## ••• Stáložárná – tzv. americká kamna

Přestože tato kamna jsou nazývána americkými, ještě před tím, než byla masivně dovážena do Evropy, se podobná kamna vyráběla v Británii a Irsku. Využívala vlastnost zušlechtěného paliva – koksu, nebo surového paliva – antracitu a kvalitního černého uhlí. Smolná uhlí poškozovala průhledy z přírodní slídy.



Palivo se zapalovalo postupným roztápěním, protože koks má vyšší zápalnou teplotu než jiná paliva. Po dosažení plného natopení bylo možné tato kamna používat s téměř celosezónním zátopením.

Palivo odhořívало v košovém pohyblivém roštu a spaliny byly vedeny poměrně složitou spalinovou cestou na zadní straně spotřebiče. Přívod vzduchu byl regulován několika otvory jednak pod rošt, jednak k dokysličení plynů v bubnu před komínovou klapkou. Odvod spalin byl malého průměru (cca 110–120 mm). Podle velikosti tato kamna dosahovala výkonů až k 30 kW.

Přestože je provedení umělecky zpracováno, kamna připomínají nepřesností odlitků spíše kusovou výrobu s individuálním sesazováním. Stejně tvarové provedení mělo vždy několik dílen, které příliš nedodržovaly stejné rozměry dílců, takže jejich renovace je velmi pracná a drahá.

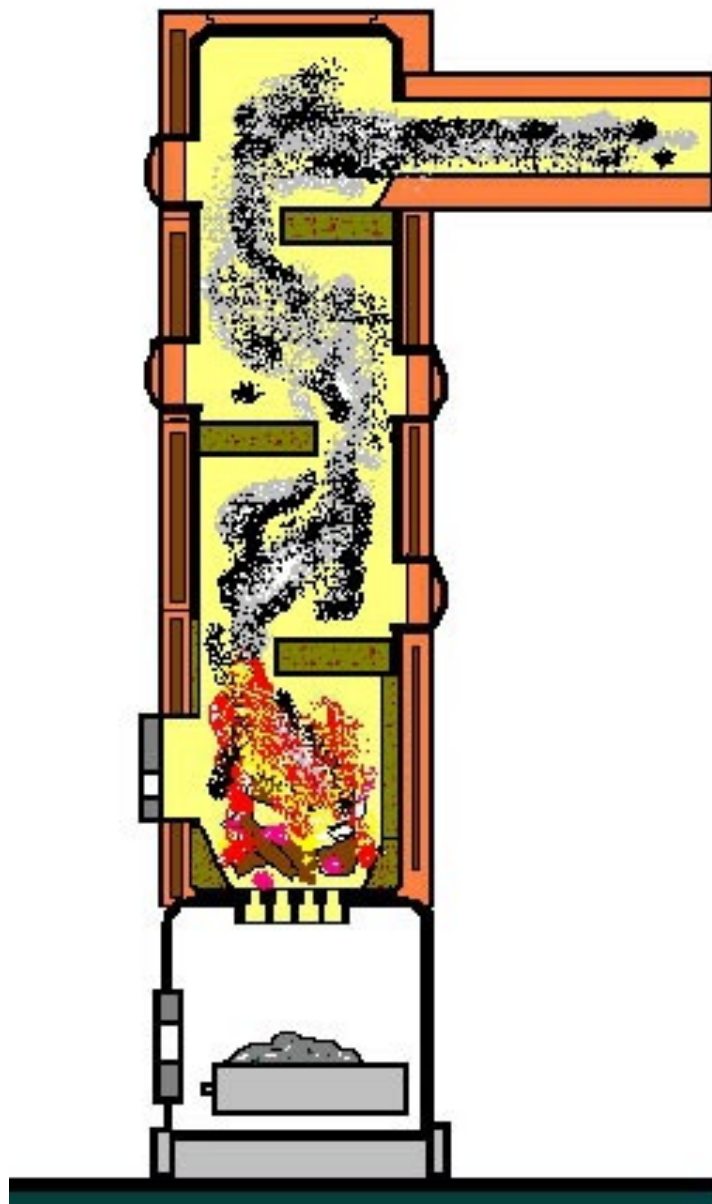


## Kachlová kamna

Byla prováděna jako individuální stavba v blízkosti komínového tělesa. Některé konstrukce byly přistaveny ke komínovému plášti, ale zmenšení sálavé plochy zadní stěny muselo být nahrazováno teplovzdušnými kanály nebo řešeno prozděním spotřebiče do sousední místnosti. Takové řešení zvyšovalo složitost konstrukce, ale bylo schopno přenést část hmotnosti kamen na komínový plášť nebo jinou nosnou konstrukci. Umělecky jsou prováděna kamna na šlechtických sídlech a byla stavěna i ve vysokých státních úřadech.

Topný štít byl buď vcelku, nebo byla na čelní straně vsazována dvojice nebo trojice dvířek – příkládací, pro přívod vzduchu a čištění roštu a popelníková dvířka. Tato kamna měla soustavu vodorovných tahových odporů (počet podle velikosti a výkonu spotřebiče) a na každém patře bylo víčko pro odstranění sazí a popele. Kouřovod byl zděný, později nahrazovány azbestocementovým kouřovodem čtvercového průřezu 12 × 12 cm. Kamna neměla komínovou klapku. Šamotové desky tvořily vyzdívkou topeniště, jinak byla kamna lepena pouze na kvalitní kamnářskou hlinu. Rošt byl jednoduchý, bez mechanického posuvu, nebo posuvný pomocí ručního háčku a očka na roštu.

Provedení povrchové úpravy podléhalo módním vlivům, takže dnes můžeme vidět kamna barokní, rokoková, empírová i funkcionalistická.







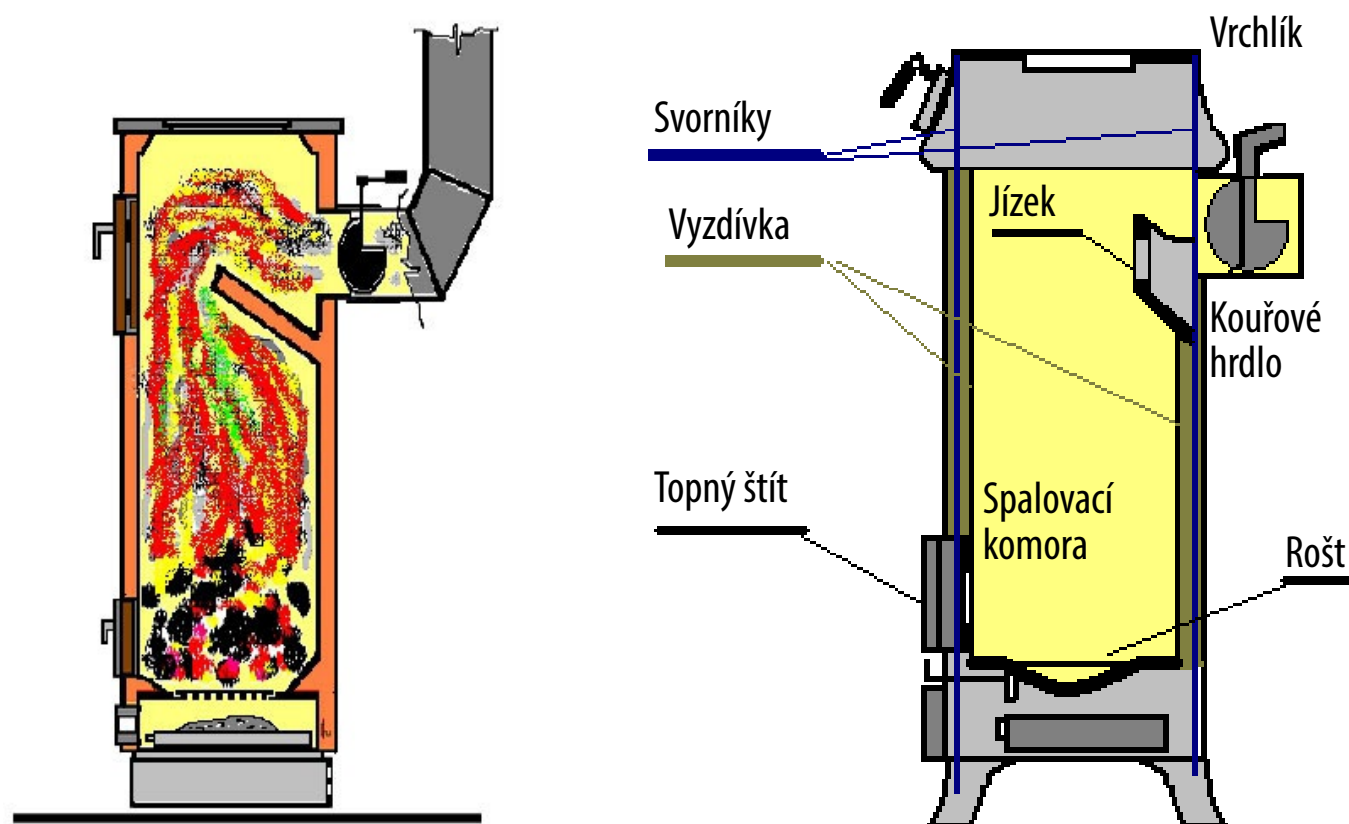
## ••• Přenosná kamna s prohoříváním paliva

Požadavek trhu na jednoduchá a laciná kamna přivedl výrobce ke konstrukci univerzálních kamen na spalování více druhů pevných paliv. Tato kamna mají plechový, zpravidla smaltovaný plášť s jednoduchou šamotovou vyzdívkou. Jediným tahovým odporem byl jízek před kouřovým hrdlem. Dalším regulačním prvkem byla komínová klapka. Účinnost takových kamen byla na nízké úrovni, takže do kouřovodů se vsazovaly výměníky (Gajo). Ani ty však nezabránily úniku těkavých hořlavin z paliva a jejich dohořívání v kouřovodu a v komínovém průduchu. Průvodním jevem topení je dočervena rozpálený kouřovod během zátoku nebo přiložení další topné nálože. V šedesátých letech 20. stol. byla příkladací dvířka doplněna regulovatelným přívodem vzduchu, který mírně zlepšoval využití paliva a zároveň umožňoval horní zátok, který prodlužoval dobu hoření. Každé přiložení znamenalo zadušení ohně a při prohořívání tvorbu studeného tmavého kouře. Rošt byl otočný, ovládaný ručním táhlem, kouřové hrdlo od  $\varnothing$  112 přes 118 mm až po 158 mm.

V provedení byla jednoduchá, jejich velikost odpovídala potřebnému výkonu (pro malé místnosti i tzv. hospodská kamna).

Pro spalování koksu byla také konstruována kamna s jednoduchou šachtou. Konstrukce více respektovala vlastnosti paliva, tj. malý podíl hořlavých plynů. Jízek měl spíše funkci ochrannou – při nasypávání paliva mohlo dojít k zasypání kouřového hrdla. Vrchlík – odlitek montovaný pomocí svorníků na plechový plášť – měl kulaté víčko (někdy tvořené soustřednými segmenty) a horní plocha sloužila k příležitostnému ohřevu potravin nebo horkých nápojů. Kouřové hrdlo bylo malého průřezu – zpravidla 112 mm.

U koksu došlo k vytvoření jakéhosi hnízda ve vrstvě hořícího paliva, které předávalo teplo sáláním přes šamotovou stěnu vyzdívky. Při nedbalé obsluze mohlo dojít k natavení popela, vzniku škváry a vytvoření nátavu na vyzdívce. Když se škvára osekávala zastudena, téměř jistě došlo k poškození vyzdívky.

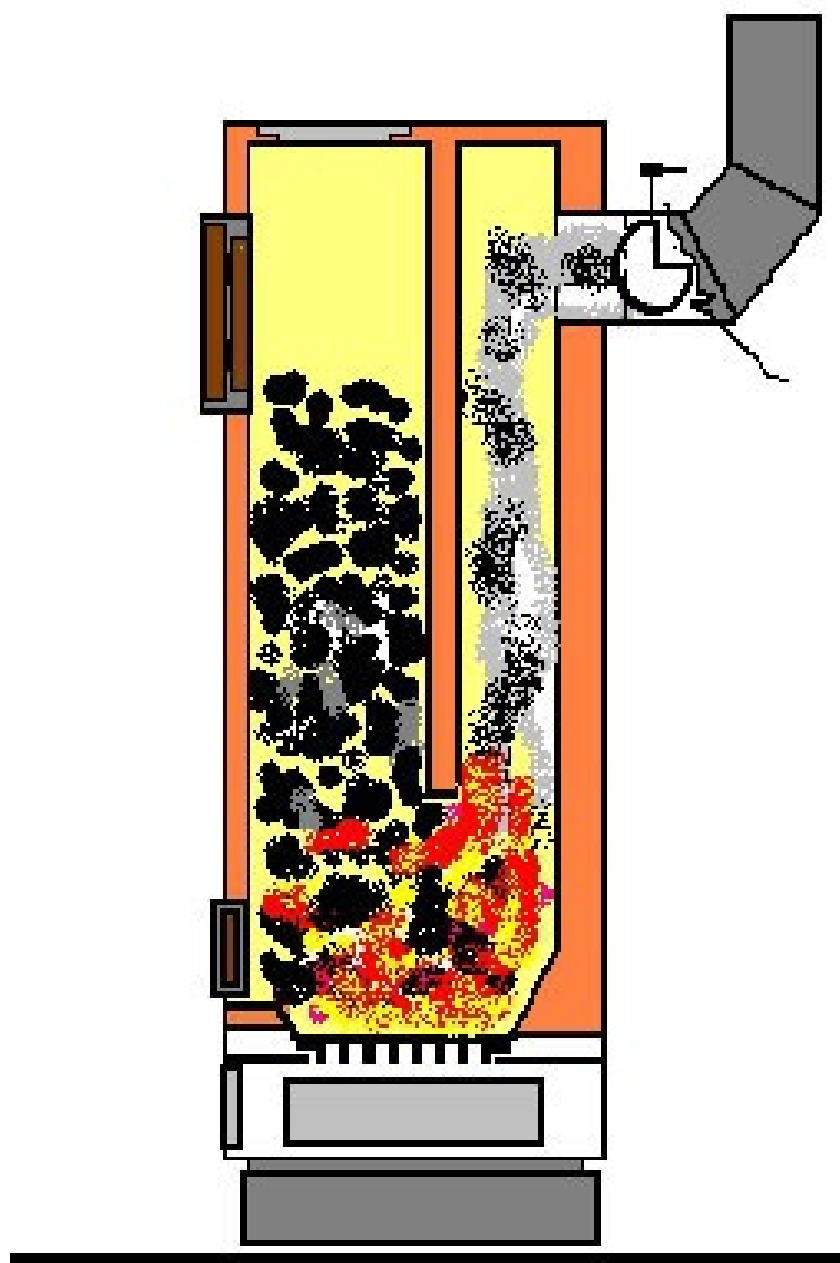




## ••••• Kamna s odhoříváním paliva

Palivo bylo zapáleno na roštu a do zásobní šachty se po rozhoření nasypala větší zásoba paliva. Protože kouřové plyny odcházely jinou šachtou, docházelo k nižší tvorbě studeného tmavého kouře při přikládání.

S použitím správného paliva tato kamna dovedla hořet 8 i 10 hodin. Neopominutelnou výhodou bylo předsušení a nahřátí paliva v šachtě a jeho plynulé odhořívání. Nevýhodou tzv. bouchání kamen v případě, že do rozžhavené šachty bylo vsypáno palivo. Z něj se uvolnily hořlavé plyny, které vybuchovaly. Částečně se tento problém vyřešil provedením spáry propojující palivovou šachtu a zadní komoru. Palivem bylo kvalitní hnědé, černé uhlí a koks nebo brikety. Palivo s malým podílem popelovin bylo vždy výhodou. Tato kamna nebyla vhodná pro spalování běžného hnědého uhlí, protože otočný rošt s malými štěrbinami nemohl zajistit propad velkých kusů popela. Dřevo nebylo vhodné z důvodu nestejně kusovitosti, která způsobovala zaklenbování v šachtě a zániku.



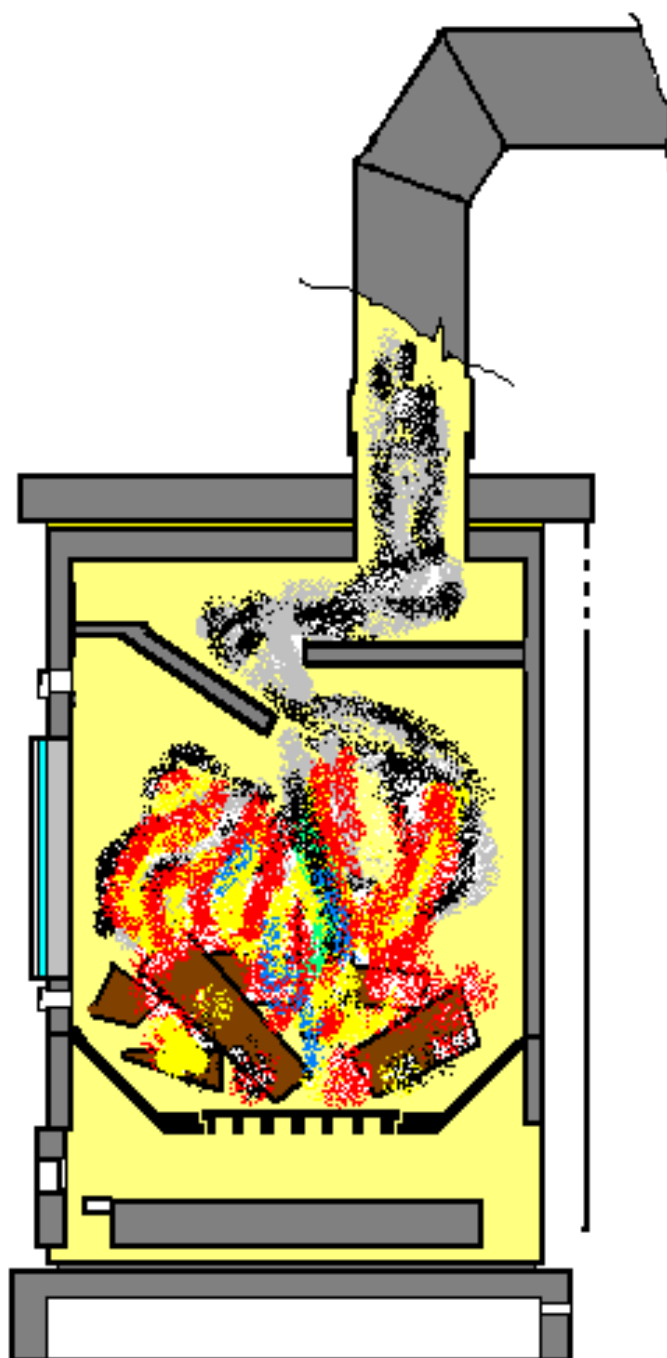


## Kamna

Moderní kamna, mnohdy také prodávaná pod obchodním názvem krbová kamna, jsou známá už mnoho desítek let, teprve zdražování fosilních paliv zapříčinilo jejich obnovenou výrobu.

Na trhu je mnoho takových kamen, od výrobců renomovaných až po výrobce víceméně samozvané, kteří kopírují, co se dá, bohužel často bez potřebných znalostí, takže replika originálu je v nízké kvalitě.

Tato kamna mají vysokou účinnost, a to zejména z toho důvodu, že jedna strana je kryta velkoplošnou tabulí speciálního skla. Sklo šíří teplo téměř bezeztrátovým vyzařováním z topeniště (v případě, že je čisté). Další způsob je sálání povrchem, ale častěji je to konvekce chlazením dvouvrstvého pláště. U moderních kamen nechybí dvojitě spalování s dodávkou spalovacího vzduchu pod rošt a k „oplachu skla“. Speciální konstrukce pro montáž na svislé kouřovody s funkcí komína mají ještě jeden regulovaný přívod před kouřovým hrdlem a dohořivací buben. Obsluha není složitá, vyžaduje však praxi i určitý cit.

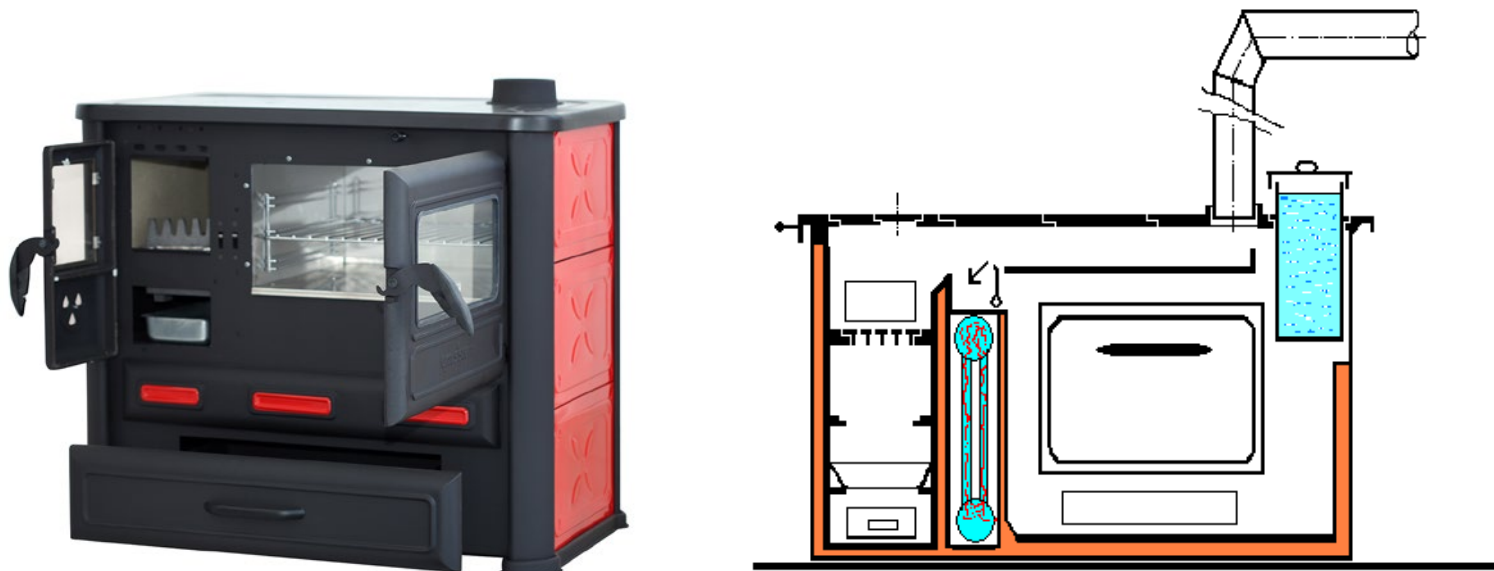






## ••••• **Kombinovaný sporák s ohřevem topné vody nebo teplé vody**

Sporáky v tomto provedení se vyráběly a montovaly do vilek už před 2. světovou válkou. Byly provedeny s přestavitelným roštem na zimní a letní provoz, obsahovaly varnou plochu, troubu a kamnovec. Topná voda šla v zimě do otopné soustavy a v létě byla použita na ohřev teplé vody, podobně jako v lázeňském válci. Celý systém mohl být vyřazen z provozu a pak sporák fungoval jako běžný spotřebič na přípravu pokrmů. Moderní kuchyňský sporák provedený spíše pro vytápění během zimních měsíců má několikanásobný přívod spalovacího vzduchu, ale prosklené plochy trouby a topeniště jsou v letních měsících nežádoucím zdrojem sálavého tepla, které obsluze znepříjemňuje práci u sporáku.



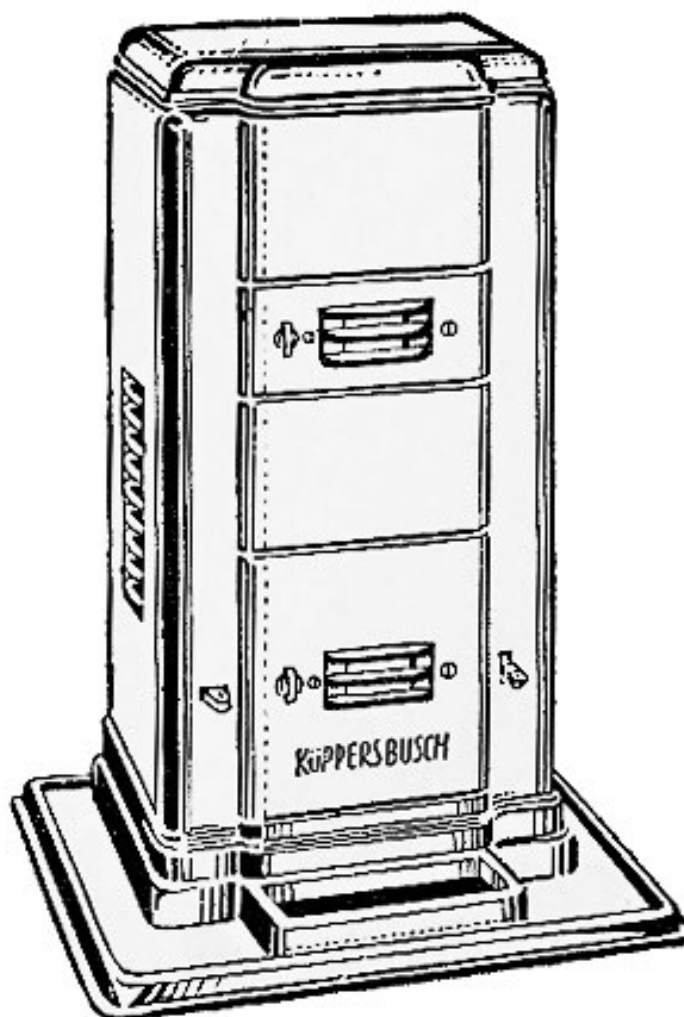
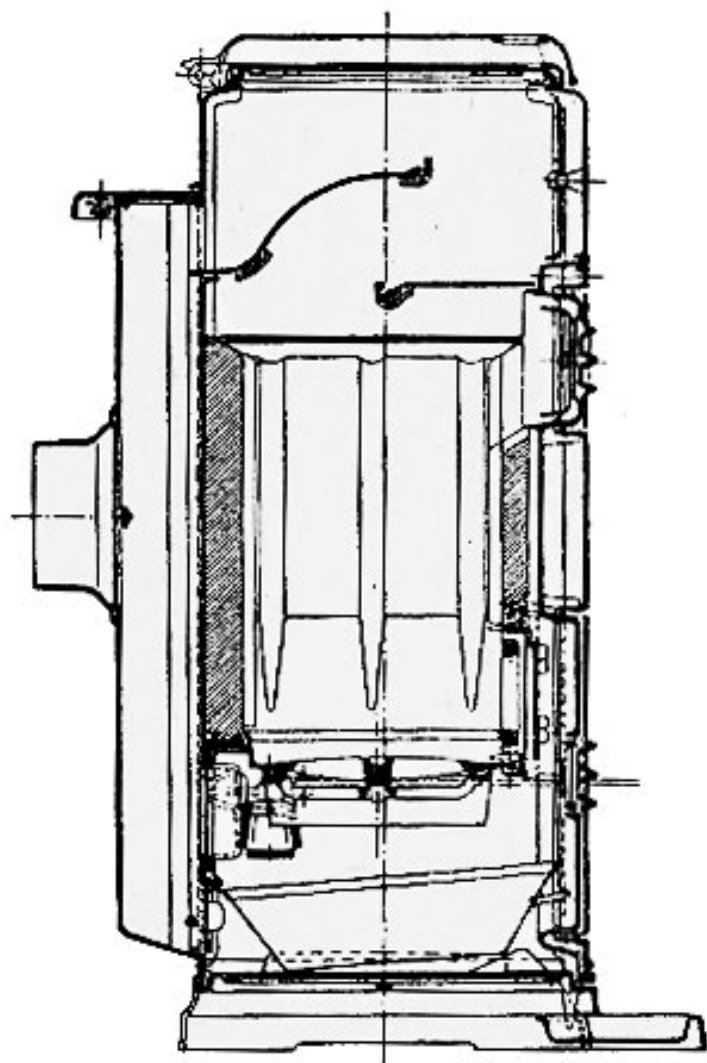
Jiný typ sporáku s kombinací keramických kachlů a tradičních prvků je proveden jako zmodernizovaná replika historického lokálního spotřebiče. Opět jsou použita zvětšená prosklená dvířka na topném štítě jako u předchozího typu. Na zámečnických prvcích je použita nerezová ocel, která má horší vlastnosti prostupu tepla než klasický černý plech. Nad pečicí troubou je otevřená sušárna, která slouží k uchovávání teplých pokrmů.





## ••• Stáložárná, tzv. irská kamna

Tento výrobek se objevil na trhu kolem roku 1930 v Německu. Jako palivo používal koks a černé uhlí. Spalovací komora – šachta – má svislé jazyky pro lepší průchod spalin vrstvou paliva. Celolitinový plášť byl uzpůsoben pro konvekci, spalovací vzduch byl přiveden pod rošt, za roštem do bubnu pod kouřovým hrdlem – pro případ spalování černého uhlí a dokysličování plynné hořlaviny v kouřových plynech. Další přívod je na příkládacích dvířkách. Taková konstrukce umožňovala zkušené obsluze dokonale využít palivo. Hmotnost takových kamen bývala až 300 kg.



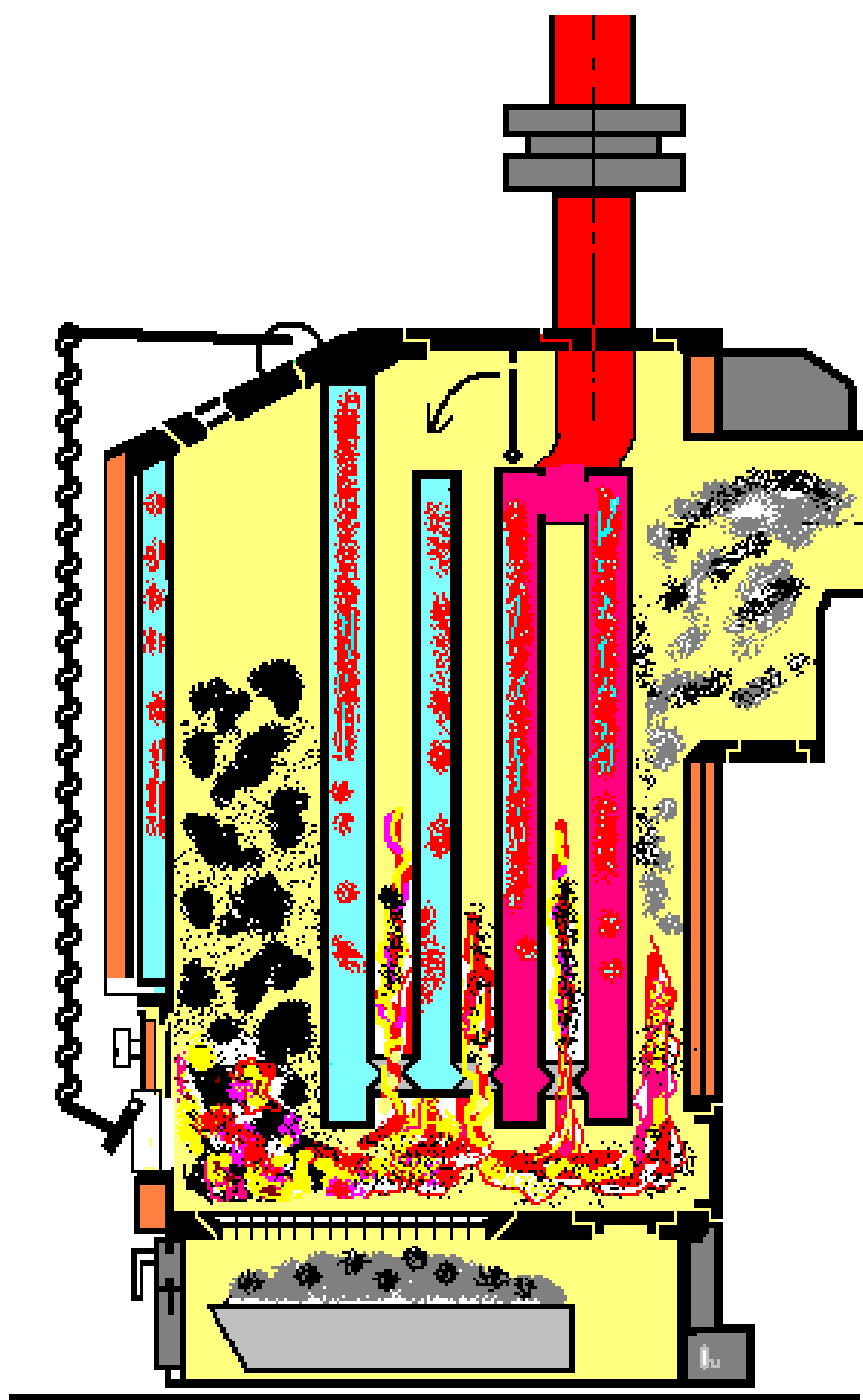


## ••• Teplovodní kotel na pevná paliva

Nejvíce používanou konstrukcí je šachtový kotel svařovaný z plechů. Vodou je obklopena i šachta na přikládání. Roštová mechanika je buď jednoduchá, nebo s pohyblivým roštem. Konstrukce roštů takových kotlů bývá stupňovitá, některé konstrukce využívají „zlamovací“ rošty, jiné mají rošty sestaveny ze segmentových tyčí s trojúhelníkovými nálitky, které při otáčení mohou drtit popel. Svařované šachtové kotle nejsou určeny pro spalování vysoce výkonných paliv, která způsobují lokální přehřátí teplosměnných ploch a jejich vyboulení (zejména zapojení se samotížným topným systémem).

Stálou teplotu bez velkého kolísání má zabezpečit termicky ovládaná klapka přívodu vzduchu. Čištění se provede po demontáži horní desky. Seškrabané saze se vysypou čisticím otvorem umístěným na dně poslední šachty. Čisticí otvor bývá i pod kouřovým hrdlem, zřídka i zezadu.

Pro zátop slouží klapka zkracující cestu spalin do kouřového hrdla.





### **Kontrolní otázky:**



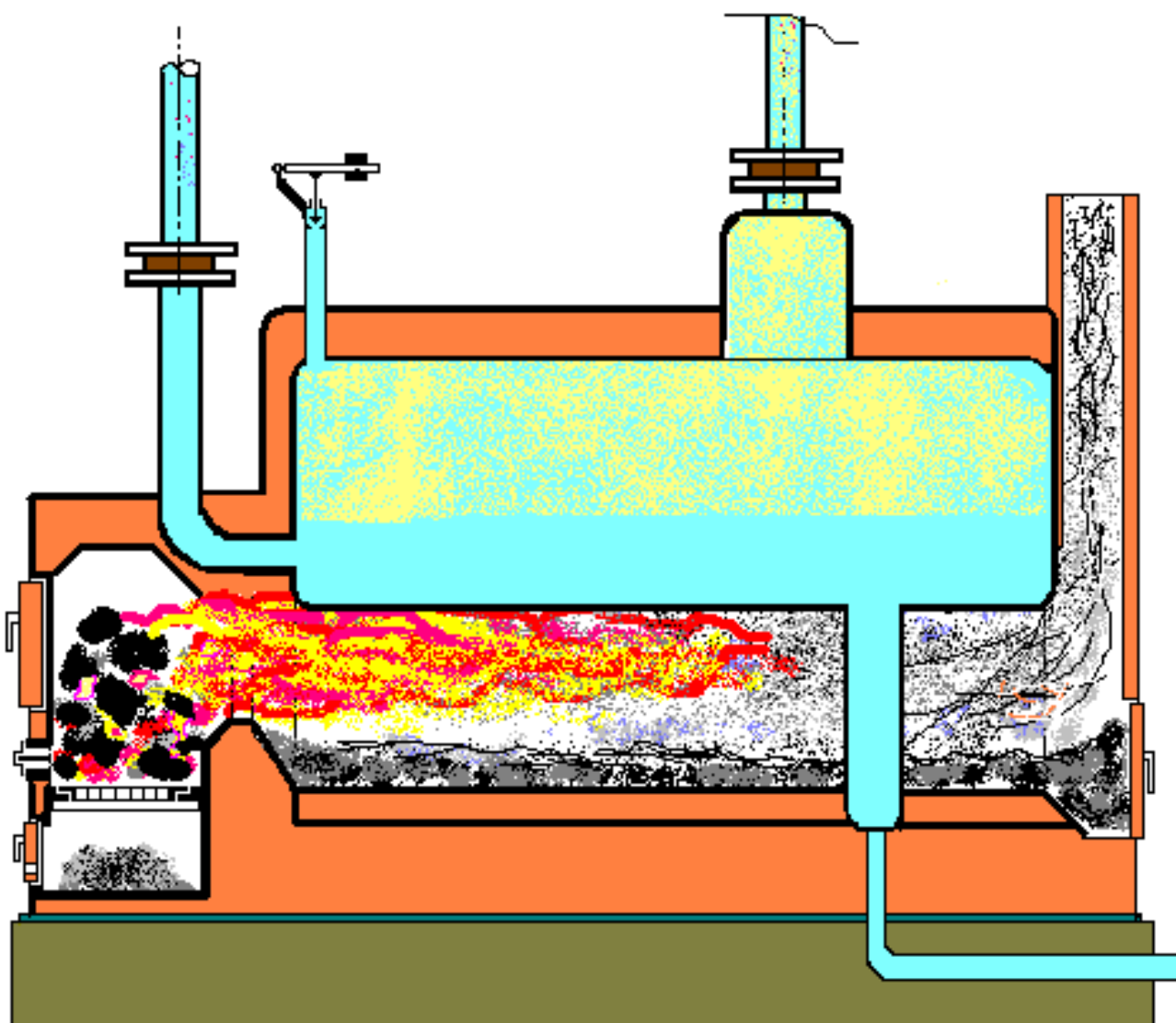
1. Jaké jsou požadavky na provoz spotřebičů?
2. Vyjmenujte některé druhy spotřebičů a popište jejich vlastnosti.
3. Co je to beztlakový ohřev?



## 3.2 PRŮMYSLOVĚ POUŽÍVANÉ SPOTŘEBIČE

### ••• Válcový kotel

V technice získávání páry v továrnách byly zpočátku používány kotle válcové. Jednalo se o jednoduchý buben, k jehož výbavě patřily pojistné ventily, systém zavodňování, jímání kalů a systém odvodu páry. Takové kotle měly velmi malou účinnost a postupně byly vytlačeny kotli plamencovými. Ještě poměrně dlouhou dobu se udržely u zemědělských, silničních a stavebních strojů. Jejich zavodňování bylo problematické, protože při neodborné obsluze mohlo dojít k zachlazení náplně. Nebyly vhodné pro výrobu přehřáté a suché páry z důvodu velké vnitřní plochy, jejíž vyztužení bylo obtížné. Technologie výroby neznala svařování a veškeré spoje byly provedeny nýtováním, což zvyšovalo pracnost a nebezpečí provozních poruch při prasknutí nýtu.

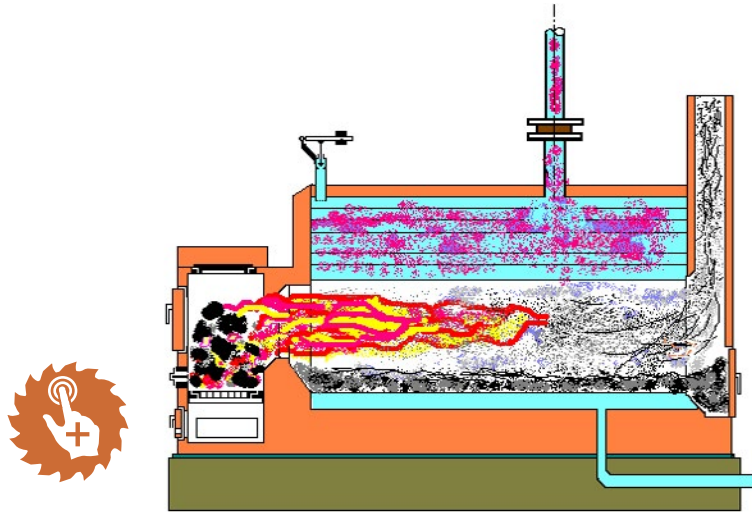






## ••• Kotel plamencový

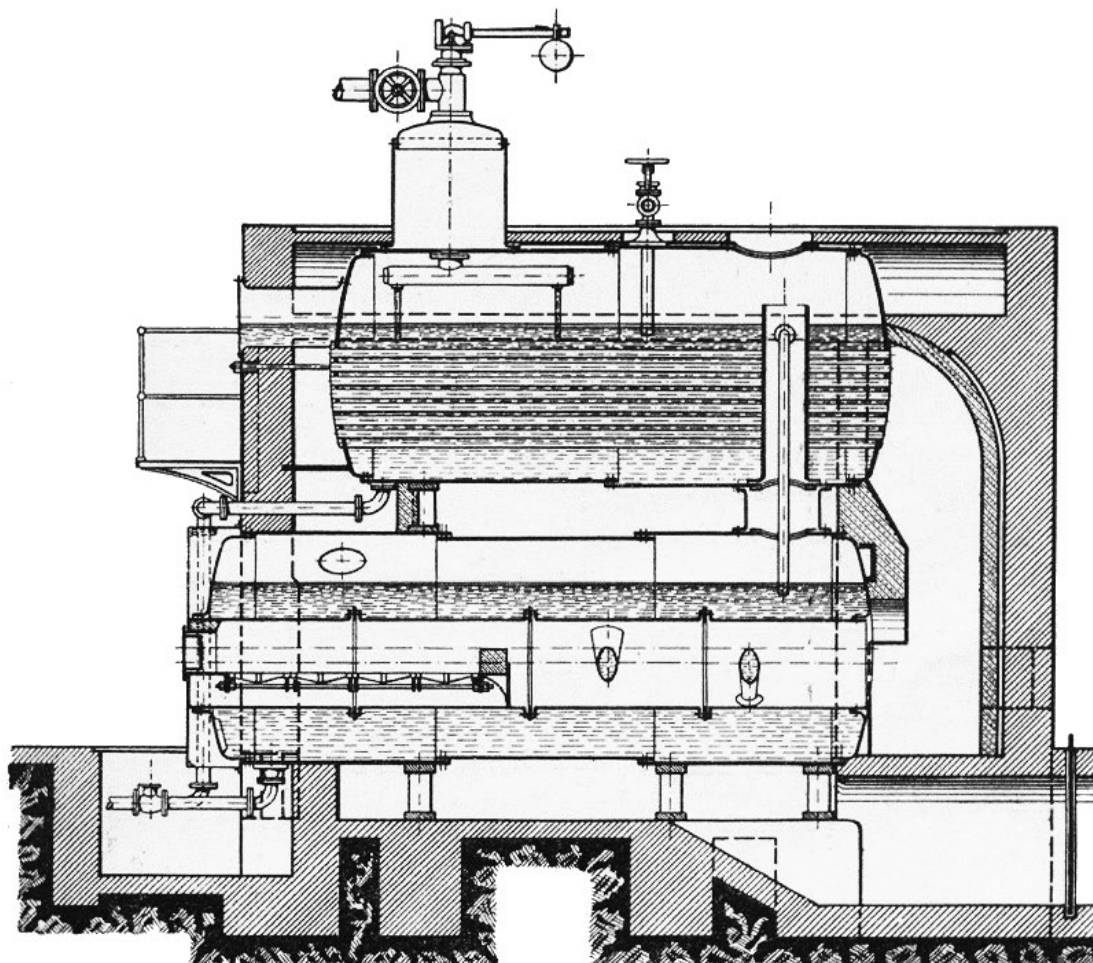
Tento typ kotle byl nástupcem kotle válcového. Plamenec byla dutá nádoba s členitým povrchem a někdy i s příčnými trubkami. Kotel využíval i tepla obsaženého v popelu. Tyto kotle vykazovaly vysokou podélnou tuhost a byly montovány i na mobilní prostředky (lokomotivy, lokomobily, parníky). Velká vodní náplň znemožňovala rychlé roztopení.



Plamenec jako konstrukční prvek kotlů se používají dodnes. Používaly se i soustavy příčných plamencových trub, které zachycovaly vnitřní sílu působící na plášť kotle.

Plamenec jako konstrukční prvek se zachoval do současnosti, protože umožňuje intenzivní přechod tepla z paliva do teplotnosného média a současně poskytuje dostatečný prostor pro technologii spalování a odlučování pevných zbytků paliv.

Provedení kotle s plamencem, obrátkovou komorou a žárotrubným systémem. Toto vyobrazení ukazuje důmyslné spojení výhod plamencové komory a daleko účinnějšího systému trubní teplosměnné plochy s velkým povrchem.



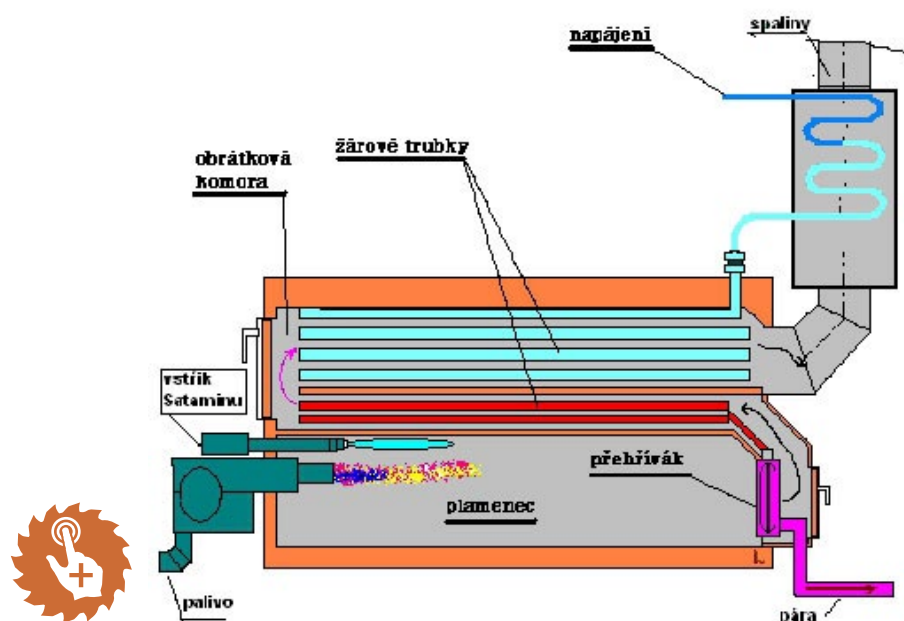


## ••• Kulatý ležatý kotel

Spojuje výhody kotlů žárotrubných a plamencových. Slouží především ke spalování plynu a topných olejů, ale byly používány i ke spalování pevných paliv. Spalovací komora je kulatý plamenec, který je napojen na protiproudou soustavu žárových trubek.

Na jednom konci je hořák, naproti němu je umístěn přehřívák a nad plamencem je soustava žárových trubek. Nad hořákem je obrátková komora. Ke kotli je připojena vnější napájecí soustava vody, která zpravidla využívá zbytkové teplo spalin k ohřevu vody vstupující do kotle.

Podobnou konstrukci použila mezi prvními firma Tischbain, proto se jim lidově někdy říká Tischbainy.



Většina z nich je však (u nás) kopií nebo upraveným systémem Roučka Slatina nebo jiných firem, které byly v poválečném období znárodněny. Také firmy ČKD kotle a ŽDB Bohumín vyráběly podobný systém. Spalovací komora – plamenec je dutým prostorem v teplosměnné ploše. Spaliny procházejí zpravidla dvojicí svazků žárových trubek, ve kterých se protiproudem vytváří pára. Ta je přehřívána v přehříváku montovaném jako protějšek vrcholu plamene. Hořáky se používají přetlakové – plynové, nebo na spalování mazutu, případně hořáky vícepalivové. Na spodním obrázku je kotlové soustrojí s tlakovými hořáky na plyn. Tomu musí odpovídat i návazná spalinová cesta, zbudovaná jako přetlaková. V jednotlivých trubkách jsou vsunuty spirály způsobující turbulenci spalin a delší styk s vnitřní teplosměnnou plochou. Na jedné straně zvyšují účinnost, na straně druhé ztěžují čištění a zrychlují zanášení, zvláště tam, kde se používá jako palivo i mazut.

Při spalování mazutu je do plamene vstříkována látka, která váže sírné zbytky. Tato technologie vyžaduje častější čištění než standardní spalování plynu. Kotle vyžadují dobře upravenou napájecí vodu. Vnitřek žárotrubného svazku je obtížně čistitelný od usazenin vodního kamene.



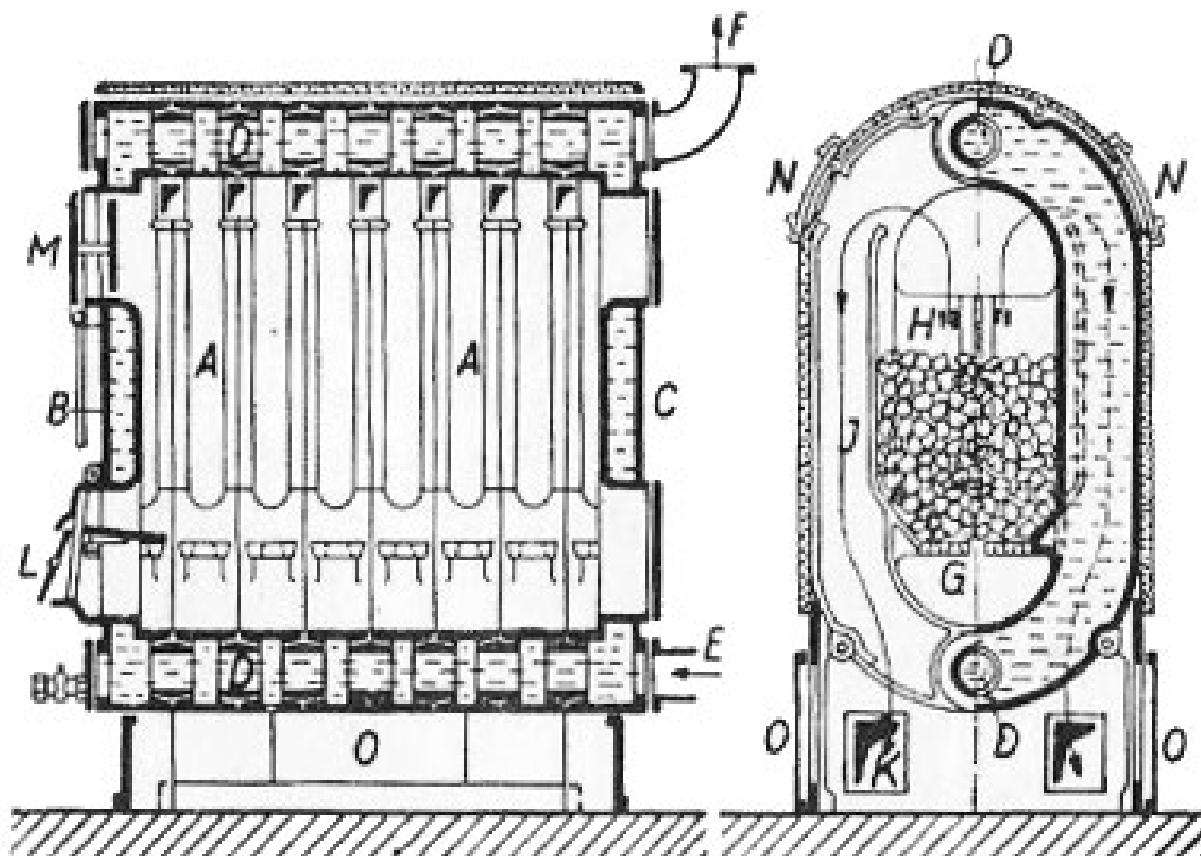
## ••••• Vodotrubné kotle

Podstatným znakem vodotrubných kotlů je svazek trubek, ve kterých proudí voda, a ta je ohřívána spaliny. Voda proudí buď přirozeným způsobem (samotížné proudění), nebo je s nuceným oběhem.

Vynález vodotrubných kotlů umožnil stavbu velkých kotlových celků a vytvoření maximálního parního výkonu na malé půdorysné ploše. Současně umožňuje i vytvoření velmi vysokých tlaků páry. Výhodou vodotrubných kotlů je jejich provozní pružnost a možnost v krátkém časovém úseku měnit parametry páry. Schopnost reagovat na rychlé změny je umožněna malým vodným obsahem. Malá akumulace tepla v kotlovém tělese způsobuje nerovnoměrnost výroby páry ve vysokých výkonech, což se dá odstranit vhodnou konstrukcí ohniště, zvláště pak ohniště na spalování uhelného energoprachu.

## ••••• Půlkulatý (oválný) kotel na koks – Strebel/ŽDB

Tyto kotle jsou vidět již zřídka. Cena za koks a jejich technický stav donutila provozovatele kotlů nahrazovat je jinými systémy. Nové kotle se nevyrábějí z důvodu malé poptávky. Spalovací komora byla dutým prostorem vytvořeným v plášti kotle. Kouřové plyny postupovaly svislými kanály, které byly spojeny spodními tahy, ty ústily vodorovnými kouřovody do komína. Regulace hoření probíhala automaticky pomocí termicky ovládané klapky přívodu vzduchu pod rošt, dusivkou a spalinovými hradítky v kouřovodech (nohavicích).

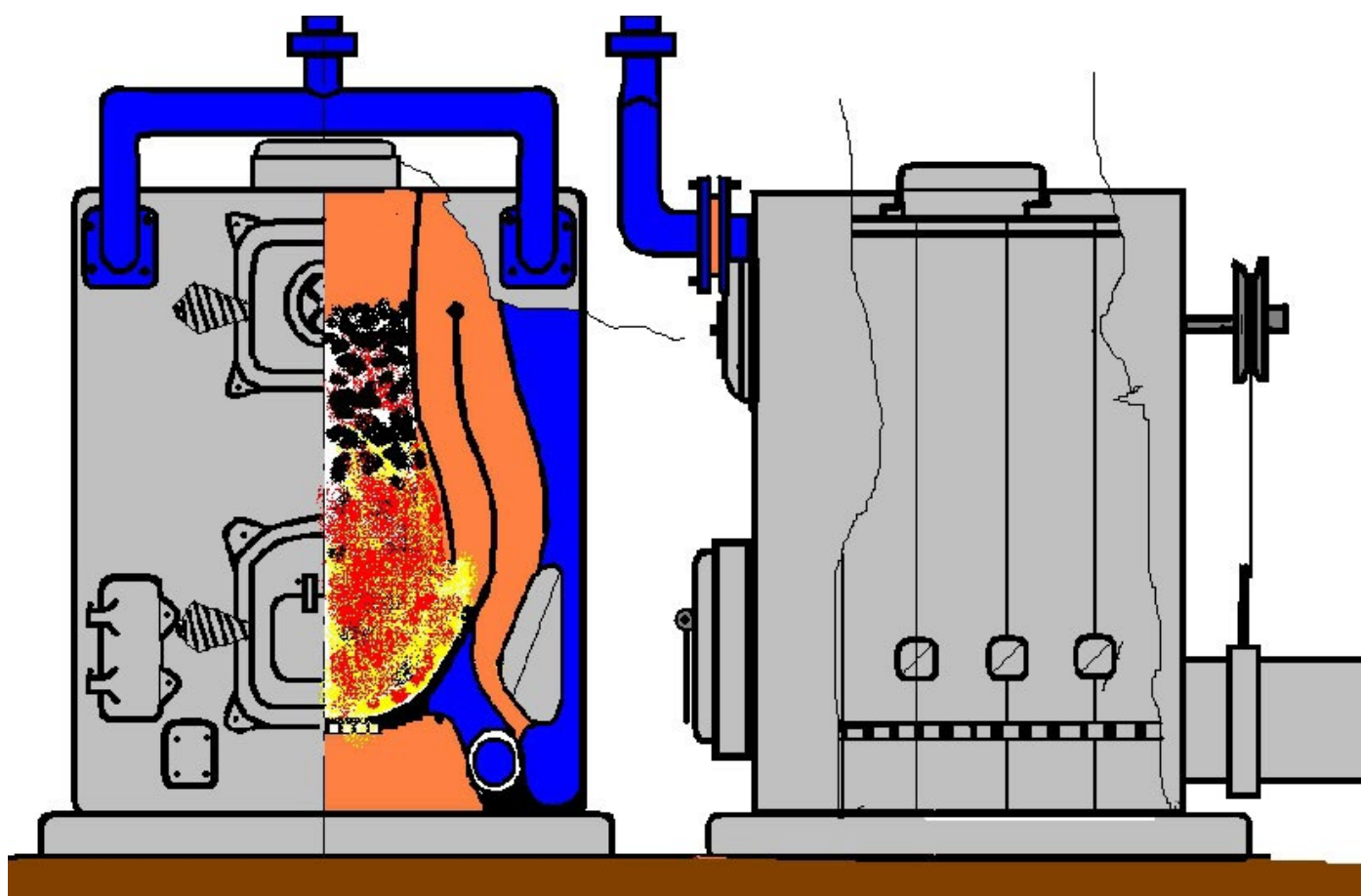






## ••• Litinový článkový kotel VSB, EKZ

Kotel byl stavebnicovou konstrukcí jako předešlý. Byl konstruován pro pálení koksu. Palivo se zavází buď shora, nebo příkládacími dvířky, kudy se i „škváruje“ rošt. Někteří provozovatelé je dodnes používají, ale spalují v nich dřevo. Při patřičně předimenzovaném kotli je poměrně rychlý zátop a náběh na plný výkon, který dřevo umožňuje. Velkou nevýhodou je nutnost držet spalovací komoru na vyšší teplotě, jinak dochází ke tvorbě mazlavých a tvrdých sazí ve spalinové cestě i ve spalovací komoře (koks má výrazně nižší kondenzační teplotu spalin). Zpravidla jsou nekompletní nebo mají nefunkční regulační a ovládací prvky, prvky napájení, dusivky, klapky sekundárního vzduchu, spalínová hradítka, termoregulaci přívodu primárního vzduchu a jiné závady.

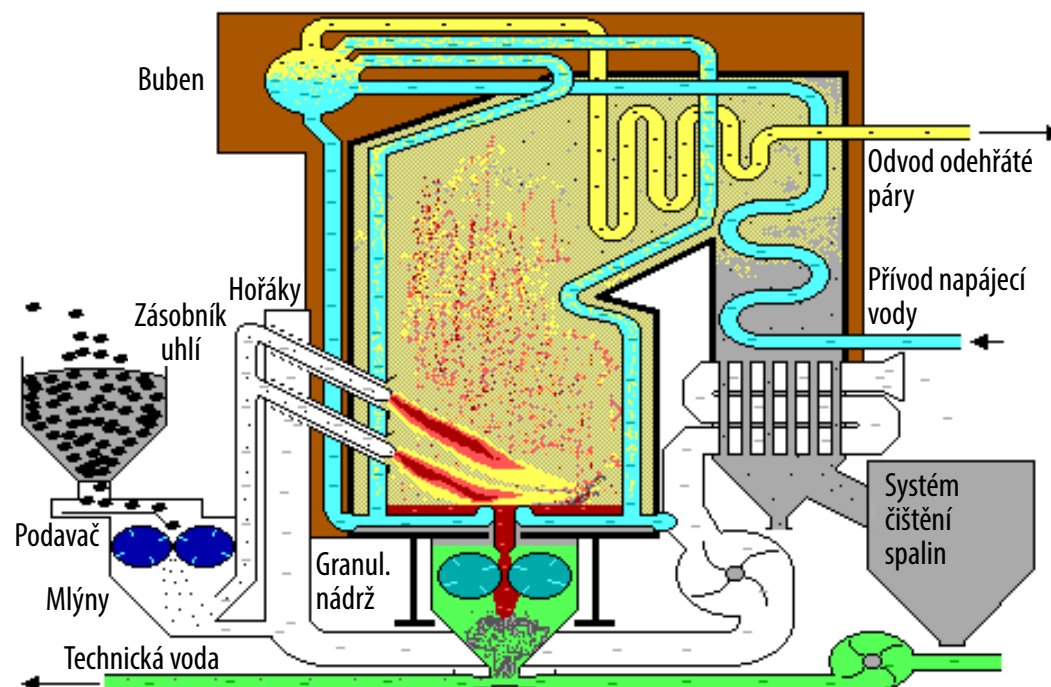


## ••• Kotle strmotrubné

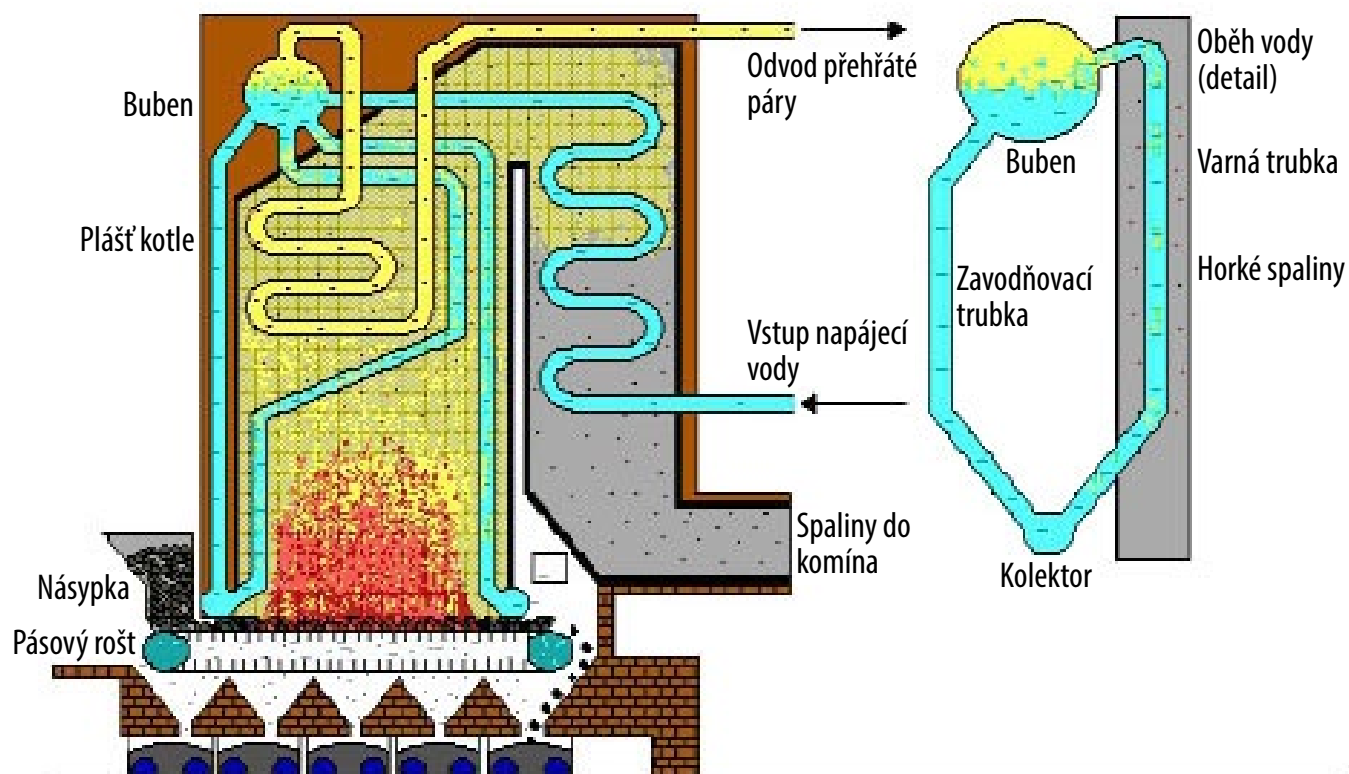
V současné době velmi používaná konstrukce zejména tam, kde je třeba velmi rychle reagovat na okamžitou potřebu páry. Vhodné jsou pro spalování všech druhů paliv. Druh paliva určuje provedení topeniště. Jsou vhodné pro spalování jemných uhelných frakcí na pohyblivých pásových nebo jinak konstruovaných pohyblivých roštech nebo i pro spalování uhelných prachů. Druhá varianta umožňuje i přidavek látek pro zachycování škodlivin. Jejich vysoká spalovací teplota způsobuje vznik oxidů dusíku. Proto jsou v technologickém celku vestavěny i několikastupňové odlučovače prachu společně s pračkami spalin a jejich rekuperací.



U velkých spalovacích zařízení je neustále hlídána účinnost procesu, protože i malé snížení účinnosti vede k velkým finančním ztrátám a vypouštění většího než podlimitního množství škodlivin může v konečném důsledku vést i k odstávce topeniště. Provozovateli mohou být také uděleny dosti citelné pokuty za neplnění zákonných podmínek provozu.

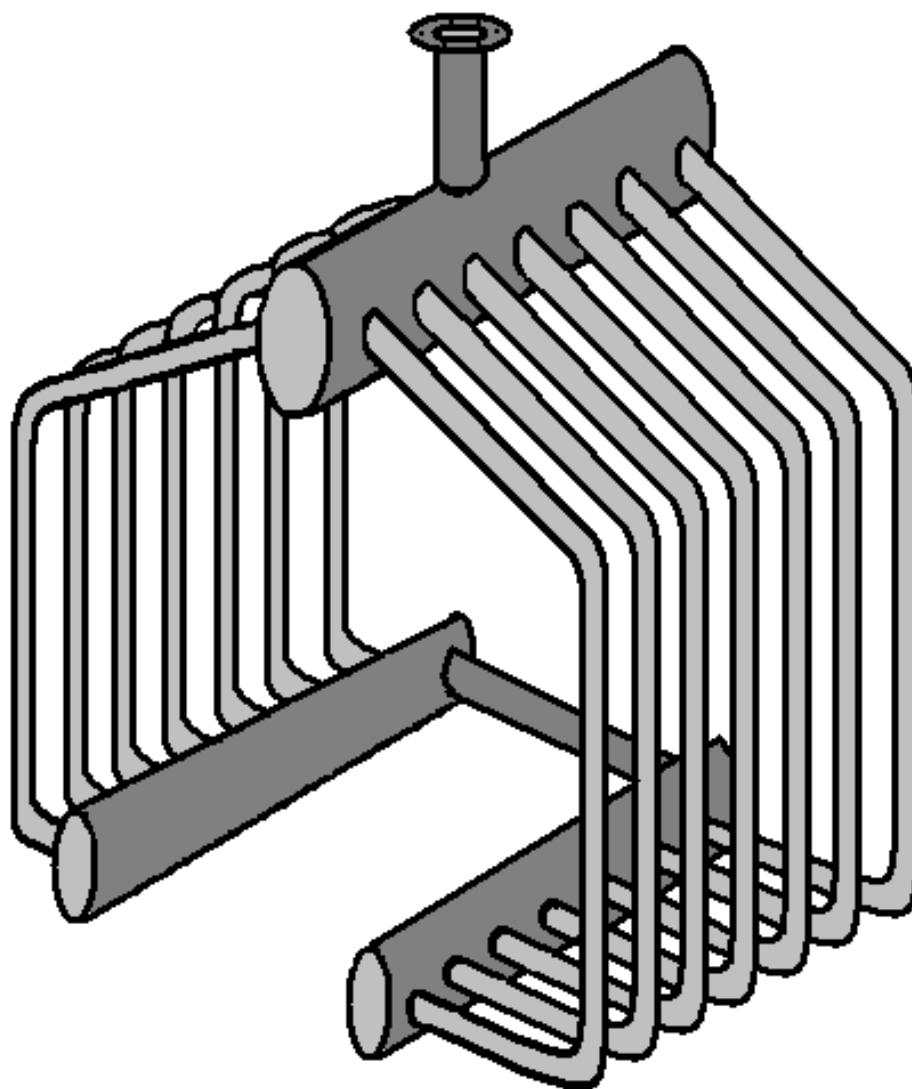


*Strmotrubný kotel – kotel, jehož spalovací prostor je ohraničen stěnami vytvořenými z paralelních vertikálních trubek s ohřivanou vodou nebo parovodní směsí. Na rozdíl od původního parního kotle, kde se pára tvořila přímo v parním bubnu ohřivaného plamenem nebo spalinami, se pára tvoří ve strmotrubných kotlích v systému vertikálně uspořádaných varnic.*



*Strmotrubný roštový parní kotel – kotel, jehož spalovací prostor je ohraničen stěnami vytvořenými z paralelních vertikálních trubek s ohřivanou vodou nebo parovodní směsí. Vývojově tento typ navazuje na původní válcový kotel. Spalování na roštu však omezuje růst dosažitelného výkonu, a proto byl roštový kotel nahrazen strmotrubným kotlem s práškovým ohništěm.*





Schematické znázornění trubního systému ve spalovací komoře kotle na spalování pevných paliv.

Takových systémů existovalo velké množství v závislosti na potřebě, množství a jakosti vyráběné páry, na řešení způsobu odstranění vodních kapének pro vysoušení páry a získávání potřebných tlakových hodnot pro následné využití. Tvar a výsledné uspořádání teplosměnných ploch ovlivňovalo i místně používané palivo.

Jinou jakost vyžaduje parní rozvod pro nízkotlaké technologické využití, jinou vyžaduje využití pro turbosoustrojí výroby elektřiny.

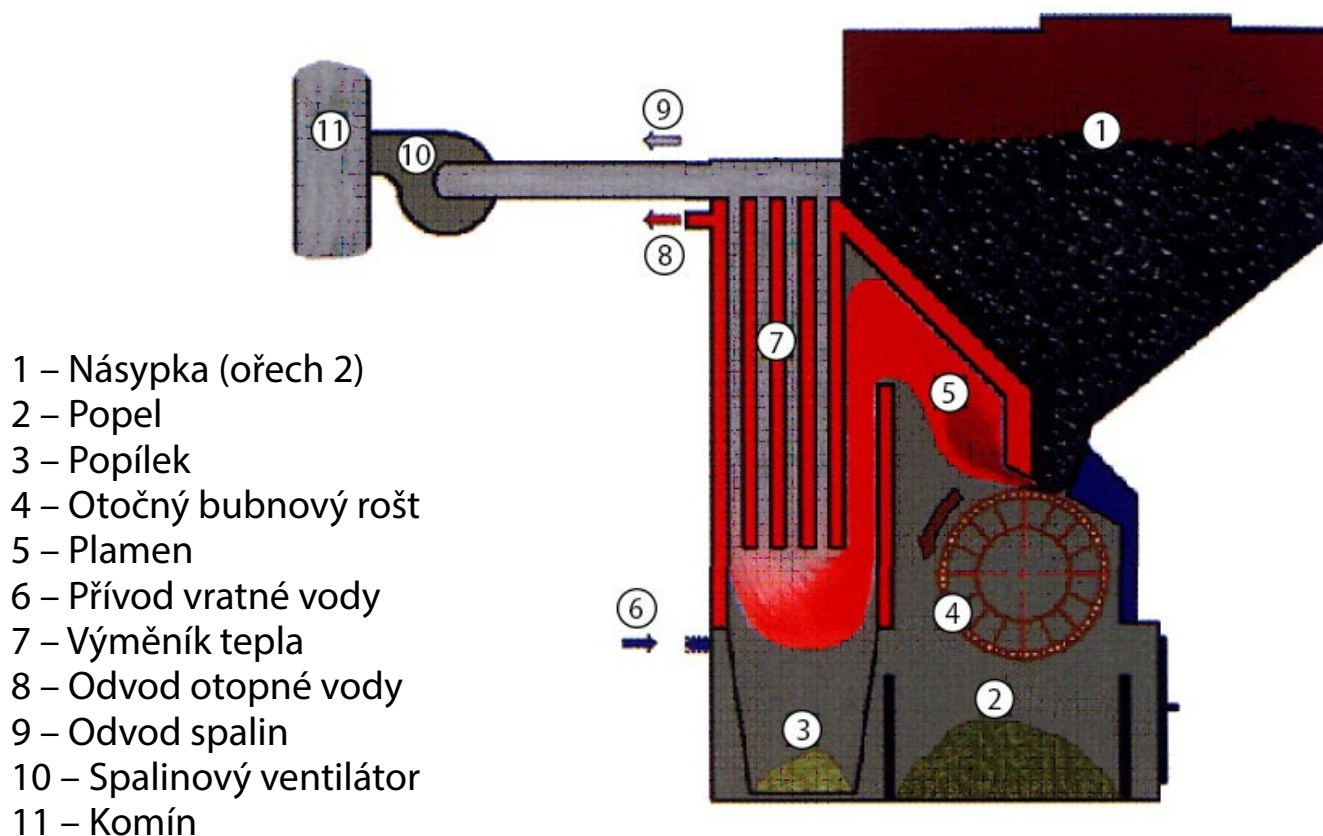
**Cesta spalin byla:** spalovací komora – přehříváky, předehříváče – ekonomizéry – kouřovod.

Proti výpadku elektrické energie, která by způsobila nedostatečné zavodnění, byly všechny větší kotle vybaveny parními napáječi (parní pístová čerpadla).



## Automatický kotel s turniketovým roštem

Je obdobou kotle s řetězovým roštem. Ten je nahrazen turniketem (výhodami jsou malý zastavěný prostor a malé rozměry při zachování výkonových parametrů). Rychlost jeho otáčení reguluje výsledný požadovaný výkon. Spalovací vzduch je vháněn přetlakem a jeho množství je řízeno v závislosti na rychlosti otáčení roštu.

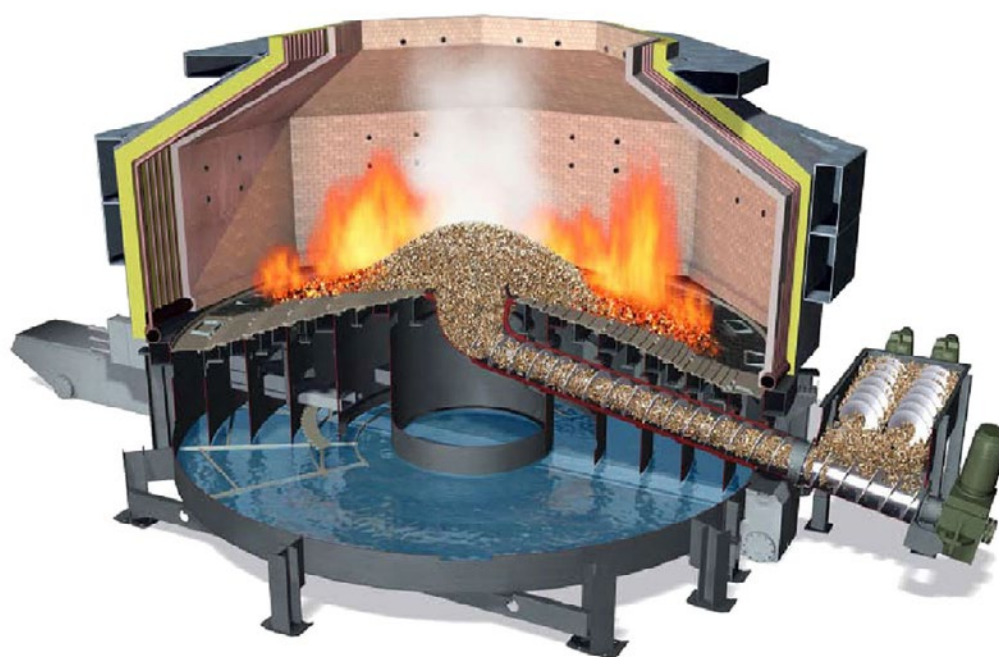


## Fluidní kotel

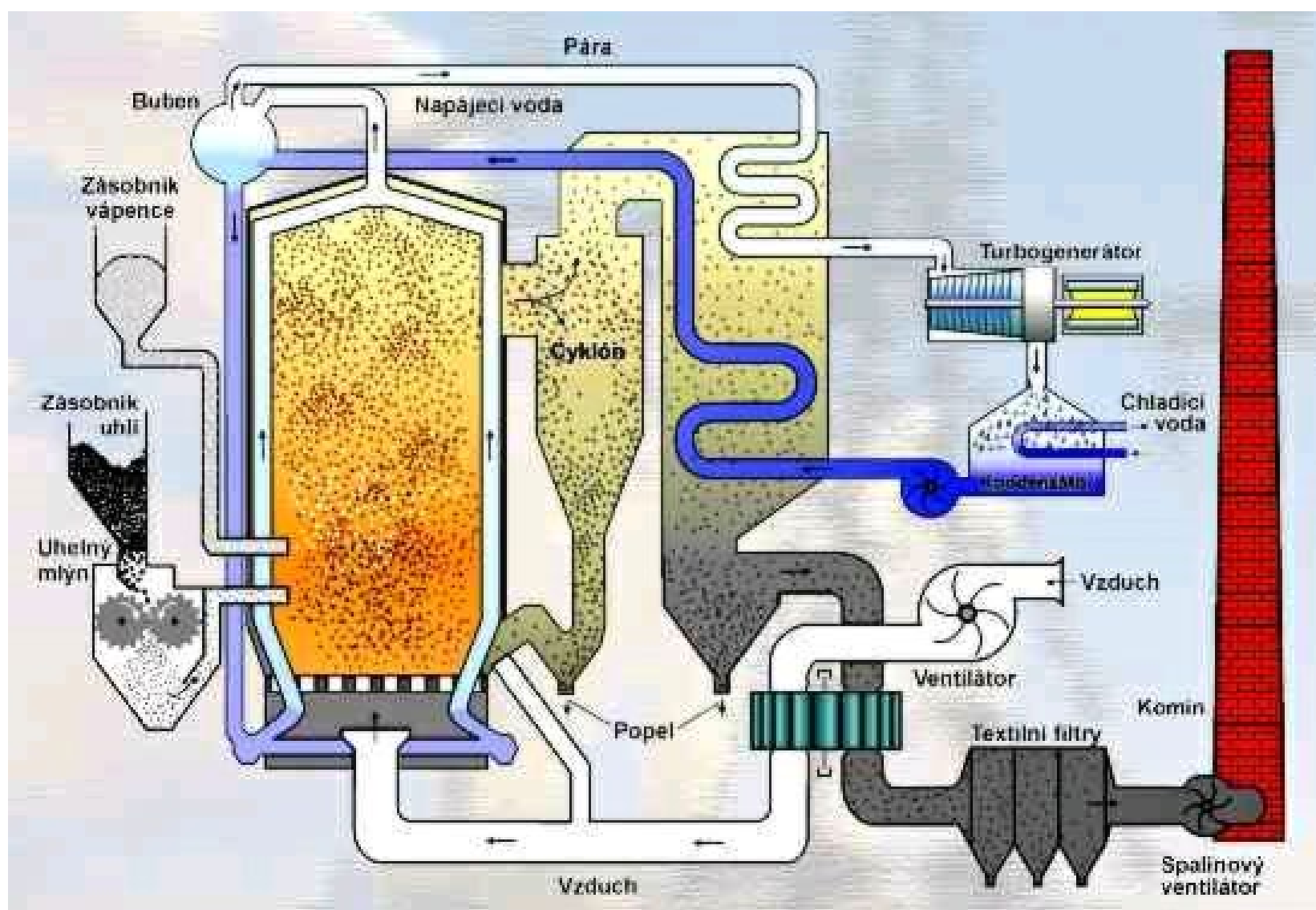
Je zařízení pro fluidní spalování (z lat. fluidus, tekutý) zejména prachových agregátů paliv: uhlí, piliny, drobná štěpka, drcená sláma... Pro vysokou účinnost i další výhody se užívá ve všech větších teplárnách a elektrárnách.

### Princip:

Jemně rozemleté uhlí (případně i jiné látky) smíšené se vzduchem nabývá vlastností tekutin. Při fluidním spalování se tato směs předehřívá na vhodnou teplotu (odpar těkavé hořlaviny) a vhání pod tlakem do kotle. Jemně rozemleté práškové uhlí má daleko větší povrch než stejný objem kusového uhlí, takže rychle a stejnoměrně shoří na jemný popel, vhodnou regulací teploty hoření lze dosáhnout snížení nežádoucích zplodin, zejména  $\text{NO}_x$ . Protože vlastní hoření probíhá téměř okamžitě, dá se fluidní kotel dobře regulovat a do směsi lze přidávat i další práškové látky, které na sebe váží například **oxid siřičitý**.



Fluidní kotel dosahuje **vysoké účinnosti (70–85 %)**, je to však zařízení poměrně složité, které se musí před spuštěním přehřívat a navíc vyžaduje ještě mlýn na uhlí, různá opatření, aby nedocházelo k **samovznícení** a podobně. Proto se používá ve středních a větších energetických provozech, kde se tímto způsobem vyrábí asi 50 % světové elektrické energie. Princip fluidního spalování byl poprvé vyzkoušen v USA začátkem 20. stol. (**Millwaukee 1918**) a byl výjimečně zkoušen i u parních lokomotiv a lodí. Je použitelný pro všechny typy teplosměnných ploch.



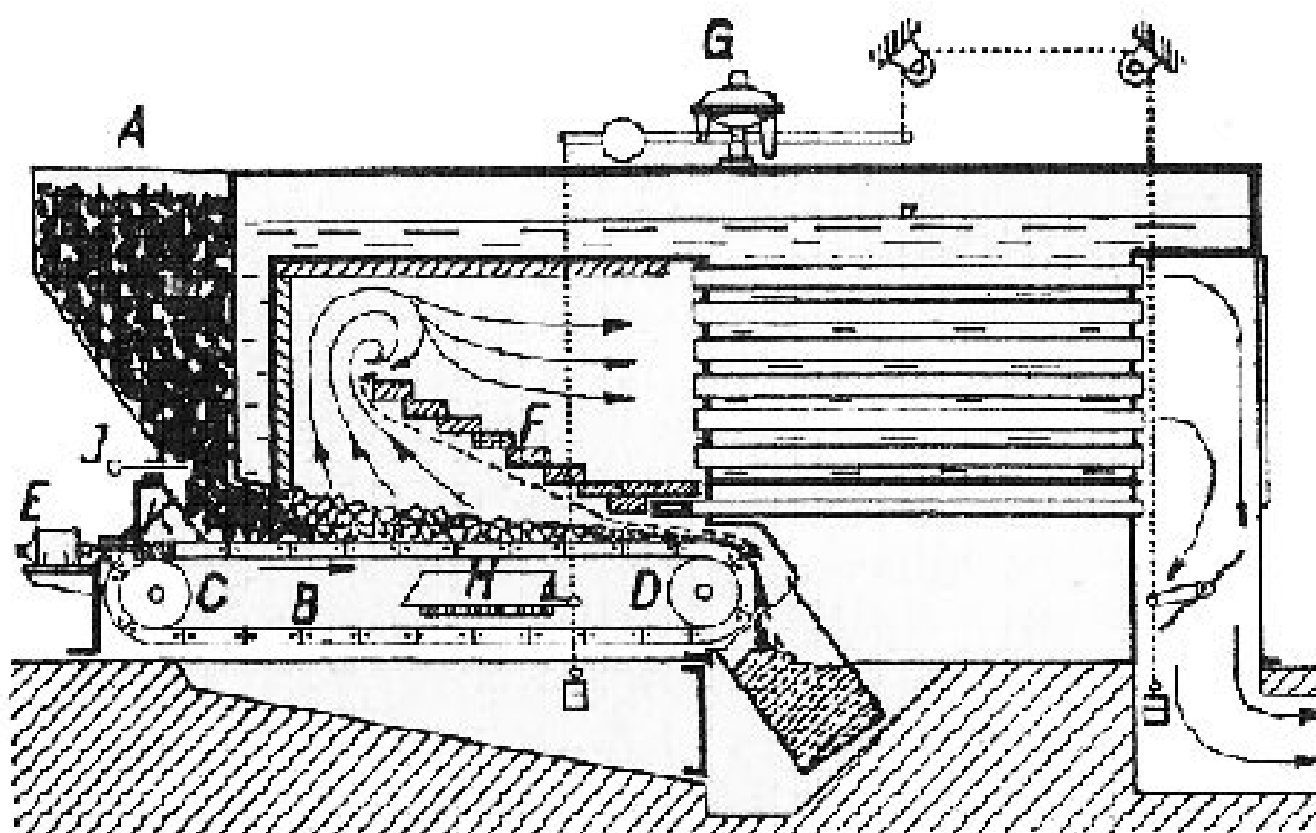


## ••••• Konstrukce kontinuálního spalování – kotle s řetězovými rošty

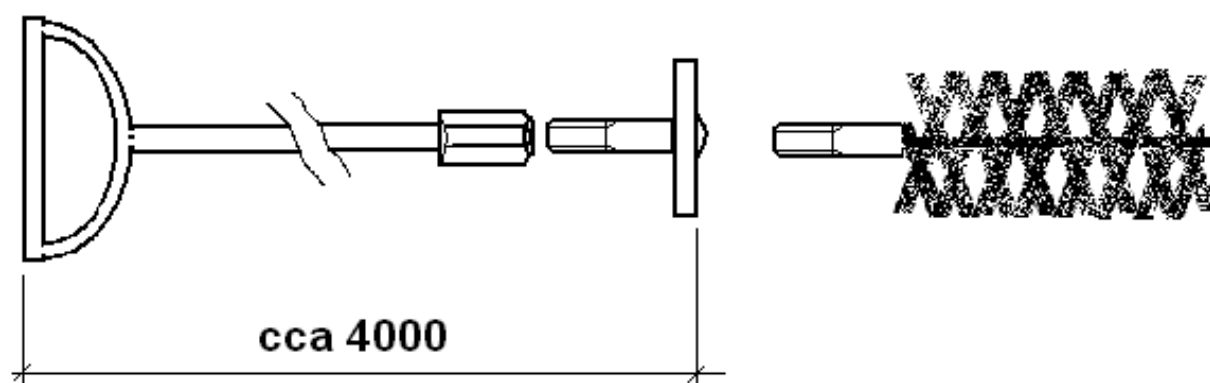
Českým průkopníkem v jejich konstrukci a zavádění byl Ing. Roučka (několik desítek patentů). Vyřešil spalování drobného uhlí, s nímž byl spojen nepříjemný vývoj kouře – nevhodný v zastavěných aglomeracích – a velký nedopal paliva odcházející s popelem. Tato drť nebyla oblíbena mezi topiči ani provozovateli. Zanášela rošty, vytvářela hustý dým a při provozu propadalo velké množství neshořeného paliva do popela. Distributoři ji nabízeli za sníženou cenu. Snaha o čistotu ovzduší v městských aglomeracích nutila k zavádění kotlen na koks, jehož cena stoupala spolu s rostoucí poptávkou.

Palivo na pohyblivém roštu bylo postupně nahříváno, zapáleno a po vyhoření odcházelo popel mimo kotel. Teplosměnná plocha byla vesměs žárotrubná, takže se relativně dobře čistila (bez demontáže částí kotle). Tyto systémy přejímali i jiní výrobci. Možnost uspořádání žárových trubek nastojato i naležato umožňovala i použití v parolodích nebo v lokomotivách vysokých výkonů.

Pozdějšími úpravami (40.–70. léta 20. stol.) bylo dosaženo dokonce spalování prachu ve dvouvrstevném ukládání paliva na roštu. Před vsypáním na rošt se uhelná hmota třídila, přičemž hrubá frakce byla vsypána na rošt a teprve na ni byla vsypána frakce jemnější. Hrubé uhlí fungovalo jako fluidní rošt: prach hořel v proudu vzduchu již v pásmu předehřívacím a hrubá frakce dohořela v běžných pásmech spalovacího procesu. Bylo nutné řešit úlet drobných prachových částic popela a jeho usazování v žárotrubném systému. Při neodborné obsluze, například zavážení mokrého paliva, docházelo i u těchto kotlů ke tvorbě mastných a mokrých sazí obsahujících kyselé látky narušující povrch trubního systému a odvodu spalin. Poměrně snadné čištění se stávalo velmi náročným, protože trubky se musely protloukat tzv. terčíky a nezřídka se i vypalovaly.

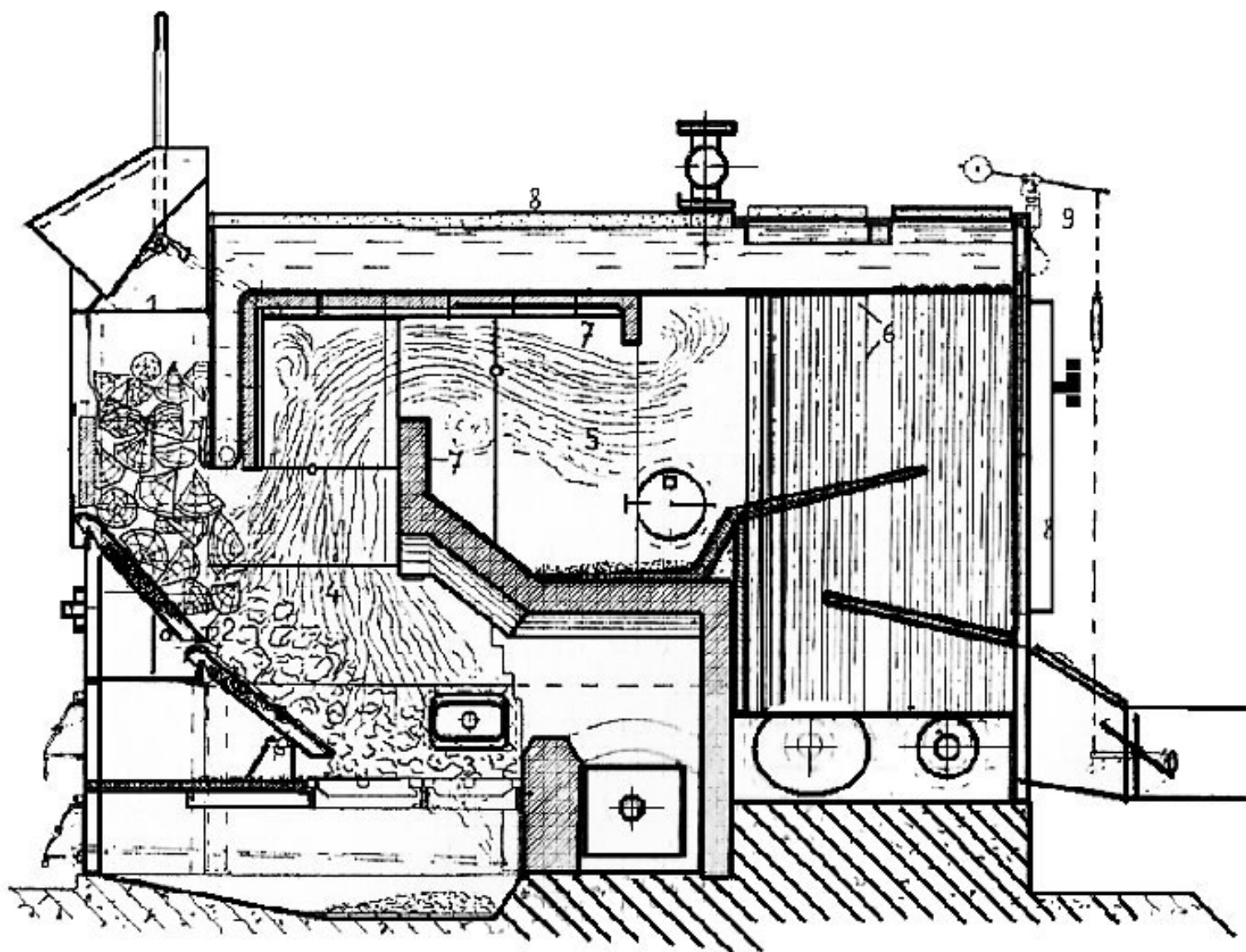






*Tyč na čištění žárových trubek s vyměnitelným prorážecím terčem a ocelovým kartáčem*

Žárotrubné kotle byly konstruovány také pro spalování kusového dřeva, ale pro jejich malý počet a nevýhody kusového dřeva se nedočkaly masivního zavádění (uhlí bylo levnější – počítáno včetně dopravy – a lépe se s ním manipulovalo). Kusové dřevo se často zaklenbovalo a obsluha byla nucena k častým zásahům.

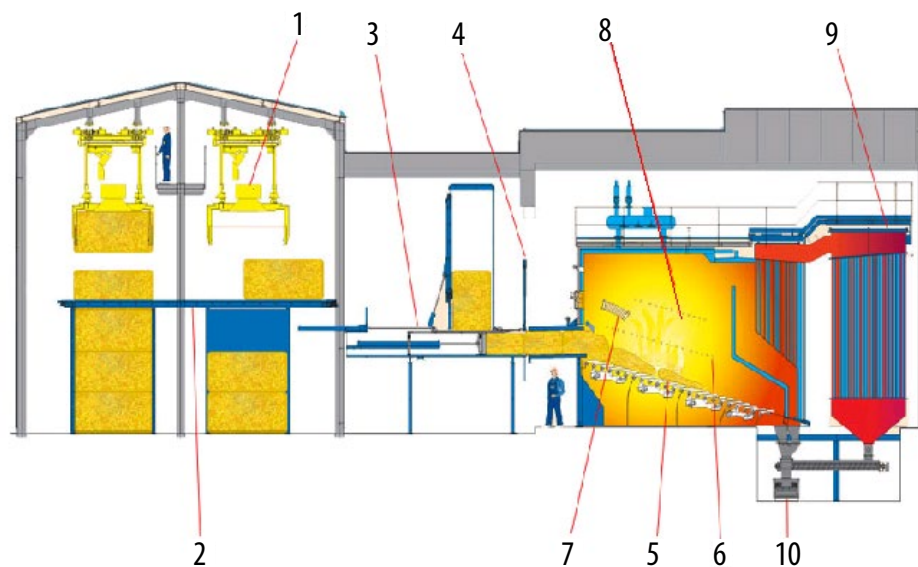






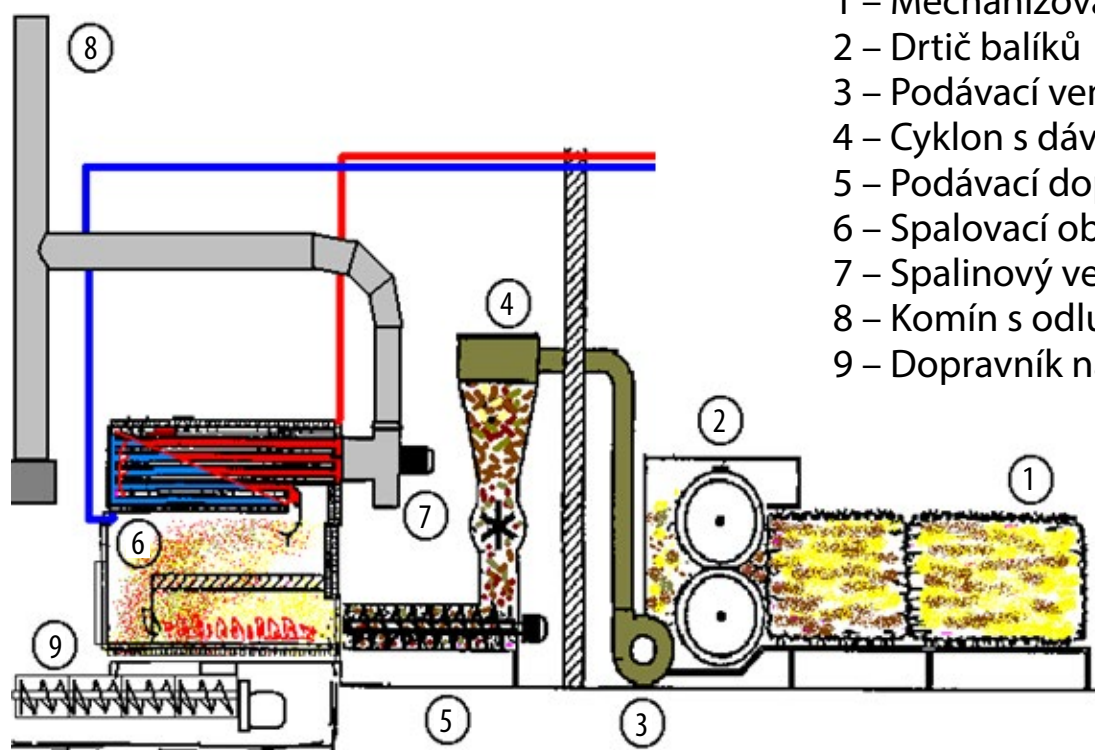
## Kotle na spalování slámy

Několik předchozích desetiletí bylo ve znamení zvyšování cen fosilních paliv a někdy až zoufalé snahy o nahrazení jinými zdroji hmoty pro spalování. Nejčastější je náhrada materiály, které mají podobné vlastnosti jako dřevní hmota a jsou v technologických postupech stále málo využívány. Jedním z nich je sláma a slamnaté zbytky polních plodin.



- 1 – Zavážecí kočka
- 2 – Podávací dopravník
- 3 – Zařízení na rozřezávání a podávání paliva do spalovacího prostoru
- 4 – Uzavírání podávacího kanálu
- 5 – Spalovací kývavý rošt
- 6 – Spalovací komora
- 7 – Přívod sekundárního vzduchu
- 8 – Obrátková přepážka
- 9 – Chladič spalin s ohřívacem spalovacího vzduchu
- 10 – Popelový dopravník

V technologickém postupu jsou dva směry spalování slámy. Celé velkoobjemové balíky, nebo drcená hmota vháněná do spalovací komory spolu s potřebným množstvím vzduchu. Výkony jsou počítány cca 100 až 1 000 kW. V Dánsku je mísená sláma s prašným uhlím, jinde jsou spalovány slamnaté pelety (dražší na výrobu). Popel, který vzniká, má podobné složení jako sklářský kmen, takže při nevhodném režimu spalování může docházet k napalování sklovitých popelovin na teplosměnné plochy. Jejich odstranění zastudena je náročné a může dojít i k poškození vyzdívek. Proto jsou při vstřikování paliva doplňovány látky, které váží popeloviny a znemožňují tvorbu skloviny. Při spalování slámy řepky olejnaté nebo i při spalování senných hmot se zvyšuje podíl chlornatých sloučenin v kouři. Taková paliva jsou používána jako doplněk „čistější“ slámy z obilovin.



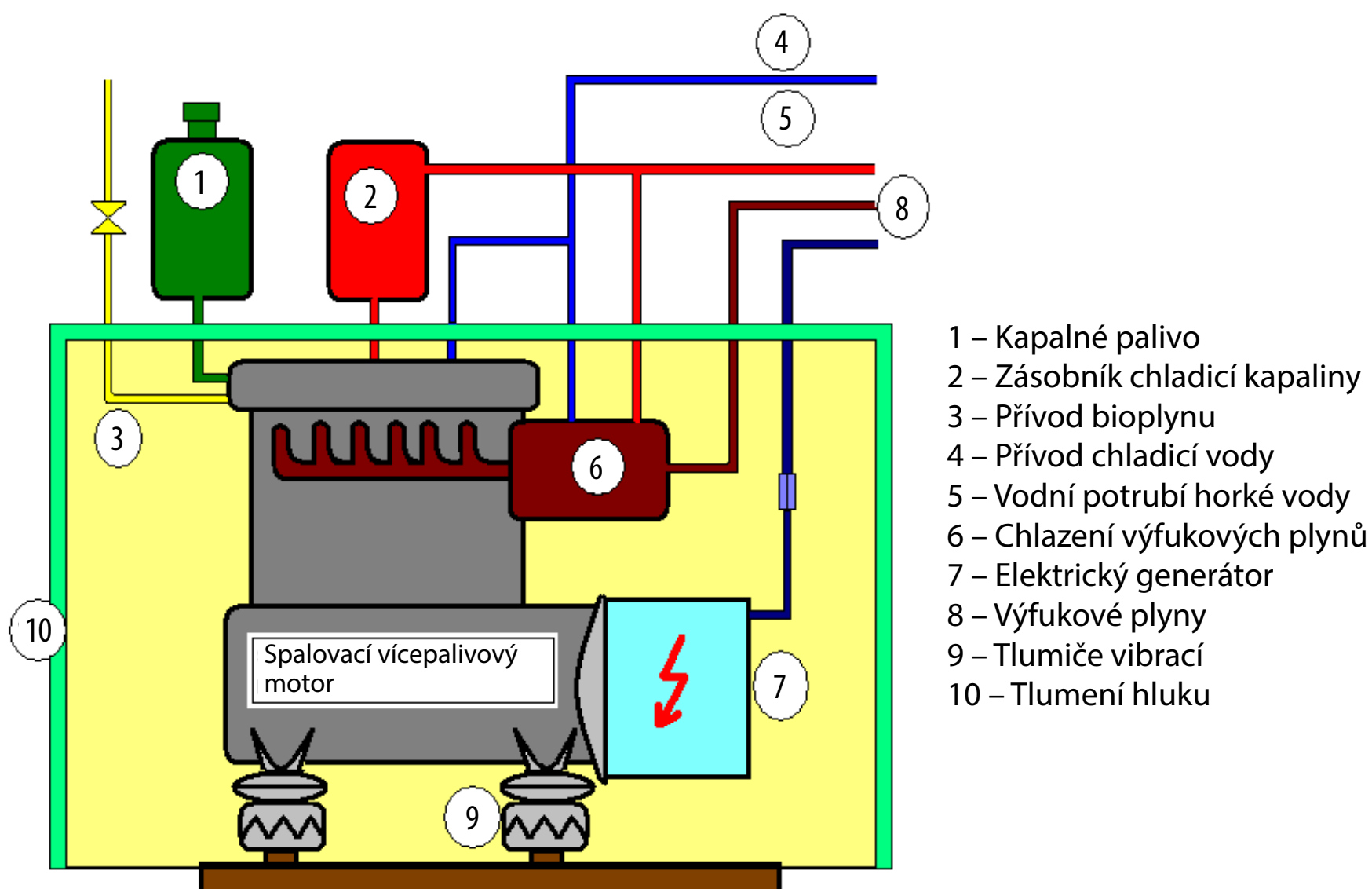
- 1 – Mechanizované podávání balíků
- 2 – Drtič balíků
- 3 – Podávací ventilátor
- 4 – Cyklon s dávkovacím turniketem
- 5 – Podávací dopravník s hasicím zařízením
- 6 – Spalovací obrátková komora
- 7 – Spalinový ventilátor
- 8 – Komín s odlučovačem popela
- 9 – Dopravník na popel



## Kogenerační jednotky

Vývoj kogeneračních jednotek má svůj počátek v oblasti náhradních zdrojů energie. Tyto požadavky měly po zkušenostech s výpadky el. energie ve válečné době nemocnice a jiné nepřetržité provozu. Spolu se zajišťováním obranyschopnosti severu USA a s rozšiřováním těžby ropy za polární kruh bylo nutné zkonstruovat strojní zařízení na výrobu elektřiny a současně využít odpadní teplo k vytápění obytných a pracovních prostor. Princip je jednoduchý: každý spalovací motor využije pro výrobu mechanické práce pouze jednu třetinu paliva. Ostatní energie odchází ve formě tepla do ovzduší. Kogenerační jednotka nejen vyrábí elektrickou energii, ale chlazením spalin a využitím chladicí kapaliny dojde ke zvýšení celkové účinnosti soustrojí. Kogenerační jednotky jsou osazeny vícepalivovými motory, zpravidla na principu Dieselova motoru.

Hlavní využití je v čistírnách odpadních vod, kde spolu s určitou částí bionafty spalují bioplyn. Bionafta je potřeba k regulaci hořlavosti plynu, ve kterém podíl hořlaviny kolísá a chod motoru by se stával nepravidelným.





### **Kontrolní otázky:**



1. Jaký je rozdíl mezi válcovým a plamencovým kotlem?
2. Jaký je princip fluidního kotle?
3. Jaké je využití kogeneračních jednotek?



## 3.3 NAVRHOVÁNÍ A PŘIPOJOVÁNÍ SPOTŘEBIČŮ PALIV



Návrh spotřebiče je velmi zodpovědným krokem při realizaci otopné nebo technologické soustavy.

Pro každý návrh je třeba znát základní **vstupní požadavky** na budoucí tepelný zdroj. Velmi se například chybuje při určení výkonu zdroje. Ten by měl být určován na základě místních podnebných podmínek. Jestliže topné období charakterizuje dlouhodobě nízká teplota, tak je nutné mít poměrně velký rozsah použitelných výkonů. Bude-li však zdroj zbytečně předimenzován, povede to k rychlejšímu opotřebení nejen spotřebiče, ale i spalinové cesty. Je lépe volit více spotřebičů s nízkým výkonem, které budou pracovat ve společném kontrolovatelném režimu.

### Navrhování spotřebičů paliv

#### VSTUPNÍ INFORMACE

- požadovaný výkon
- druh paliva
- technické a technologické požadavky na spotřebič
- požadovaná životnost spotřebiče
- doplňkové požadavky

#### MONTÁŽNÍ POŽADAVKY

- umístění spotřebiče
- přístupnost pro údržbu
- splnění bezpečnostních požadavků v místě montáže
- přívod spalovacího vzduchu a způsob odvodu spalin
- způsob zásobování palivem

#### PROVOZNÍ POŽADAVKY

- náročnost obsluhy
- cenový vývoj v nákupu paliva
- dosažitelnost servisu a náhradních dílů
- způsob likvidace vyřazeného spotřebiče
- možnost náhrady za typově podobný spotřebič

U předimenzovaných spotřebičů na plynná a kapalná paliva dojde v nízkém výkonu ke zvýšené tvorbě kondenzátů a následně ke zvýšení intenzity korozního působení spalin. Při nízkém instalovaném výkonu není možné v mrazivých dnech dosáhnout uspokojivé tepelné pohody v objektu. Důležitou vstupní informací je tepelný odpor obvodových stěn a stav výplní stavebních otvorů včetně výhledu na jejich rekonstrukci.





To, co je nutné pro dům bez izolací s netěsnými výplněmi stavebních otvorů, je předimenzované v objektu zatepleném, s moderními okny a dveřmi. Doplňkové informace mohou být charakteru barevného provedení nebo jiné místně specifické údaje.

**Montážní požadavky** určují další návazné atributy, například přívod spalovacího vzduchu, technické provedení kouřovodů, odvod kondenzátů, možnost manipulace s palivem a popelem, montážní odstupy od pevných stěn, výšku zavěšení spotřebiče, umístění v prostorech s možností zaplavení a další.

Přestože je skupina **provozních požadavků** jmenována jako poslední, jsou uvažovány již při vstupních návrzích. Je nevhodné podcenit možnost údržby, zásobování palivem nebo jeho předpokládaný cenový výkon. Typickou chybou je, když si lidé pořídí spotřebič s relativně levným provozem, ale s velkými nároky na obsluhu (donáška paliva, čištění a odnos popela, zvýšené nároky na úklid apod.). Pokud pak ztratí schopnost setrvalé a náročné obsluhy takového spalovacího zdroje, jsou nuceni nákladně změnit způsob vytápění a s ním většinou přebudovat i spalinové cesty.

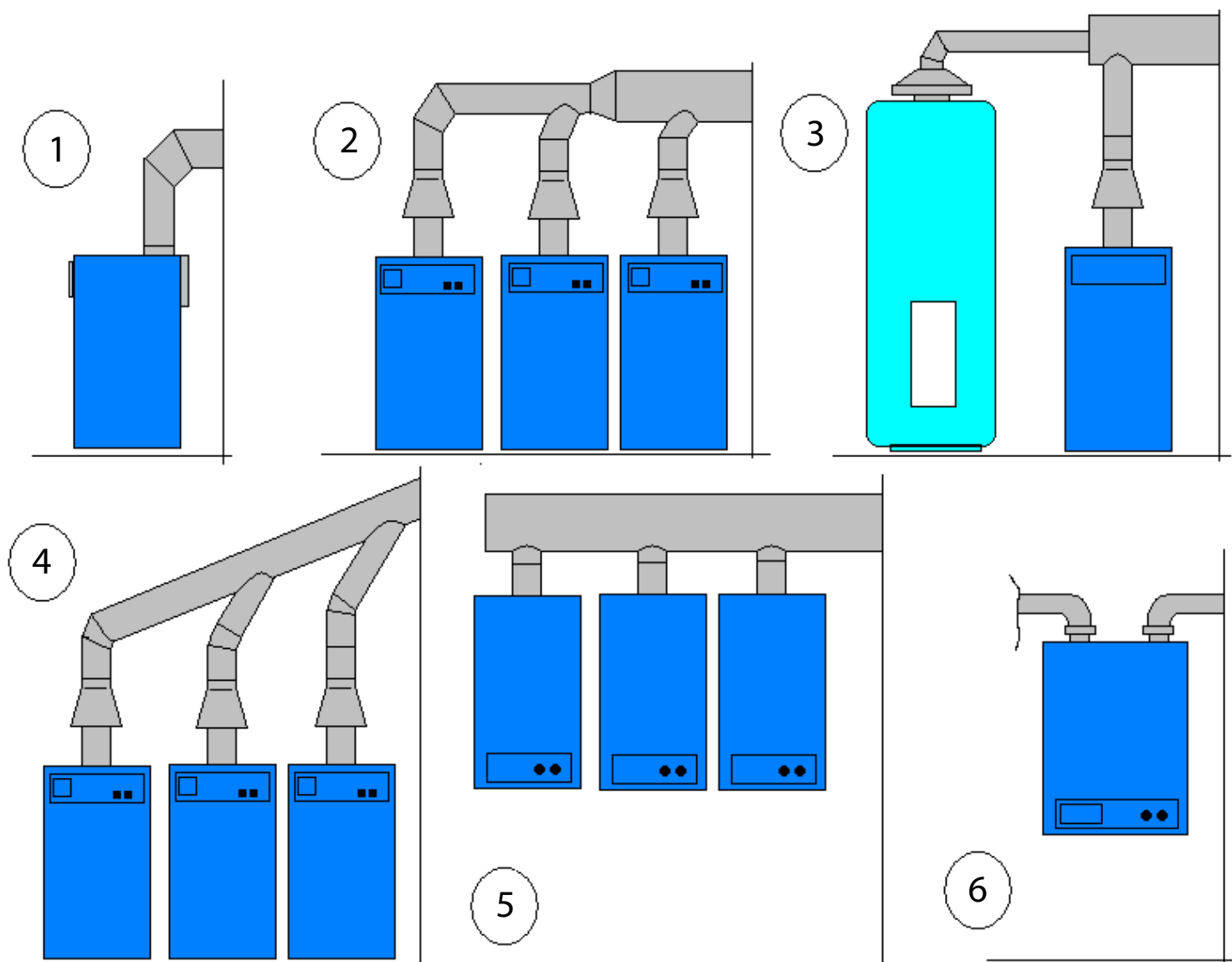






## ••••• Připojování spotřebičů paliv

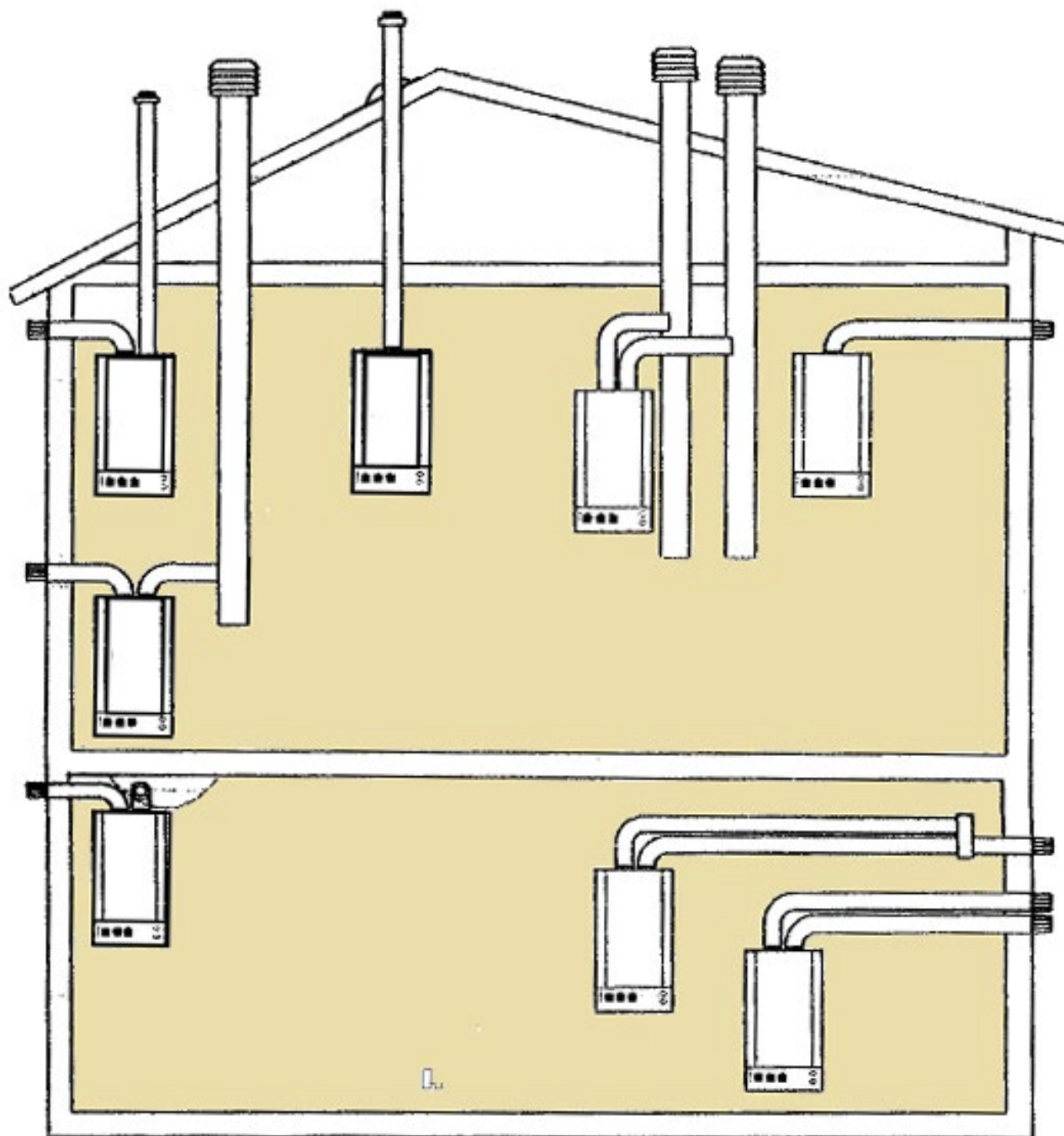
Každý spotřebič je nutno zapojovat individuálně. Existuje několik způsobů připojování. Některé z nich nebývají příliš vhodné.



- 1 – Znázornění připojení samostatným kouřovodem.
- 2 – Společným kaskádovým kouřovodem s proměnným průřezem do pravoúhlého sopouchu.
- 3 – Málo vhodné, leč velmi často používané zapojení sezónního spotřebiče s celoročním provozem – tento druh připojení lze použít pouze tam, kde není jiná možnost. Jeho provozní spolehlivost je více než sporná a často unikají spaliny do místnosti montáže.
- 4 – Pro zmenšení tahového odporu v sopouchu lze použít zapojení pod úhlem menším než 90°. Takové zapojení je velmi náročné na zaměření.
- 5 – Zapojení do kaskády se širokým sběračem. Je velmi snadno změřitelný, ale může v něm docházet ke zvýšené kondenzaci.
- 6 – Zapojení přetlakového spotřebiče v provedení C s rozdělenou vzduchospalinovou cestou.



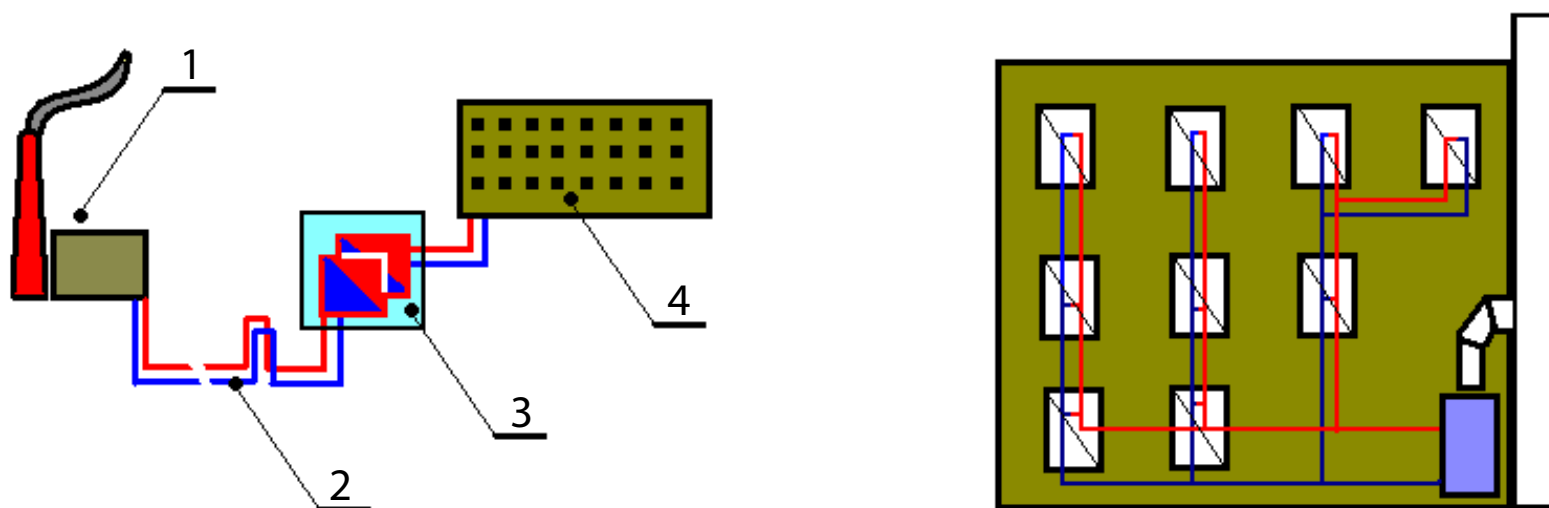
Zapojování spotřebičů s přetlakovou spalinovou cestou je možné v několika variantách. V případech krátkých odvodů spalin nad střechu, případně přes obvodovou zeď je vždy nutno respektovat požadavky platného Stavebního zákona a jeho prováděcích předpisů. Pokud je v prováděcích předpisech požadavek na dodržení normových hodnot při konstrukci spalinové cesty, je nutno respektovat způsoby provedení přetlakových odvodů spalin dle ČSN 73 4201, s uplatněním požadavků původní ČSN 06 1002 – Evropský systém třídění spotřebičů na plynná paliva podle způsobu odvádění spalin (nyní platná TNI CEN-TR 1749). V technicky nepopsaných způsobech je možno postupovat dle návodu výrobce spotřebiče paliv a spalinových cest.



## ••• Dělení spotřebičů podle použití a výkonů

Instalované spotřebiče se dělí podle výkonu na malé, střední, velké a velmi velké (více v kapitole o měření účinnosti spalování).

Podle toho, na jakou vzdálenost teplosměnné médium přenášejí se dělí na lokální, ústřední a dálkové zdroje tepla.



**Na obr. vlevo** – dálkový přenos tepla:

- 1 – centrální kotelna (často spojená s výrobou elektrické energie),
- 2 – horkovod nebo parovod,
- 3 – výměňiková stanice,
- 4 – spotřebitel tepla.

**Na obr. vpravo** – ústřední vytápění budovy.

## ••• Zkoušení spalinových cest

Zkoušky spalinových cest se provádějí za účelem zjištění provozního stavu. Kontrolní úkon s písemným zápisem může být výchozí nebo provozní revizní zpráva. Výchozí revize bývá spojována s uvedením do provozu nové spalinové cesty, s výměnou spotřebiče nebo vyhořením komína.

Běžné provozní kontroly by měly probíhat pravidelně, alespoň jedenkrát ročně ve smyslu NV 91/2010 Sb.

Spalinová cesta je zkoušena během výkonu čištění a kontroly. Vizuálně se zjistí stav kouřovodů, provede se jejich demontáž a čištění, prohlédne se komínový plášť, u komínů na pevná paliva je velmi nutné prohlédnout vymetací dvířka v půdním prostoru (pokud jsou), zkontrolovat jejich těsnost a přítomnost hořlavých látek v blízkosti komína.

Při podezření na netěsnost pláště je vhodné provést kouřovou zkoušku těsnosti komínového pláště. Všechny části spalinové cesty je nutné vyčistit – jenom tak se dá zjistit, jestli nejsou kouřovody poškozeny, a prověřit jejich těsnost. Pokud tak neučinil vlastník objektu, musí se vybrat saze.

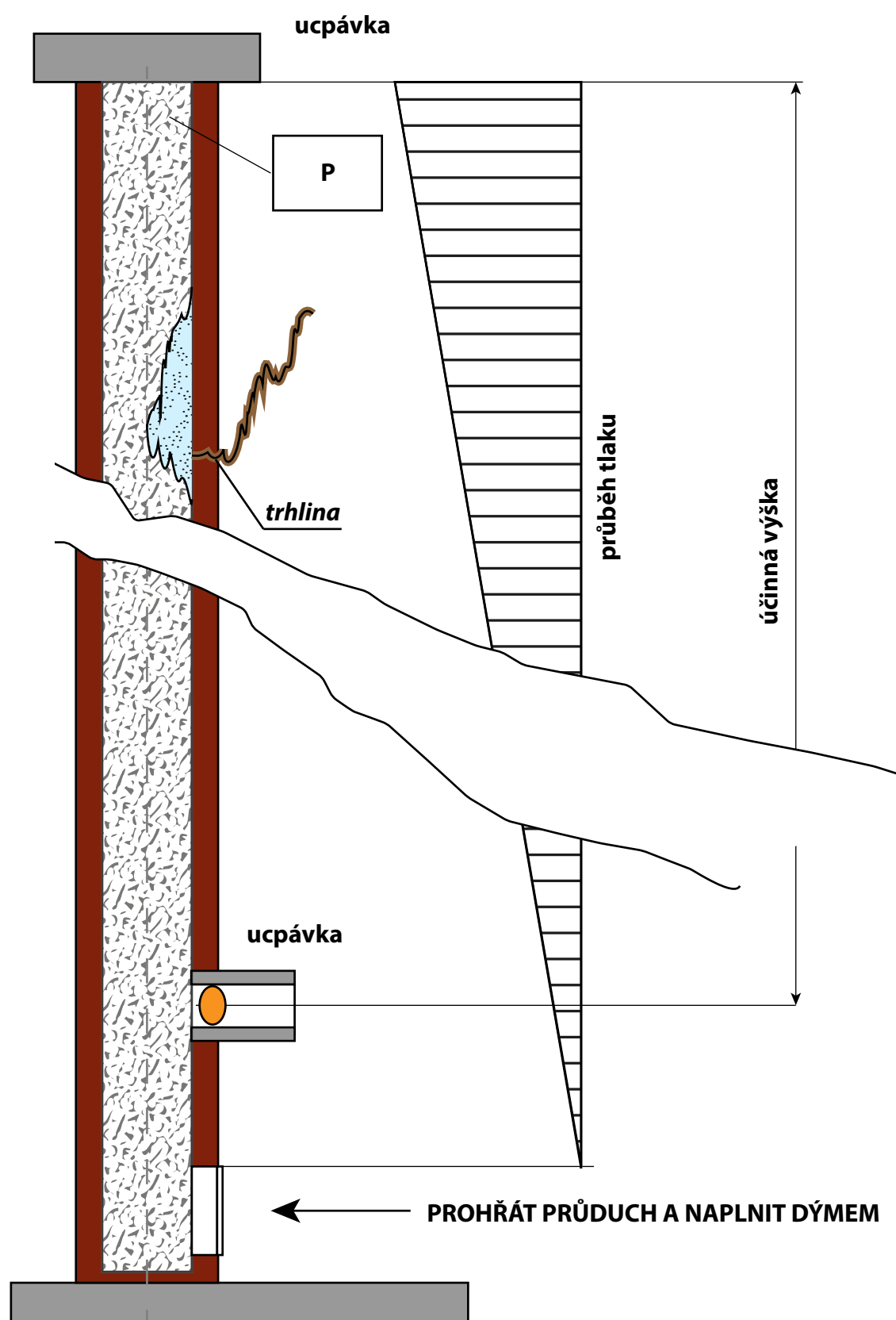


## Kouřová zkouška:

Komínový průduch se utěsní, zahřeje a naplní kouřovou směsí, potom se postupně zakrývá ústí komína a kouř uvnitř průduchu je vytlačován netěsnostmi ven. Tak se spolehlivě indikuje poškození pláště.

Někdy je nutné sejmout tapety nebo obklady, které jsou na komínovém plášti instalovány.

U víceprůduchových komínů je možné, že jsou proraženy komínové přepážky, zejména v komínech uhýbaných. Místo průrazu lze vyhledat pomocí ucpávky zavěšené na kominickém provazu.





### **Zkoušky technologické:**

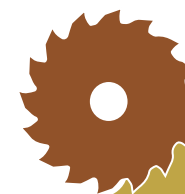
Provádí se na základě zákonných předpisů. Je povinen se jim podrobit každý výrobce, který uvádí výrobek na trh nebo usiluje o shodu výrobků s původně odzkoušenými a schválenými. Certifikát o provedené zkoušce vydává autorizovaná osoba, tedy zkušebna stavebních hmot k tomu určená. Výrobce (prodejce) pak k výrobku dodává prohlášení o shodě, kterým stvrzuje stejné vlastnosti prodávaného výrobku, jaké měl původní vzorek dodaný na zkušebnu.

### **Kontrolní otázky:**



1. Jak probíhá navrhování spotřebičů paliv?
2. Jaké jsou možnosti připojení spotřebičů paliv?
3. Jak probíhá kouřová zkouška?





## 4 PÉČE O SPOTŘEBIČE PALIV

### 4.1 ČIŠTĚNÍ, NÁVRH A VÝSTAVBA SPALINOVÝCH CEST



### 4.2 POSUZOVÁNÍ TECHNICKÉHO STAVU SPOTŘEBIČE PALIV A STAVU SPALINOVÉ CESTY



### 4.3 MĚŘENÍ PROVÁDĚNÉ VE SPALOVACÍM PROCESU





## 4.1 ČIŠTĚNÍ, NÁVRH A VÝSTAVBA SPALINOVÝCH CEST



*Tak jako všechna ostatní technická zařízení je nutné i spalinové cesty udržovat v čistotě. Zmenšením jejich průřezu dochází k výraznému omezení funkce. Znečištění může pocházet od zbytků po hoření (saze různé konzistence) nebo od chemického narušení materiálů spalinových cest.*



Typickým příkladem jsou aluminiové silice, které nabobtnají a zmenší plochu komínové vložky. Nadto zvyšují drsnost povrchu a stržené silice jsou schopny obrátit komínový tah nebo zasypat sopouch. Další nečistoty pocházejí z činností vykonávaných v přilehlých prostorách. Velmi silným a častým zdrojem znečištění jsou aerosoly (laky na vlasy, odoranty, tělová kosmetika apod.).



Čištění je možné provádět mechanicky, ručními nástroji nebo frézku poháněnou elektrickou vrtačkou. Větší nánosy tvrdých sazí lze odfrézovat hydraulickou frézou, ovšem za předpokladu protažení stroje komínem. Jinak se provede řízené vypálení sazí. Se znovuoobením pevných paliv a možností čištění komínů majiteli nemovitostí se také vrací možnost chemického čištění. Jsou nabízeny chemické směsi různé konzistence, které během hoření odcházejí spalinovými cestami a narušují saze, které samovolně odpadávají. Dříve byly saze odstraňovány mokrou cestou, ale do kanalizace se dostávalo velké množství jedovatých látek. I dnes existují chemické látky na čištění kotlů. Většina z nich se používá do vodních náplní, takže mechanické čištění a vypalování sazí zůstává i nadále hlavním způsobem čištění.

## ••••• Požadavky na provozní spolehlivost spalinových cest

Spalinové cesty mají po celou dobu své životnosti zajišťovat několik důležitých funkcí. První, pro kterou jsou zhotovovány, je bezpečný odvod spalin nad střešní plášť nebo na fasádu budovy, tedy do volného ovzduší. Spaliny musí být odvedeny tak, aby nezvyšovaly požární nebezpečí nebo aby nepronikaly do prostor budovy.

Tepelný odpor po celé délce spalinové cesty musí být takový, aby zamezil případnému úrazu popálením a vzniku požáru a aby nebyly díky malému tepelnému odporu stěny ochlazovány spaliny pod rosny bod. Spolehlivost spalinových cest může být během jejich životnosti narušována dodatečnými stavebními úpravami nebo i úpravou interiérů podle přání uživatele nemovitosti.

Například je koupelna se spotřebičem nově vybavena, jsou osazeny dveře s těsněním, vyměněna okna, namontován podtlakový systém větrání aj. Spotřebič v provedení B, který měl před rekonstrukcí dostatek spalovacího vzduchu, přestává fungovat, hlásí komínové závady, nebo dokonce dojde k otravě uživatele. Stejně nebezpečí hrozí při montáži odtahu kuchyňské digestoře do spalinové cesty nebo při montáži jiných podtlakových zařízení.



## Navrhování spalinových cest

Spalinové cesty se navrhují podle toho, jaký druh paliva budeme používat, v jaké tlakové třídě bude komín pracovat, jaká je účinná výška, i podle místních a prostorových dispozic.

Zpočátku snadný návrh se začne neúměrně komplikovat v okamžiku, kdy zákazník začne klást množství protichůdných podmínek. V mnoha případech z neznalosti věci samé dovedou architekti navrhnout spalinovou cestu, která během svého provozu může ohrozit uživatele. Také stavební firmy jsou v mnoha případech schopny zbudovat nefunkční díla.

### POSTUP NÁVRHU SPALINOVÉ CESTY

#### VSTUPNÍ ÚDAJE SPOTŘEBIČE

- **používané palivo**
  - pevné
  - kapalné
  - plynné
- **provedení spotřebiče**
  - lokální
  - technologický
- **tlaková třída**
  - N, P, H
- **teplotní třída**
- **umístění**
- **výkon spotřebiče**

#### CENOVÁ NÁROČNOST

#### MÍSTNÍ PODMÍNKY

- **klimatické podmínky**
- **průběh komína (spalinové cesty) budovou**
- **únosnost kotevních bodů nebo základů**
- **druh střešního pláště**
- **požární nebezpečí v místě instalace spotřebiče**

#### PROVÁDĚCÍ PODMÍNKY

- **dodací lhůta**
- **přístupnost montážních prostor**
- **možnost transportu materiálů**

Spalinová cesta se navrhuje vždy ke konkrétnímu spotřebiči. I univerzální stavebnice určená pro všechny druhy paliv má své technické podmínky montáže a použití.

Jestliže například je zbudována spalinová cesta pro pevná paliva se světlostí průduchu 200 mm, není vhodná pro spotřebiče na plynná paliva pracující v nízkoteplotním režimu. Komínový tah je buď příliš velký, nebo se spaliny pohybují v průduchu pomalu a intenzivně kondenzují, což způsobuje zavlhání difúzního komína. Častou chybou je použití systémového komína pro podtlakový provoz k instalaci kondenzačního kotle nebo jiného spotřebiče s přetlakovou spalinovou cestou.





## ••••• **Provádění spalinových cest**

Spalinová cesta musí být po celou dobu své plánované životnosti bezpečná a nesmí měnit svoje parametry stárnutím nebo tvarovou změnou, vlivem působení tepla, nesmí být významně narušována provozními nebo přírodními vlivy a nesmí být narušena její statika.

### **Konstrukce spalinových cest:**

Při zavedení nových druhů paliv koncem šedesátých let 20. stol. vyvstaly problémy s chemickým namáháním vnitřní stěny komínů a tento problém se začal dále prohlubovat v sedmdesátých letech, kdy celosvětová energetická krize nutila nahrazovat staré spotřebiče paliv spotřebiči novými s vyšší účinností. Pro získávání tepla se masivně začal využívat zemní plyn – doposud málo využívaný a bez užitku pálený na místech těžby.

Vyšší účinnost s sebou nese i snižování komínové ztráty a dostává teplotu spalin na teplotu blízkou rosnému bodu, nebo i pod jeho úroveň.

U pevných paliv bylo tedy třeba provádět častěji riskantní operaci s vypalováním sazí. Vypalováním sazí zase rostlo riziko průniku spalin nebo hořlavých plynů do prostorů stavby, ať již do místností, nebo do mezistropních prostor. Ve stavbách bylo mnoho trámů vezděných do komínového pláště, což daná rizika ještě zvyšovalo.

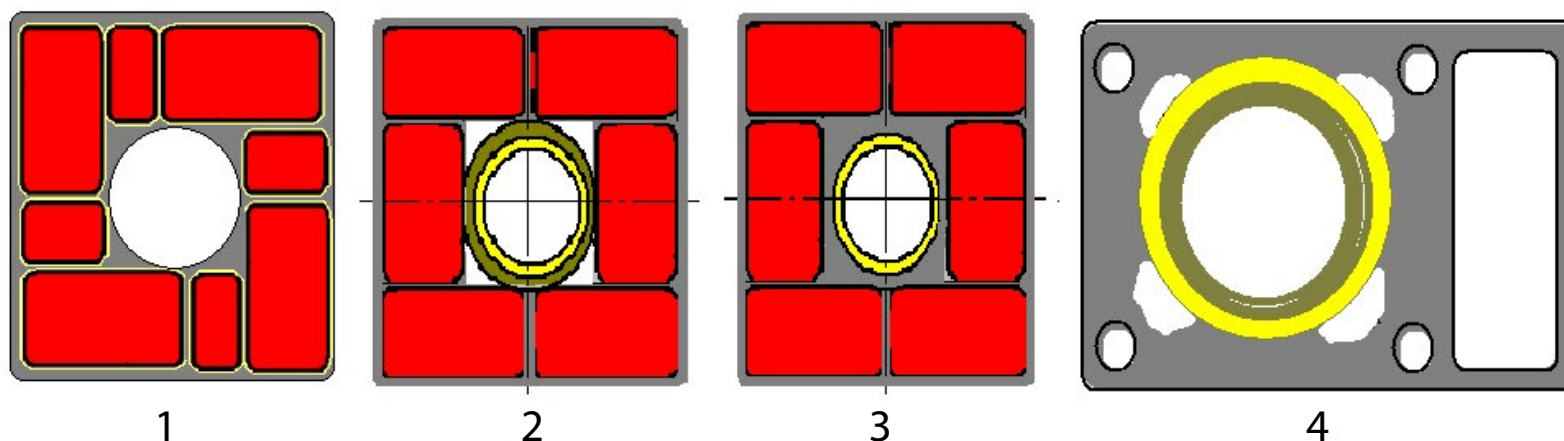
Nejdříve byla snaha nahrazovat vnitřní omítku komínových průduchů ochranným pouzdem různé konstrukce, různých materiálů a v konečné fázi i různé kvality provedení. Ochranná pouzdra se také ve větším množství začala montovat po 2. světové válce, kdy byla tato sanační technika použita pro rekonstrukce popraskaných komínů od mechanických otřesů.

Následnou technikou bylo vložkování komínového průduchu při výměně spotřebiče na svítiplyn za spotřebič na zemní plyn. V mnoha případech došlo k pirátské výměně, tzv. kus za kus, a docházelo k fatálnímu poškozování komínového tělesa.

Generačně nejnovější jsou spotřebiče nízkoteplotní a kondenzační, kde po většinu doby provozu dochází ke kondenzaci par obsažených ve spalinách. Také spotřebiče na pevná paliva dnes používají spalinové cesty s přetlakovým odvodem spalin.

Využívání biohmoty vede ke spalování bioplynu, který má nesrovnatelně agresivnější spaliny než běžný zemní plyn.

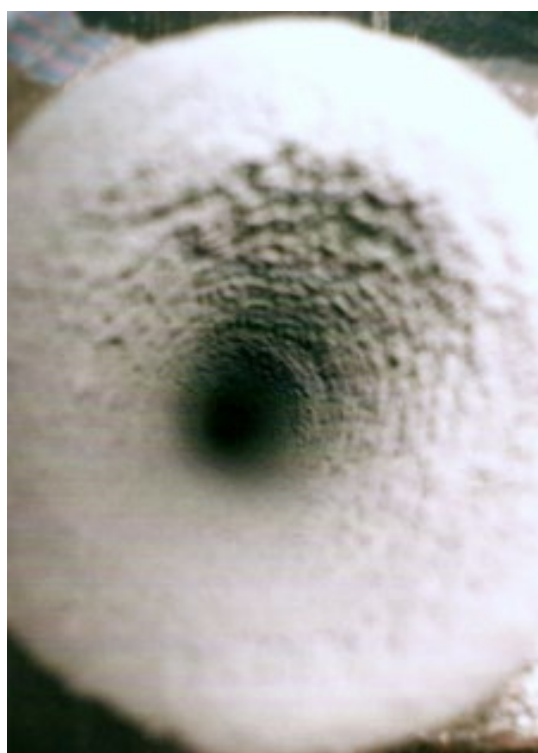
Nízká teplota spalin musí být řešena vícevrstevnými konstrukcemi, ať už bariérovými, nebo difúzními.



### **Vývoj komínových konstrukcí:**

- 1** – jednovrstvý cylindrický komín s vnitřní omítkou,
- 2** – individuální vícevrstvý difúzní komín bez odolnosti vůči působení par kondenzátů,
- 3** – komín s keramickým ochranným pouzdrém, bez odolnosti vůči vlhkosti,
- 4** – systémový komín se zadním odvětráním a integrovanou ventilační šachtou – odolný vůči vlhkosti.

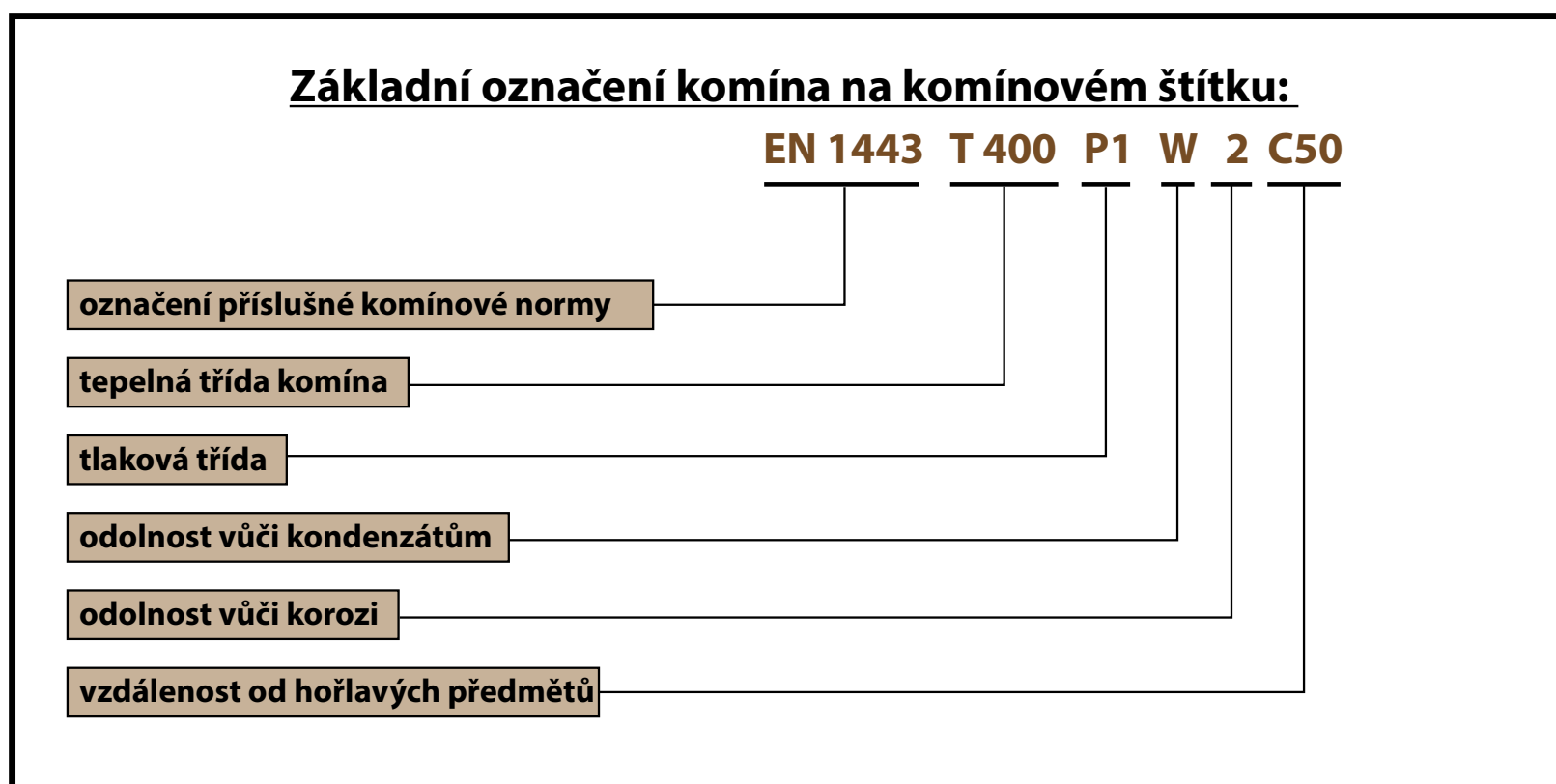
Ani pro vložkování nebyly vždy používány vhodné materiály. Většina těchto vložek byla vyráběna z hliníku, takže byly poškozovány kondenzáty i chemickými látkami, které se vyskytovaly v místě montáže. Každá z těchto komínových vložek byla vyráběna s životností odpovídající životnosti spotřebiče. Montéři vložek často nedodržovali platné technologické předpisy, vložky napevno zazdívali, na ústí komínu je zabetonovali, takže jednak se silně ochlazovaly a jednak nemohly propustit difúzní vlhkost stoupající dutinou mezi vložkou a pláštěm komína. Na vnitřním povrchu se vytvářely silice, a pokud nebyly pravidelně odstraňovány, docházelo k porušení celistvosti vložek. Do starých, nevyhovujících a opotřebovaných komínových vložek dodnes montují topenářské firmy kus za kus nové spotřebiče. Narušená vložka za daleko horších podmínek než se starým spotřebičem ztrácí těsnost a kondenzáty působí vlhnutí komínového pláště.





## Rozdělení komínových konstrukcí z hlediska použití pro jednotlivá paliva

Jako první se začala zabývat systematickým dělením komínů pro současné spotřebiče ČSN 73 4200, tedy EN 1443. Pomocí jednoduché šifry určí způsob namáhání komínové konstrukce. Výrobní normy a jiné předpisy charakterizující spalinovou cestu z této normy vycházejí a doplňují ještě jiné vlastnosti spalinových cest, jako např. materiálové vlastnosti nebo odolnost protipožární.



U komínů je nutné uvědomit si historickou posloupnost používaných spotřebičů a dosažitelných materiálů.

V dnešní době je nemyslitelné, aby starší spalinové cesty byly provozovány se zapojením nových spotřebičů, a naopak nové spalinové cesty nejsou vhodné pro spotřebiče staré. Příkladem může být poškození keramického komína připojením starých kamen s nízkou účinností.

**Použití pro jednotlivá paliva je dáno teplotní třídou komína, označovanou v šifře písmenem T.**

Teplotní třída	T80	T100	T120	T140	T160	T180	T200	T250	T300	T450	T600
Zkušební teplota	100	120	150	170	190	250	300	350	500	550	700



**Tlaková třída je označována písmeny N, P, H.**

Třída	Únik ( $1 \text{ s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )	Zkušební tlak (Pa)
N1	2	40 – přirozený tah
N2	3	20 – přirozený tah
P1	0,006	200 – pro přetlak
P2	0,120	200 – pro přetlak
H1	0,006	5 000 – pro vysokopřetlak
H2	0,120	5 000 – pro vysokopřetlak

Dalšími hodnotami, které komín určují, jsou odolnost vůči korozi a odolnost vůči vyhoření sazí.

Odolnost vůči vyhoření sazí je hodnota udávaná z hlediska požární bezpečnosti. Komín ocelový, který je odolný vůči vyhoření sazí, může po vyhoření nejen ztratit záruku, ale může být natolik poškozena vložka, že je nutné jej vyměnit. Zatímco systémový komín s keramickou vložkou je ve většině případů po vyhoření provozuschopný, komíny s nerezovou výstrojí takové vlastnosti nemají a komínová vložka může být nejen vyžihána, ale i zborcena, nebo může prohořet.

Komín označený v šifře písmenem G je odolný proti vyhoření sazí, nebo je označen znakem 0 (nula), když odolný není. I komín odolný vůči vyhoření sazí musí být minimálně 50 mm vzdálen od hořlavých konstrukcí. Nedodržení této zásady vedlo k mnoha požárům.

## **Výstavba nových spalinových cest**

Pro výstavbu nových spalinových cest lze použít varianty jak jednovrstvých, tak vícevrstvých konstrukcí. **Jednovrstvé konstrukce** jsou budovány z materiálů certifikovaných. Tyto konstrukce komínů jsou v současnosti povolené pouze u staveb pro individuální rekreaci a staveb dočasných. Komínový plášť je z plného cihlového zdiva, průduch je buď omítán pomocí šablony, nebo má vsazeno ochranné pouzdro. Ochranné pouzdro musí být z materiálů k tomu určených, tedy z komínových vložek a jejich tvarovek (sopouch, čisticí kus), které jsou během zdění postupně vsunovány a zalévány řídkou maltou. Komínová vložka musí být vždy vsazována v souladu s předpisem výrobce, tedy „po vodě“ (zámek zamezí vnikání srážkové vody a dehtů do pláště komína). Žádný výrobce vložek nikdy nestanovil jiný způsob montáže, ani v případě jejich použití jako komínových pouzder. Tyto komíny jsou vhodné jen pro spotřebiče s menší účinností a pro komíny s každodenním provozem (komínová konstrukce je neustále prohřáta); nehodí se pro spotřebiče s nízkou teplotou spalin, pro komíny s předpokládanou tvorbou kondenzátů nebo spotřebiče s pyrolýzním spalováním.





Komínové **konstrukce vícevrstvé** mohou být budovány jako odolné vůči vlhkosti, nebo pouze pro suchý provoz. Stavitelé se však dopouštějí mnoha hrubých chyb. Základní závadou je použití izolační vaty s nedostatečnou tepelnou odolností, neprovedení dilatace kolem otvorů (vybírací dvířka, sopouch, čisticí dvířka) a neprovedení dilatace v komínové hlavě. Důvodem takové výstavby je buď použití materiálu ze staré zásoby na komínový plášť nebo neznalost cenových relací na trhu s komíny. Obezdvívání komínového pláště je vždy dražší než použití systémového komína a nadto je nutné individuálně řešit to, co má výrobce dávno zvládnuté. Další nevýhodou je hmotnost komína. Jsou známy případy, kdy stavební firma na lehkou základovou desku určenou pro dřevostavbu postavila několikatunový komín. Ten základovou desku zlomil a sanace přišla na mnohonásobek ceny, kterou by investor vydal za lehký systémový komín.

## **Systémové komíny**

Konstrukce těchto komínů je připravena ve výrobním závodě a na stavbě dojde pouze k jeho montáži podle přiložené dokumentace. Stavebník se bohužel stává častou obětí nikoliv výrobce, ale sestavovatele podivných kombinací materiálů, které prohlašuje za systémový komín. Masově jsou prodávány výrobky, které mají certifikaci na každý komponent zvlášť, ale komín jako celek zůstává pouze komínem individuálním. Další závadou je náhrada původně spolehlivých materiálů za materiály náhražkové. Izolační plsti jsou málo odolné vůči teple a často způsobují přehřívání komínového pláště.

## **Druhy systémových komínů**

Komíny je možné rozdělit podle provedení pláště na betonové, keramické (porothermické tvárnice z pálené hlíny) a jiné (byla provedena nabídka na plášť komínů z pórobetonu). Jediný výrobce na trhu také dodává betonovou tvárnici s integrovanou silikátovou izolací, takže se snižuje pracnost a možný počet chyb při montáži. Další variantou je jednovrstvý keramický komín z pálené hlíny.

Komínová vložka do jmenovaných komínových plášťů je dále určována podle plánovaného zatížení. Univerzální komíny mají vložky ze šamotu nebo mohou mít tenkostěnnou vložku ze šamotu izostaticky lisovaného. Pro menší zatížení je možné vystrojit tvárnici i vložkou z nerezové oceli nebo plastovou (kondenzační kotle). Samostatnou třídou jsou komíny systémové s pláštěm kovovým a kovovou komínovou vložkou, případně s vložkou z izostatického šamotu. Komíny keramické jsou – až na výjimky – difúzní, takže musí mít proveden systém zadního odvětrání izolační rohože.

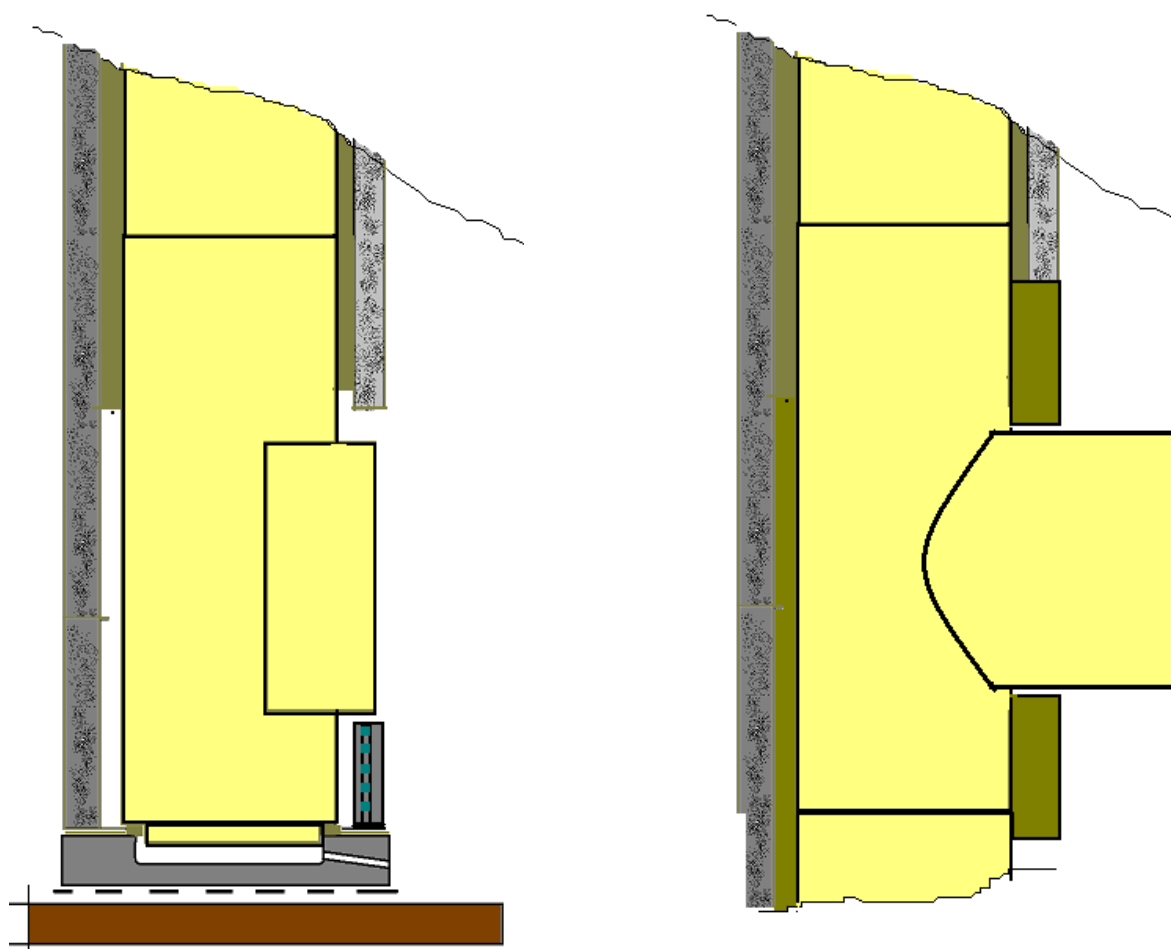


## Montáž systémových komínů

Systemové komíny jsou ty, které jsou jako hotový výrobek dodávány na trh jednotlivými výrobci. Přitom jsou zkoušeny ve zkušebnách, mají své atesty a tomu odpovídající stavební nebo montážní předpisy.

Každý systémový komín má specifikaci pro použití na podtlakový, nebo přetlakový provoz, na způsob odvodu kondenzátů apod. Kombinace různých výrobků, které by mohly odpovídat tvarově, vyřazují komín z kategorie systémových a přesouvají jej do kategorie individuálně stavěných komínů.

V základní sestavě je vždy miska na odvod kondenzátů, u CIKO komínů a EKO komínů jsou nahrazeny prefabrikátem se zabudovanou miskou pro odvod kondenzátů. Na ni se montuje do vrstvy spojovacího tmelu první tvarovka, tedy dvířkový kus.



Všechny prvky komínové vložky, které procházejí přes komínový plášť, musejí být dilatačně odděleny ve směru axiálního posuvu, jinak dochází k jejich destrukci.

V případě, že je komín uvažován jako rezervní, nevsazuje se sopouch. Ten se vlepi až podle spotřebiče. V tom případě je třeba přesně rozměřit výšku zapojení. Není vhodné, když se sopouch prořezává v místě ložné spáry keramických vložek.

Dodatečné vsazování sopouchu je práce prašná a vyžaduje určitou zkušenost. Na ničem se nesmí šetřit a spojovací tmel se musí použít pouze ten, který doporučuje výrobce systému.



Provedení nadstřešní části je mírně odlišné dle každého výrobce. V každém případě musí být tvárnice alespoň ošetřena proti vlivům povětrnostních podmínek.

Konečná úprava se řeší obezdívkou na předem vsazenou krakorcovou desku, pláštěm z vláknitého betonu, zateplením a zastěrkováním minerální rohoží, nebo výjimečně obkladem – pouze v případě, že tento způsob výrobce schválil. Do pláště se nesmějí zavrtávat žádné kotevní prvky, např. pro hromosvody, na komín nesmí být umístovány žádné antény a podobné konstrukce.

Konečným řešením může být i takzvaný finál, což je sesazení pláště z betonových prstenců v provedení jednorůduchovém, dvouprůduchovém, jednorůduchovém s větrací šachtou a dvouprůduchovém s větrací šachtou. Větrací šachta se dá použít pro vedení instalací, přitom se dá ukončit i v podstřešním prostoru nebo se jí dá vést horký vzduch od krbových vložek. Na stavbách vzniká při montáži mnoho chyb, které jsou způsobeny špatnou informovaností montážníků nebo snahou ušetřit na materiálu.



**Vlevo:** Chybné provedení sopouchu – není provedena dilatace a spára je vyplněna tmelem, který zbyl po montáži komínových vložek.

**Vpravo:** Nevládnutá technologie míchání tmelu, který je příliš řídký a vytéká ze spáry, nebyly rozetřeny výronky tmelů.



## **Kovové komíny**

Jejich vlastnosti je předurčují k dodatečné montáži na fasády domů. Jsou lehké, kovový povrch umožňuje barevné provedení a montáž je oproti jiným komínům rychlejší. Provedení jako komíny vnitřní se setkává s dodatečným problémem opláštění do pravoúhlého krytování nebo u některého výrobce není naprosto dokonale vyřešen tepelný most ve spojích jednotlivých segmentů komína, což u venkovního vedení nevádí, protože plášť je dokonale chlazen okolo proudícím vzduchem. U všech druhů i typů komínů je problematickým úsekem napojení sopouchu přes vnější stěnu dřevostaveb.

## **Sanace komínových průduchů**

Pro sanaci se používají materiály, tak jako i pro ostatní spalinové cesty, podle technických požadavků namontovaného spotřebiče. Sanace vložkováním bývá velmi často spojena s demontáží původní komínové vložky, s rozšiřováním komínového průduchu nebo s problémem přívodu spalovacího vzduchu ke spotřebiči. V případě montáže přetlakové spalinové cesty je třeba zohlednit výtlakové možnosti spotřebiče. Často je problém s odvodem kondenzátů.

## **Komínové vložky**

Podle provedení jsou buď pevné, nebo ohebné. Každá vložka má vlastnosti, se kterými je nutné počítat. Ohebné vložky stáčené z pásků nemívají potřebnou těsnost proti vytékání kondenzátů – zejména ve spojích, vložky stáčené z tenkých pásků (síla 0,12 mm) zase mají určitou tvarovou paměť a jsou snadněji zranitelné mechanickými vlivy. Pevné vložky mají výhodu hladkého povrchu, ale nemohou být bez dalších bouracích prací použity v uhýbaných komínech. Současně každé palivo vyžaduje jinak silnou vložku a v případě spalování pevných paliv materiál takový, který je dostatečně odolný. Ocelové komínové vložky se nedoporučují pro spalování bioplynů, obilí a senných paliv. U nerezových vložek je třeba posoudit agresivnost prostředí už jenom proto, že jsou náchylné k bodové korozi.

Plastové a kompozitní vložky mohou být použity pouze do určité teploty stanovené jejich výrobcem.

### **Obecný technologický postup vložkování:**

- Pečlivá prohlídka komínového průduchu pro vložkování, případná sondáž průduchu
- Vyčištění průduchu od zbytků dříve používaných paliv a od nepevných částic vyzdívky
- Vyčištění půdice komína
- Sondáž pod omítku budoucích montážních otvorů
- Vybourání montážních otvorů
- Zaměření délek jednotlivých úseků





- Zacpání montážních otvorů molitanovými přířezy
- Spouštění jednotlivých úseků a spojení s komponenty (T-kus, revizní kus), zajištění nýty
- Zaklínování nebo jiný způsob fixace, případné vsazení izolačních rohoží za T-kusy
- Fixace komínové vložky na komínové hlavě
- Postupné zazdění montážních otvorů a provedení hrubé, příp. i jemné omítky
- Provedení účetní dokumentace
- Úklid pracoviště – odnos sutí

Příslušná revizní zpráva se vystavuje až po konečné montáži spotřebiče a kouřovodů.

### Ekvivalenty současného evropského označení ocelí s dříve používaným označením podle ČSN:

korozivzdorná ocel	<b>1.4301</b>	odpovídá dřívější oceli	<b>17 240</b>
korozivzdorná ocel	<b>1.4401</b>	odpovídá dřívější oceli	<b>17 346</b>
korozivzdorná ocel	<b>1.4404</b>	odpovídá dřívější oceli	<b>17 349</b>
korozivzdorná ocel	<b>1.4571</b>	odpovídá dřívější oceli	<b>17 348</b>
korozivzdorná ocel	<b>1.4432</b>	<b>nemá ekvivalent podle ČSN</b>	
žáruvzdorná ocel	<b>1.4841</b>	odpovídá dřívější oceli	<b>17 255</b>
žáruvzdorná ocel	<b>1.4828</b>	odpovídá dřívější oceli	<b>17 251</b>

V původním znění ČSN 73 4201:2002 byl v tabulce pro komínové vložky i hliník. Netýkalo se to však běžných komínů, neboť hliníkové vložky se směly používat pouze pro suchý provoz. Ten u současných spotřebičů nenastane a dále se měl používat materiál s tloušťkou 1,5 mm, takže by takovou vložku nebyl schopen vyrobit běžný klempíř a na straně druhé by se cenou vyrovnal AC materiálům.



## ••••• Vložování komínů přetlakových, třída P1 a P2

Poptávka po prostorech uvnitř starší zástavby si vyžádala zavedení přetlakových spalinových cest i do bytové výstavby.

Přetlakové spotřebiče se dají rozdělit (mimo rozdělení normativní) do skupin podle přetlaku, který se vyskytuje ve spalinové cestě a ve spalovací komoře.

Jsou to spotřebiče s přetlakovými hořáky, kde je přetlak na hořáku schopen pokrýt tlakovou ztrátu ve spotřebiči, na kouřovém hrdle je přetlak (zde tlak vyšší než tlak atmosférický) nulový a požadavkem na komínovou vložku je podtlak. Na rozdíl od těchto spotřebičů existují i spotřebiče, které mají přetlak na spalinovém hrdle dán požadavkem na odsun spalin na menší, či větší vzdálenost, resp. dopravní výšku. Každý spotřebič je konstruován na jiné parametry. Rozdílně bude sestavena spalinová cesta pro vodorovnou instalaci, jinak pro instalaci svislou. V obou těchto instalacích, zejména ve společném koncentrickém potrubí, jsou také jiné požadavky na teplotu v ústí „výfukového“ potrubí.

Koncentrické zapojení je lepší pro využití paliva, tzn., že zpětné proudění spalovacího vzduchu využívá teplotu spalin k ohřevu spalovacího vzduchu, ale na ústí jsou spaliny natolik chladné, že nejen intenzivně kondenzují, ale v mrazivých dnech může potrubí i zamrznout. Vodorovný vývod na fasádu je také problematický, z hlediska dodržení rozměru rozptylového obrazce, který nesmí zasahovat otevíratelné stavební otvory (okna, dveře, výplně lodžii apod.). Vyústění spalin na fasádě může být provedeno pouze v rámci rekonstrukce budovy, kdy není možné provést spalinovou cestu nad střechu objektu. Požadavky na výkony spotřebičů paliv a dodržení ochranného pásma spalin, jakož i výpočty emisí provádíme dle platné ČSN zs 4201 Komíny a kouřovody - Navrhování, provádění a připojování spotřebičů paliv. Při koncentrickém provedení (svislé zapojení) je spalovací vzduch nuceně veden proti přirozenému vztlaku způsobenému prohříváním vzduchu na cestě proti toku spalin. U svislých kouřovodů nad 3 metry délky se již řadí do výfukového potrubí adaptér pro jímání a odvod kondenzátů, jinak může být poškozen spalinový ventilátor.

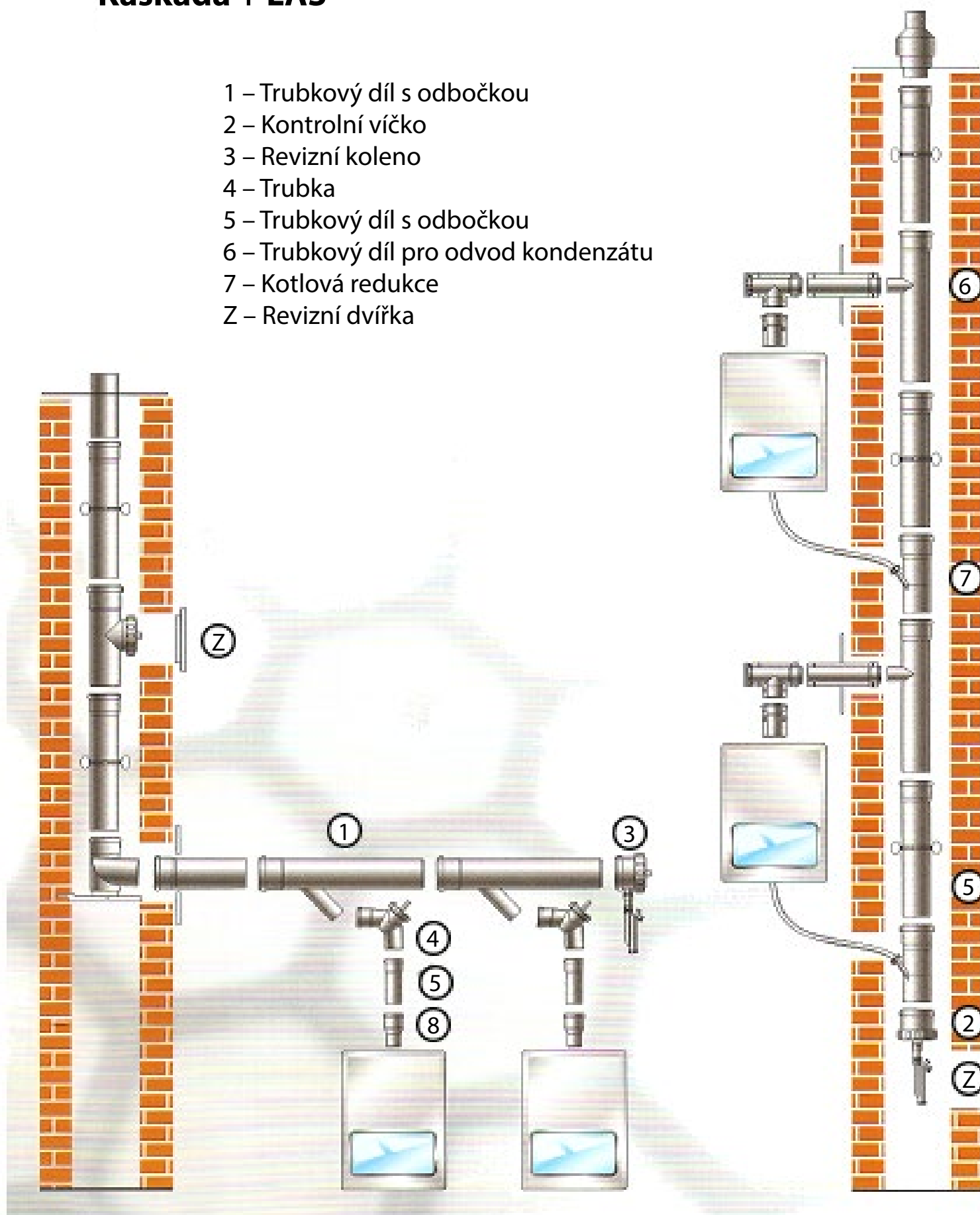
Každý výrobce spotřebičů má svůj způsob montáže spalinové cesty a odvodu kondenzátů. Výrobci těchto materiálů s nimi úzce spolupracují a průběžně doplňují potřebné stavební prvky. U těchto spalinových, resp. vzduchospalinových cest nelze improvizovat ani experimentovat. Nahrazování jinými materiály, zapěňování patečních kolen nebo nepoužití mrazuodolných prvků na vyústění se velmi brzy dovede vymstit vznikem poruchy.



## Příklad doporučených sestav vzduchospalinových cest spotřebičů s přetlakovým odvodem spalin.

### Kaskáda + LAS

- 1 – Trubkový díl s odbočkou
- 2 – Kontrolní víčko
- 3 – Revizní koleno
- 4 – Trubka
- 5 – Trubkový díl s odbočkou
- 6 – Trubkový díl pro odvod kondenzátu
- 7 – Kotlová redukce
- Z – Revizní dvířka





### **Kontrolní otázky:**



1. Jaké jsou požadavky na provozní spolehlivost spalinových cest?
2. Jaký je postup návrhu spalinové cesty?
3. Jak probíhá výstavba nových spalinových cest?





## 4.2 POSUZOVÁNÍ TECHNICKÉHO STAVU SPOTŘEBIČE PALIV A STAVU SPALINOVÉ CESTY



Technický stav spotřebiče velmi ovlivňuje hospodárnost jeho provozu. Špatný technický stav spotřebiče vždy znamená zvýšenou spotřebu paliva způsobenou zpravidla dvěma příčinami. Jednou je nedopal paliva způsobený špatným okysličením, nebo v případě tuhých paliv propadem neshořeného paliva roštem. U paliva plynného nebo kapalného se projevuje nedohoření paliva tvorbou sazí, které se usazují na teplosměnné ploše. V případě, že je teplosměnná plocha tvořena lamelami, jsou tyto zaneseny a spaliny procházejí mezi pláštěm spotřebiče a kotlovým tělesem. S tím také roste tvorba oxidu uhelnatého. Druhá příčina snížení účinnosti spotřebiče je zanesení teplosměnné plochy sazemi různé konzistence nebo zanesení roštových ploch popelovinami a škvárou, případně nespalitelnými zbytky, které odcházejí spolu s popelem (hřebíky, dráty, plechovky, kovové fólie apod.).



Prostor pod roštem zanesený popelem; šipka ukazuje na zbytek drátu, kterým byly zneprůchodněny spáry v roštu



***Kouřový kanál před a po vyčištění*** – rozdíl mezi zaneseným a vyčištěným kanálem je zřejmý. Vrstva sazí a popela dosahovala místy i 50 mm, takže teplosměnné plochy byly dokonale izolovány a horké kouřové plyny odcházely spolu s velkým množstvím nevyužitého tepla do ovzduší.

#### **Postup posouzení technického stavu spotřebiče:**

- Technický stav spotřebiče sledujeme ještě před prováděním čištění. Je třeba provést pečlivou prohlídku za přítomnosti vlastníka nebo jím pověřené osoby, aby nemohlo dojít k situaci, že kominík je nucen k náhradě poškození, které bylo na spotřebiči ještě před provedením úkonu čištění. K vizuální prohlídce patří i posouzení stavu přívodu spalovacího vzduchu.
- Rozebírání spotřebiče, zejména toho méně známého, provádíme velmi pečlivě, bez násilí a jednotlivé dílce skládáme v pořadí demontáže vedle sebe. Čistíme až po rozebrání, abychom si nezaměnili pořadí demontovaných dílců.
- Například u krbových vložek stačí zaměnit ostění spalovací komory (pravé za levé), a nemůžeme na ně shora nasadit deflektor.
- Sledujeme stav těsnících provazců dvířek i ploten horního krytí kotlů. Ty bývají nasyceny dehtem, jsou tvrdé a netěsní.
- Při čištění žárotrubných kotlů sledujeme stav svárů trubek a jakékoliv barevné změny na jejich povrchu – místa označujeme křídou pro lepší orientaci při následné revizi inspektorem tlakové výstroje kotle.
- Na podlahách spalovacích komor ani v rozích menších spotřebičů nenecháváme popel, může totiž zakrýt místa, na kterých jsou závady.
- U kotlů s mechanickými rošty sledujeme jejich stav, kompletnost a provedeme zkoušku funkce.





- Stav pláště spotřebiče – ohořelá nebo zahnědlá barva indikuje netěsnosti a vady v izolaci.
- U větších spotřebičů závady vždy zapisujeme na papír hned po jejich nález – zapomenout na některou z nich může vést při přehlédnutí inspekci k další, neplánované odstávce kotle.
- Při zpětném sestavování spotřebiče dbáme na dokonalé usazení jednotlivých dílců, aby nemohlo docházet k jejich posuvu nebo k přisávání falešného vzduchu.
- Stav spotřebiče je možné zaznamenat do zápisu o kontrole a čištění spalinových cest (NV 91/2010 Sb.)

### **Stav spalinové cesty:**

- Těsnost lze posoudit již při demontáži, v místech s netěsností bývají barevné odlišnosti, výronky sazí, místa s únikem kondenzátů mívají stopy po korozi a aluminiových silicích.
- Stav kotvení a závěsů – jsou prováděny technicky ne zcela zdatnými osobami, takže mohou mít vady v pevnosti i provedení.
- Kotvení vložky v komínové hlavě a provedení kontrolních otvorů a těsnost dvířek.
- Vzdálenost spotřebiče i kouřovodů od hořlavých konstrukcí.

## **Chemické čištění spotřebičů a spalinových cest**

Chemické čištění spotřebičů paliv je způsob, který snižuje pracnost při odstraňování tuhých zbytků hoření z teplosměnných ploch.

Výhody nižší pracnosti, stejnoměrné kvality čištění a často i kratšího času na tyto úkony jsou spojeny s nevýhodou možného poškození teplosměnných ploch v exponovaných místech, tedy ve svarech, v místech těsnicích materiálů (příruby článků kotlů), a s větším zatížením životního prostředí.

Postup byl jednoduchý: rozmíchat účinnou látku v patřičné koncentraci ve vodě, nanést na čištěné plochy a opláchnout.

Nejběžnější způsob čištění malých spotřebičů je přidávání látek, které se účastní spalovacího procesu, usazují se na vnitřních plochách topeniště a spalinových cest, kde aktivně narušují vrstvu sazí a v kratším či delším časovém úseku jsou schopny docílit jejich rozpadu. Tradičním zástupcem je výrobek pod obchodním názvem Kominíček nebo různé pevné prostředky se souhrnným názvem čistící polena. Postup je jednoduchý: do řádně roztopeného spotřebiče se vloží čistící poleno a nechá se působit. Látky v polenu obsažené se váží na tvrdé a smolné saze, způsobují jejich popraskání a postupné opadávání. V drtivém počtu případů při použití těchto experimentálních metod dojde k zažehnutí sazí a vyhoření komína.



Pro střední a velké zdroje by takové prostředky byly cenově neúnosné, takže se volí spíše cesta prevence. Základním postupem je přidavek práškového vápna do směsi paliva. U spotřebičů spalujících slámu je nutné přidávat takové látky z důvodu složení popele. Má podobné složení jako sklářský kmen, takže při vysokých teplotách spalování se usazují sklovité strusky na teplosměnných plochách. Jsou jen těžko odstranitelné mechanicky, protože mají hladký povrch a tvrdou sklovinu. (viz obrázek).



U ostatních paliv je tvorba tvrdých, smolných nebo sklovitých sazí způsobena malou teplotou v topeništi. Jak bylo v předešlém řečeno, má to příčinu v nízké teplotě vnitřního pláště teplosměnné plochy – ochlazení vratnou vodou nebo špatným režimem topení – palivo vlhké, nekvalitní nebo snaha o úsporu paliva zavíráním přívodu vzduchu.

Starší typy litinových kotlů se daly poměrně snadno vypálit. Snesly velmi hrubé mechanické zacházení a tepelné rázy byly uchlazeny velkou hmotou článků a velkým množstvím chladící vody. Byly používány i tekuté prostředky. Jejich působení bylo velmi uspokojivé, ale silně zatěžovaly životní prostředí (saze se vyplachovaly do kanalizace) a při pálení mazutů s větším obsahem síry docházelo i k narušování svarů trubkovnic. Dnešní, zejména plechové kotle se vypalují hůře, z důvodu nutnosti opatrného zacházení.

Několik výrobců dodává i jiné chemické látky na čištění, ale jedná se o okrajovou záležitost.



## Vypalování komínů, kouřovodů a kotlů

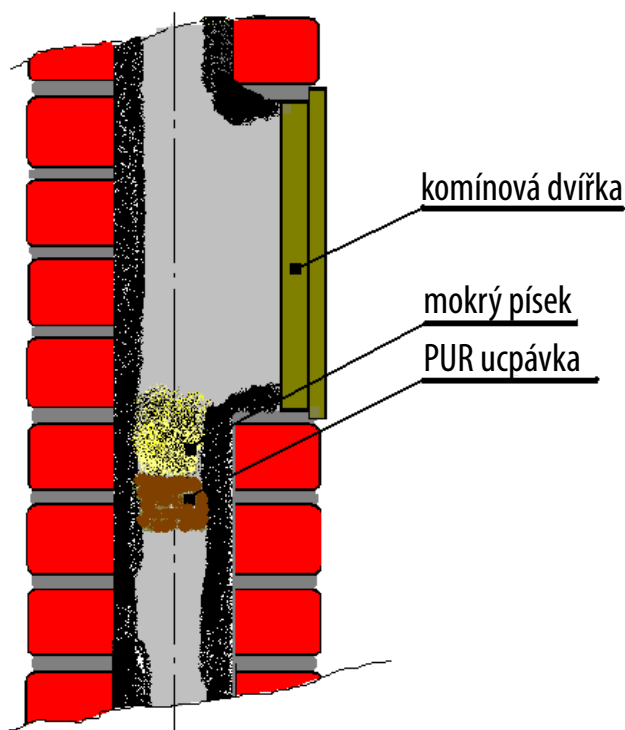
Jedná se o úmyslné založení komínového (kotlového) požáru za účelem odstranění smolných a tvrdých sazí z průduchu komína nebo spalinových cest v kotli a obnovení jeho původní funkce. Budeme-li vypalovat kotel, musí být zajištěno jeho chlazení, jako za běžného provozu. Vypalováním kotle můžeme založit komínový požár. Proto před vypalováním kotle vždy kontrolujeme, případně čistíme (vypalujeme) komín. Dva požáry – kotle a komína – by se jen velmi těžko kontrolovaly.

### Použité nářadí a nástroje:

Hvězdicový komínový klíč, šorna, průtlačný drát s pérovým nástavcem, vědro 40 l s vodou, vědro 10 l, nástroje na škrabání sazí z ústí komína, ucpávka průduchu, mokrá píseň, žebřík, osvětlení pracoviště, úklidové pomůcky.

### Postup vypalování:

- Hlášení zahájení činnosti na stavební úřad a HZS kraje 5 dnů předem. Operační důstojník musí vědět, kde je vypalování prováděno. Odpovědný je majitel - provozovatel spalinové cesty.
- Příprava – kompletní prohlídka stavby v okolí komínového tělesa (průchod stropy, plášť komína, průchod střešním pláštěm).
- Zaslepení a utěsnění úseku průduchu pod dvířky a zasypání mokrým pískem.
- Vložení knotu a jeho zapálení.
- Regulace hoření a seškrabání největšího nánosů v ústí komínu.
- Vyčištění spálených sazí, případně opětovné zapálení a opakování předešlého bodu.
- Odvětrání průduchu a příprava dalšího úseku.
- Vypálení druhého úseku obdobným postupem, vyčištění a odvětrání.
- Odhlášení činnosti HZS, úklid a vystavení účtu.







Komínový průduch je třeba oddělit od úseku, ve kterém nechceme založit požár. Průduch je ucpán PUR ucpávkou a na ni je nasypána vrstva cca 25–30 cm písku. Když je tímto způsobem průduch rozdělen na dva úseky, je možné vložit knot a zapálit saze. Komínová dvířka slouží pro regulaci přívodu vzduchu.

Prostor dvířek hned po zapálení pečlivě zbavujeme hořících sazí, aby nedošlo k pokroucení křídla nebo i rámu dvířek.

Během vypalování se odškrabuje zbobtnalá vrstva tak, aby hořelo jenom tolik sazí, kolik máme v úmyslu nechat hořet. Při zapálení většího množství hrozí zbobtnání a zalití komínového průduchu. Jakmile uhasne požár, tlak par s vysokou pravděpodobností roztrhne komínový plášť.

Po vyhoření se první úsek nechá odvětrat – zchladit (nikdy ne vodou) a vypaluje se druhý úsek.

Zapálení spodního úseku bývá obtížnější, protože u sopouchu je malá vrstva sazí a ta neumožňuje potřebné rozhoření požáru. Nikdy jako zápalnou směs nepoužíváme těkavé hořlaviny – benzín, líh, ředidla. Hrozí detonace par v komínovém průduchu. Méně nebezpečné je zapálení naftovým knotem, ale opět může dojít k výbuchu par vzniklých například zhasnutím knotu. Regulace přívodu vzduchu se provádí zakrytím sopouchu.

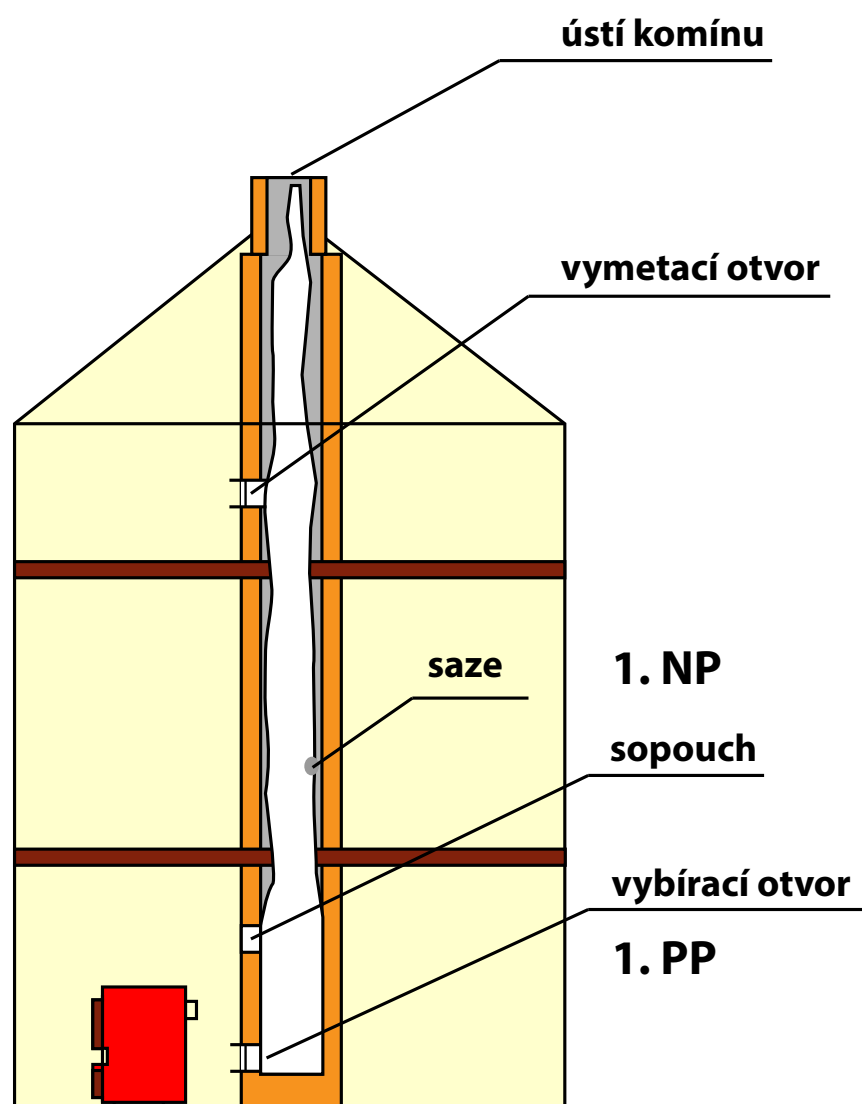
K regulaci přívodu vzduchu se dá použít například popelník vhodně zajištěný v patřičné poloze.





## Náčrt objektu, ve kterém je komín vypalován:

Je rozdělen do dvou samostatných úseků; pokud se vypaluje kotel, vypalují se úseky tři. Při vypalování kotle musí být zajištěno jeho intenzivní chlazení, aby se nepoškodil, a z chladnější stěny kotle se zahřátá vrstva lépe odlupuje, takže se zkrátí proces vyhořívání. Dohořívající komínový průduch: komínový požár je velmi nesnadné zachytit, takže fotodokumentace téměř neexistuje. Přestože je snímek z důvodu světelných podmínek poněkud nejasný, je vidět žhnoucí vrstvu saze. Komín už neměl řádnou omítku, takže vše, co je v průduchu mimo kouty, jsou saze ve vrstvě cca 40–50 mm.





### Kontrolní otázky:



1. Jaký je postup posouzení technického stavu spotřebiče?
2. Jak probíhá chemické čištění spotřebičů a spalinových cest?
3. Jaký je postup vypalování komínů, kouřovodů a kotlů?





## 4.3 MĚŘENÍ PROVÁDĚNÁ VE SPALOVACÍM PROCESU



*V rámci udržení trvale ekonomického a hygienického provozu spotřebičů paliv je nutné provádět měření obsahu škodlivin, zejména oxidu uhelnatého, oxidu siřičitého a oxidů dusíku.*

Historicky byla prováděna měření komínového tahu a obsahu oxidu uhelnatého. Měření byla prováděna orientačně, málo přesnými měřicími přístroji, ale dosahovalo se poměrně dobré účinnosti spalování, zejména ve spojení zkušené obsluhy a operativního častého čištění teplosměnných ploch spotřebičů. Ve velkých provozech, kde dnes řídí proces spalování výpočetní technika, se měření provádí kontinuálně.

Největšími znečišťovateli ovzduší 70. let 20. stol. byly průmyslové podniky. Dnes jsou množství vypouštěných látek omezena mezinárodními nařízeními. Druhým největším znečišťovatelem byla doprava, ale s používáním katalyzátorů došlo ke zlepšení i tady. Zbývají malé zdroje znečištění, které svým vysokým počtem představují velkou zátěž. Na rozdíl od velkých znečišťovatelů je v současnosti u malých zdrojů znečištění (do 300 kW) trend opačný, tedy zaznamenáváme nárůst jejich vlivu na znečištění ovzduší a to ze dvou příčin.

- 1) Zvyšování cen paliv přispívá k uvádění do provozu nekontrolovaných spalovacích zdrojů na pevná paliva, vesměs s předimenzovanou kapacitou a fatálním způsobem spalování (nízká teplota spalovacího prostoru, nízká teplota spalin).
- 2) V rámci ochrany ovzduší byl zrušen požadavek na kontrolu účinnosti spalování u malých zdrojů a nadále se nepočítá (jak je tomu ve vyspělých sousedních státech) s kontrolou topenišť v objektech bydlení. Přitom právě lokální topeniště často nesou největší podíl na znečištění ovzduší, zejména v regionech s nízkým prouděním vzduchu.

V kominické praxi zaznamenáváme velmi mnoho případů spotřebičů poškozených, špatně seřízených nebo i protiprávně instalovaných. Nadto je velmi časté, že jejich provozovatelé často ani po desetiletích užívání neznají správný technologický postup jeho použití a údržby. Spotřebiče na plynná paliva jsou provozovány bez údržby, s nedostatečným přívodem spalovacího vzduchu nebo se spalinovými cestami neodpovídajícími danému spotřebiči. U spotřebičů na pevná paliva je spalováno nevhodné palivo (plasty, oleje), vlhké palivo, kotle jsou provozovány bez přívodu vzduchu (provoz s doutnajícím palivem, tzv. režim udírna). Všechny tyto závady se dají podchytit a odstranit pouze při soustavné kontrole odborně způsobilými osobami.





Docházka kominíků zůstala na dobrovůli provozovatelů a jen malá část z nich má tolik zodpovědnosti, aby udržovala spotřebič v řádném technickém stavu.

## ••••• Měření jednotlivých veličin pro zjištění účinnosti spalování

**Teplota spalin** – měřena dotykovými teploměry, zásuvnými sondami kombinovaných měřicích přístrojů nebo infračervenými dálkovými teploměry.

**Dotykové teploměry** – snímají teplotu povrchu kouřovodu nebo mohou být zasunuty do kouřovodu měřicím otvorem. Velmi zřídka se používají laboratorní skleněné teploměry, i když byly velmi přesné, nicméně v provozu kotelen zranitelné. Nebyly vhodné pro příliš velké teploty (maximum měření kolem 200 °C). Pro kontinuální měření teploty vody jsou dodnes používány teploměry lihové nebo s kovovou náplní, které jsou instalovány v měřicích jímkách potrubí. Dostatečně přesné a odolné vůči mechanickému poškození jsou teploměry bimetalové. Pro měření vysokých teplot jsou užívány teploměry s termočlánky.

**Infračervené teploměry** – dosahují relativně vysoké přesnosti, měří teplotu i na vzdálenost několika metrů. Protože snímaným prostorem je kužel, podle měrné vzdálenosti roste i nepřesnost měření.

**Měření komínového tahu** – komínový tah je v kotelnách měřen také stále ještě starými metodami pomocí dnes již málo přesných přístrojů. Nejstarší je tahoměr vodní s U trubicí. Po něm se prosazovaly tahoměry plovákové a dnes jsou používány tahoměry elektronické.

## ••••• Kontrola množství přiváděného vzduchu ke spotřebiči

Pokud má být spalinová cesta plně funkční, tj. odvádět bezpečně spaliny do volného ovzduší, musí být zajištěn dostatečný přívod vzduchu ke spotřebiči. Objem přiváděného vzduchu musí odpovídat minimálně objemu odváděných spalin kouřovodem a komínem do volného ovzduší. Jestliže není přivedeno dostatečné množství vzduchu pro spalování ke spotřebiči paliv, přestává být spalinová cesta plně funkční, protože komín má schopnost odvést jen takové množství spalin, které lze nahradit stejným množstvím vzduchu přivedeného ke spotřebiči.

**Kominík by proto měl mít také možnost alespoň orientačně zjistit, zda se ke spotřebiči dostává dostatečné množství vzduchu pro spalování – např. pomocí vrtulkového anemometru.**

**Měření průtoku plynů** – je měřen anemometry různé konstrukce, kominíky nejčastěji používané jsou vrtulkové. Slouží k měření průtoku plynů, resp. spalovacího vzduchu přiváděného do místnosti. Je možné jimi změřit i průtok vzduchu v komínovém průduchu a přepočítat hodnotu na průtočné množství spalin. Přístroj se přiloží v ose



proudění, nechá se roztočit měrná vrtulka a údaj se zapíše. Z několika údajů je možné vypočítat aritmetický průměr a tím pak násobit plochu průřezu (pozor na jednotky dosazované do vzorce).



*Vrtulkový anemometr včetně měření CO<sub>2</sub>*

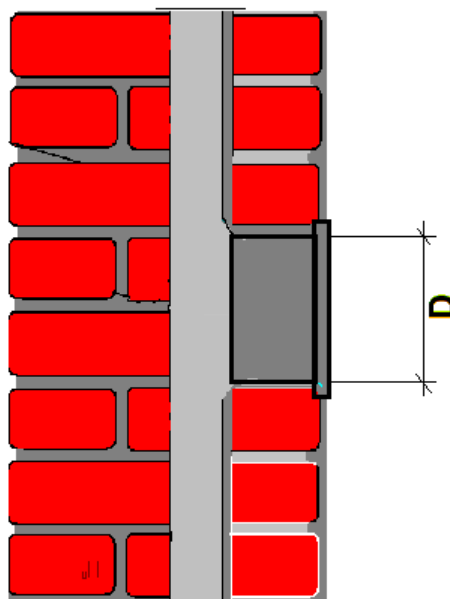
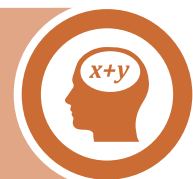
## Výpočet průtočného množství (Q)

**Stanovte průtok vzduchu komínovým průduchem:**

- rychlost proudění byla změřena na **3,6 m/s**
- sopouch má **D = 140 mm**

**Průtočné množství je součinem plochy průřezu sopouchu a rychlosti proudění:**

$$Q = v \times \pi \times r^2$$





## ••••• Měření účinnosti spalování

V kominické praxi je nejčastěji používán kombinovaný měřicí přístroj – analyzátor spalin. Je používán k autorizovanému nebo neautorizovanému měření hodnot, které určují hospodárnost spalování plyných, kapalných nebo pevných spalin.

## ••••• Analyzátor spalin

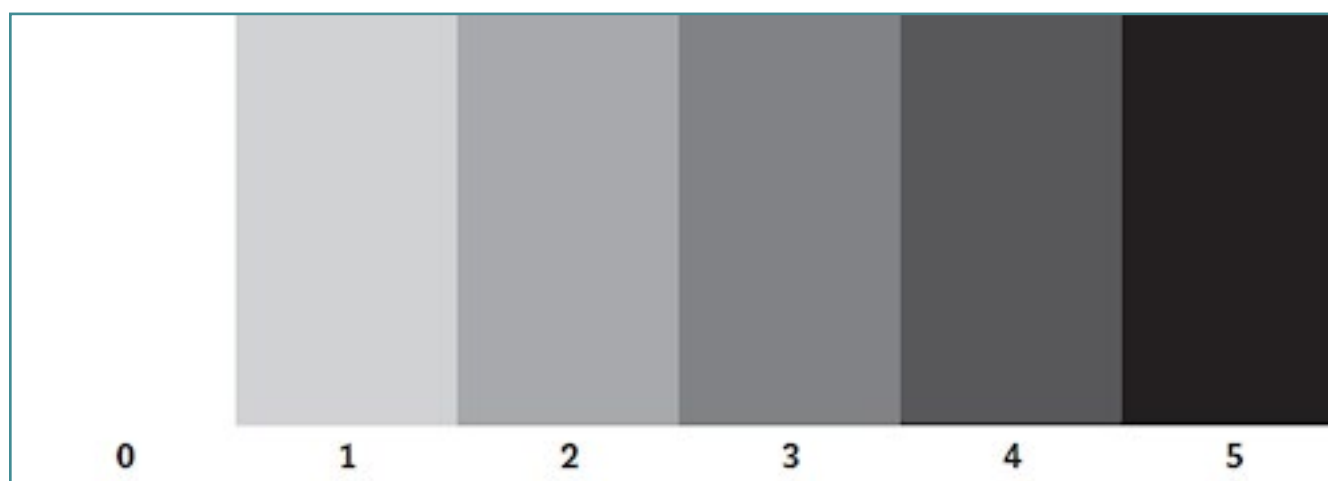
Přístroj pro mžikovou analýzu spalin se skládá ze sondy – musí být konstruována tak, aby nemohl být přístroj poškozen spalinami. Sonda se zasouvá do měřicího otvoru v kouřovodu zhotoveného podle metodiky měření. Na obrázku vlevo dole – odběrná sonda, na pravé straně přístroje je vysoušecí a filtrační zařízení sestavené do kompaktního bloku. Starší přístroje mají filtrační a vysoušecí zařízení napojené v hadicovém vedení spalin. Vpravo nahoře je tiskárna, většinou s infračerveným portem spojení mezi měřicím přístrojem a tiskárnou.

Spaliny jsou nasáty do měřicího přístroje, předtím však vysušeny a zbaveny prachových částic. Přístroj provede vyhodnocení vzorku. Provádí se předepsaný počet měření, ze kterých se vypočte aritmetický průměr. Zbytek hodnot je dopočítán a zanesen do protokolu.

Pro měření účinnosti spalovacího procesu pevných paliv je možné použít i měření tmavosti kouře podle Bacharacha. Jde o nasávání objemového vzorku spalin přes filtrační papír normalizované tmavosti a srovnání znečištění papíru podle přiložené stupnice.

## ••••• Přípustná tmavost kouře

Tmavost kouře jeho optická vlastnost vyvolaná pohlcováním světla v kouřové vlečce vystupující z komína. Vyjadřuje se ve stupních podle Ringelmannova v kouřové vlečce (stupeň 0–5). Tmavost kouře lze rovněž vyjádřit ve stupních Bacharacha (stupeň 0–9) nebo měřením jeho průhlednosti (udávané v %), která se měří v kouřovodu.



*Ringelmannova stupnice*



Nejvýše přípustná tmavost kouře vypouštěného ze spalovacího procesu je obecně dána těmito limity:

- a) Při spalování paliv nesmí být odcházející kouř tmavší než 2. stupeň při měření a hodnocení Ringelmannovou stupnicí a změřená hodnota průhlednosti nesmí být větší než 40 %. Po dobu roztápění zařízení ze studeného stavu v trvání nejdéle 30 minut, pokud pasport kotle nestanoví jinak, může tmavost kouře dosáhnout až do úrovně stupně 3 Ringelmannovy stupnice nebo hodnoty 60% průhlednosti.
- b) Při spalování kapalných paliv musí být proces veden tak, aby kromě podmínek stanovených v předchozím odstavci nebyla při kontrole obsahu sazí měřením tmavosti skvrn na filtru z odsátého vzorku podle Bacharacha zjištěna vyšší hodnota než odpovídající stupni 4 Bacharachovy stupnice při žádném ze tří po sobě provedených testů a stupni 3 alespoň u dvou ze tří provedených testů. Při roztápění zařízení ze studeného stavu se kontrola tmavosti kouře Bacharachovým testem neprovádí.



*Analyzátor spalin*

## • Význam měření a legislativní předpisy

Hlavním významem měření účinnosti malých zdrojů znečišťování ovzduší je přínos pro zlepšení a udržení stavu ovzduší. Pro snížení emisí malých zdrojů znečištění je důležité, aby celoplošně došlo k podobné situaci jako u osobních automobilů, kde v pravidelných intervalech provádí státem určená osoba kontrolu technického stavu včetně kontroly vypouštění emisí.





## **Zákonná nařízení a předpisy pro provádění kontrol a revizí:**

- 1)** Zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- 2)** § 12 odst. 1 písm. f) zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), ve znění zákona č. 385/2005 Sb.
- 3)** Zákon č. 179/2006 Sb., o ověřování a uznávání výsledků dalšího vzdělávání a o změně některých zákonů (zákon o uznávání výsledků dalšího vzdělávání), ve znění pozdějších předpisů. Zákon č. 18/2004 Sb., o uznávání odborné kvalifikace a jiné způsobilosti státních příslušníků členských států Evropské unie a některých příslušníků jiných států a o změně některých zákonů (zákon o uznávání odborné kvalifikace), ve znění pozdějších předpisů.
- 4)** Nařízení vlády 9120].0 Sb. o podmínkách požární bezpečnosti při provozu komínů, kouřovodu a spotřebičů paliv.
- 5)** Zákon 201/2012 o ochraně ovzduší.
- 6)** § 37 vyhlášky č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci).
- 7)** § 17 zákona č. 455/1991 Sb.
- 8)** § 2 písm. b) vyhlášky č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území.



## ••••• Měřené a vypočítávané hodnoty ve spalinách

**Pro stanovení všech požadovaných parametrů určujících účinnost spalování se měří tyto hodnoty:**

Zbytkový kyslík ve spalinách	$O_2$
Teplota okolního vzduchu	$^{\circ}C$
Teplota spalin	$^{\circ}C$
Oxid uhelnatý	<i>ppm</i>
Statický tlak – tah komína	<i>Pa</i>

**A vypočítávají se tyto hodnoty:**

$CO_2$	$\%$
Přebytek vzduchu $\lambda$	
Komínová ztráta $q_A$	
Účinnost spalování $\eta$	
Oxid uhelnatý CO podle NV č. 146/2007 Sb.	<i>mg/m<sup>3</sup></i>

## ZPRACOVÁNÍ PROTOKOLU O MĚŘENÍ SPALIN

**Protokol z provedeního autorizovaného měření účinnosti spalování, množství vypouštěných látek a z kontroly stavu spalinových cest podle zákona 86/2002 Sb.**

<b>Autorizovaná osoba:</b>	<b>Pavel Jordán, Tábor 225, Jinotín</b>
<b>Oprávnění:</b>	č. 0336 č. j. 3756/820/09/HM
<b>Číslo protokolu:</b>	001/2011 <b>Datum měření:</b> 5. 8. 2011
<b>Objednatel:</b>	SOŠ a SOU stavební Brno-Bosonohy, Pražská 36b
<b>IČ:</b>	
<b>Provozovatel:</b>	SOŠ a SOU stavební Brno-Bosonohy, Pražská 36b
<b>IČ:</b>	
<b>Místo měření:</b>	objekt KPT
<b>Měřený zdroj:</b>	Plynový kotel Thalia systém 25 FF
<b>Měřicí zařízení:</b>	AFRISO typ EUROLYZER ST, O <sub>2</sub> , CO-5, FZ-Diff
<b>Datum:</b>	15. 6. 2010
<b>Kalibrace:</b>	číslo FB27-RP 01, Rev. 04-10 <b>Výrobní číslo:</b> 154200024



**Metodika měření: malé stacionární spalovací zdroje, 3 jednotlivá měření, zdroj provozován v ustáleném stavu při jmenovitém výkonu**

**Měřený zdroj:**

Typové označení:	Thalia systém 25 FF			Jmenovitý výkon v kW:	25		
Rok výroby:	2011			Druh topeniště:	přetlak		
Výrobní číslo:	12345			Min. hodnoty účinnosti v %:	89		
Palivo:	zemní plyn			Hodnota ref. kyslíku O <sub>2</sub> v %:	3		
Domovní kotelna:	ne			Rytmus provozu:	celorok		
Umístění:	objekt KPT						
Měřené hodnoty	Značka	Jednotka	1. měření	2. měření	3. měření	Průměr měření	Maximální hodnoty
Datum			5. 5. 2011	5. 5. 2011	5. 5. 2011		
Čas			10.27	10.28	10.29		
Kyslík	O <sub>2</sub>	(%)	7,9	7,9	8	7,9	8,00
Oxid uhelnatý	CO	(ppm)	16	16	16	16,0	16,00
Teplota vzduchu	T vzd	(°C)	16,7	16,5	16,3	16,5	16,70
Teplota spalin	T spal	(°C)	71,0	71,0	71,0	71,0	71,00
Statický tlak	tah	hPa	0,09	0,09	0,09	0,1	0,09
Vypočtené hodnoty							0,00
Oxid uhličitý	CO <sup>2</sup>	(%)	7,36	7,36	7,30	7,3	7,36
Přebytek vzduchu	λ	1,60	1,60	1,62	1,6	1,62	
Komínová ztráta	qA	(%)	3,22	3,23	3,27	3,2	3,27
<b>Účinnost spalov.</b>	<b>ETA</b>	<b>(%)</b>	<b>96,78</b>	<b>96,77</b>	<b>96,73</b>	96,8	96,78
<b>Oxid uhelnatý CO podle NV č. 146/2007 Sb.</b>	<b>CO ref</b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>27,5</b>	<b>27,5</b>	<b>27,7</b>	27,6	27,69

**Návrh na opatření:**

Měřený zdroj je bez závad a není třeba žádných mimořádných opatření.

**Závěrečné hodnocení:**

Závazné limitní hodnoty účinnosti – **89 %**

Naměřené střední hodnoty účinnosti – **96,8 %**

Účinnost spalování splňuje limitní hodnoty.



Obsah CO povolený dle vyhlášky – **500 mg/m<sup>3</sup>**

Přepočtený obsah CO ve spalinách – **27,6 mg/m<sup>3</sup>**

Množství oxidu uhelnatého **NEPŘEKRAČUJE** limitní hodnoty.

**Měřené spalovací zařízení SPLŇUJE požadavky dané zákonem č. 86/2002 Sb. v platném znění.**

**Datum vystavení:** 5. 8. 2011

**Zpracoval:** Pavel Jordán

**Měření provedl:** Pavel Jordán

## PROTOKOL

z kontroly spalinových cest

**Autorizovaná osoba:** Pavel Jordán, Tábor 225, Jinotín

**Oprávnění:** č. 0336 č. j. 3756/820/09/HM

**Číslo protokolu:** 001/2011

**Datum měření:** 5. 8. 2011

**Objednatel:** SOŠ a SOU stavební Brno-Bosonohy, Pražská 36b

**IČ:** 0

**Provozovatel:** SOŠ a SOU stavební Brno-Bosonohy, Pražská 36b

**IČ:** 0

**Místo měření:** objekt KPT

### Měřený zdroj:

Typové označení:	Thalia systém 25 FF	Jmenovitý výkon v kW:	25
Rok výroby:	2011	Druh topeniště:	ET P1
Výrobní číslo:	12345	Min. hodnoty účinnosti v %:	89
Palivo:	zemní plyn	Hodnota ref. Kyslíku O <sub>2</sub> v %:	3
Domovní kotelna:	zemní plyn	Rytmus provozu:	celoroční
Umístění:	objekt KPT		





### Popis spalínových cest:

Kouřovod – kotlová redukce 130/80, dále Prima plus Schiedel o průměru DN 130 – 0,5 m svisle, koleno 90°, vodorovně 0,8 m, materiál kouřovodu korozivzdorná ocel. Kouřovod ústí do sopouchu systémového komína Schiedel ICS 25 DN 130. Systémový komín je fasádní, výška 4 m, komín ústí nad střechu objektu KPT, přísávání vzduchu je dělené – z místnosti montáže.

### Zjištěné závady:

- a) Spalínová cesta zajišťuje dostatečný a bezpečný odvod spalin do volného ovzduší.
- b) Ve spalínové cestě je odpovídající počet kontrolních, čisticích a měřicích otvorů.
- c) Spalínová cesta je těsná, nejsou ohroženy životy a zdraví obyvatel možnými úniky netěsnostmi spalínové cesty.
- d) Spalínová cesta má stálý tvar a velikost a umožňuje bezpečné čištění průduchu komína i kouřovodu včetně použití vymetacích a čisticích nástrojů.

Spalínová cesta **VYHOVUJE** technickým předpisům a je schopna bezpečně odvádět spaliny od výše uvedených spotřebičů do volného ovzduší.

Technicky byla provedena po účinnosti normy z roku 2010 – 734201:2010, předložena revizní zpráva.

**Datum vystavení:** 5. 8. 2011

**Zpracoval:** Pavel Jordán

Možné provedení protokolu o autorizovaném měření účinnosti spalování malých zdrojů znečištění. Protokol je zpracován ve Wordu. Oblasti označené modře jsou určeny k vyplnění, oblasti označené žlutě obsahují vzorce, které zpracují naměřené hodnoty do konečného protokolu.

### Kontrolní otázky:

1. Jaké je měření jednotlivých veličin pro zjištění účinnosti spalování?
2. Jak probíhá kontrola množství přiváděného vzduchu ke spotřebiči?
3. Jak funguje analyzátor spalin?
4. Jaký je význam měření?





# 5 REVIZE A KONTROLY SPALINOVÝCH CEST SPOTŘEBIČŮ



## ••••• **Zákonná nařízení a předpisy pro provádění kontrol a revizí**

Komíny po roce 1998 musí vyhovovat vyhlášce č. 137/1998 Sb., o technických požadavcích ve výstavbě, a v § 35 jsou stanoveny požadavky na komíny (včetně pevně stanovených požadavků plnění normových hodnot – tedy podmínek ČSN).

Dle vyhl. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, § 24 se v odst. 1 praví, že bezpečnost spalinové cesty instalovaného spotřebiče musí být potvrzena revizní zprávou obsahující údaje o výsledku její kontroly vymezené normovými hodnotami.

V platnosti je nařízení vlády č. 91/2010 Sb., o podmínkách požární bezpečnosti při provozu komínů, kouřovodů a spotřebičů paliv. Nařízení vlády se týká celé spalinové cesty, tedy komínů a kouřovodů, ale i spotřebičů paliv. Zahrnuje způsob kontroly a čištění spalinové cesty včetně stanovených lhůt na provádění této činnosti a definuje obsah revize spalinových cest. Kontrolu a čištění spalinové cesty je nutné brát vážně, protože již v paragrafu 1 je uvedeno, že provoz spotřebiče paliv a spalinové cesty se považuje za vyhovující, jestliže se jejich kontrola, čištění a revize provádí ve lhůtách stanovených nařízením vlády.

### **Kontrola a čištění spalinových cest se provádí podle příslušných předpisů:**

**1.** Nařízení vlády č. 91/2010 Sb., o podmínkách požární bezpečnosti při provozu komínů, kouřovodů a spotřebičů paliv.

Obsahuje povinnosti osob provozujících spotřebiče paliv, stanovuje termíny čištění, způsob záznamu prováděný oprávněnou osobou a odvolává se v technologii čištění na následující dokumenty.

**2.** TPK 01-01 Kontrola spalinových cest,

**3.** TPK 03-01 Čištění spalinových cest,

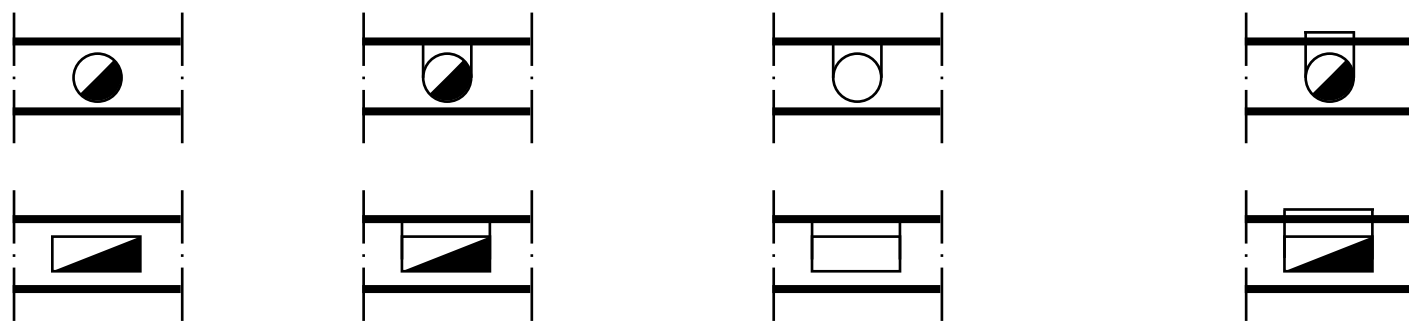
**4.** TPG 704 01 Odběrná plynová zařízení a spotřebiče na plynná paliva v budovách.

## ••••• **Provedení dokumentace kontroly a revize spalinových cest**

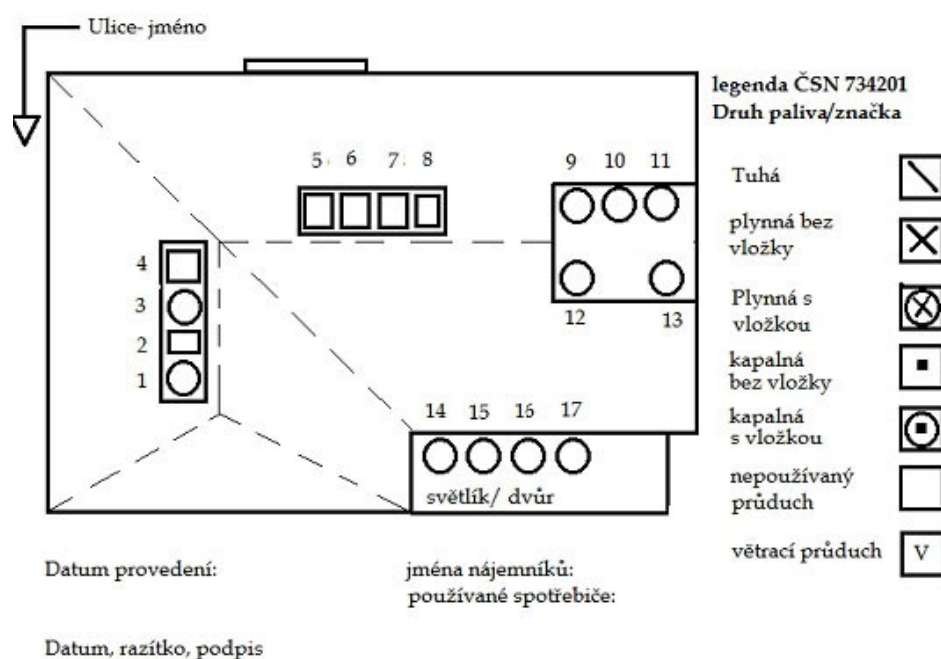
- Metody provedení kontroly spalinových cest
- Záznam prohlídky a kontroly spalinové cesty
- Provedení zkoušky a zápis se řídí ČSN 734201 v platné legislativní verzi
- Pocitové zkoušky
- Optické zkoušky



## Zaklady zakreslení komínových a větracích průduchů v dokumentaci



komínové průduchy    sopouchy    zaústění větracích průduchů    čistící otvory



### SEZNAM PRŮDUCHŮ PODLE VYUŽITÍ

PŘÍLOHA:

Příloha k pasportizaci komínů – objekt:

Průduch č.	Patro/ číslo bytu	Provozovatel (Jméno a příjmení)	Místnost	Spotřebič (příkon)	Odvod spalin (kouřovod, komín)	Vyhovuje ANO - NE
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
					Razítko – podpis	

Vystavení hlášení závad a sestavení protokolu z místního šetření



Pro čištění spalinových cest spotřebičů na pevná, kapalná a plynná paliva jsou zpracována technická pravidla **TPK 03-1 Čištění spalinových cest**, kde jsou podrobně popsány úkony, které je nutno při čištění spalinových cest provádět.

Čištění provádí odborně způsobilá osoba, kterou je držitel živnostenského oprávnění v oboru kominictví. O provedeném čištění vydá odborně způsobilá osoba písemnou zprávu.

### **Čištění se provádí pracovní technologií, která především spočívá v:**

1. Odstraňování pevných usazenin z komínového průduchu a z kouřovodu u spotřebičů na pevná, kapalná a plynná paliva.
2. Vybírání pevných znečišťujících částí nahromaděných v neúčinné výšce komínového průduchu.
3. Odstraňování kondenzátů ze spalinové cesty.
4. Čištění zařízení instalovaných na spalinové cestě – lapače jisker, komínové hlavice, regulátory tahu apod.

Pokud odborně způsobilá osoba při čištění zjistí nedostatky, které bezprostředně ohrožují požární bezpečnost, zdraví nebo majetek osob a které nelze odstranit na místě, neprodleně oznámí tuto skutečnost písemnou cestou stavebnímu úřadu nebo orgánu státního požárního dozoru.

## **Kontrola spalinových cest**

Kontrolu spalinové cesty provádí odborně způsobilá osoba, která je držitelem živnostenského oprávnění v oboru kominictví.

Kontrola spalinové cesty se provádí po celé její délce, tedy od spalinového hrdla spotřebiče paliv až po ústí komína.

Kontroluje se zejména stavebně technický stav spalinové cesty, průduch kouřovodu, prostor kondenzátní jímky nebo prostor neúčinné výšky komína a komínový průduch včetně komínové konstrukce.

Kontroluje se i požární bezpečnost spalinové cesty, přístup ke komínu a jeho vymetacím, čisticím a kontrolním otvorům a také technický stav vývodů spalin.

Pro kontrolu spalinových cest na pevná, kapalná a plynná paliva jsou zpracována podrobná technická pravidla **TPK 01-1 Kontrola spalinových cest**, kde jsou podrobně popsány všechny úkony, které je nutné při kontrole spalinových cest provést.

O provedené kontrole spalinové cesty vydá odborně způsobilá osoba písemnou zprávu.





## **Základem kontroly spalinové cesty je:**

1. Posouzení bezpečného umístění hořlavé stavební konstrukce, materiálů, předmětů v návaznosti na konstrukční provedení spalinové cesty a připojeného spotřebiče paliv.
2. Posouzení komína, zejména z hlediska jeho požární bezpečnosti a provozuschopnosti.
3. Posouzení, zda je zajištěn volný a bezpečný přístup ke komínu, k jeho vymetacím, čistícím a kontrolním místům.
4. Posouzení zajištění požární bezpečnosti stavby, zvláště při prostupu spalinové cesty vodorovnými a svislými stavebními konstrukcemi, půdním prostorem nebo střechou, a vývodů spalin obvodovou stěnou fasády.
5. Posouzení jejího stavebně technického stavu.

Při kontrole kouřovodů se musí přihlídnout k druhu materiálu, z kterého je kouřovod proveden, konstrukčnímu řešení, velikosti, tlakové třídě a způsobu užívání.

## **Dále se provede kontrola:**

- četnosti provedeného čištění,
- stavu vyčištění průduchu kouřovodu,
- technického stavu kouřovodu,
- upevnění,
- těsnosti ve spojích a v místech spalinového hrdla a sopouchu,
- dodatečně umístěné hořlavé konstrukce nebo hořlavých materiálů,
- regulačních prvků,
- měřicích otvorů a dílů.

Pokud odborně způsobilá osoba při čištění zjistí nedostatky, které bezprostředně ohrožují požární bezpečnost, zdraví nebo majetek osob a které nelze odstranit na místě, neprodleně oznámí tuto skutečnost písemnou cestou stavebnímu úřadu nebo orgánu státního požárního dozoru.

## **Revize spalinových cest**

### **Revize spalinové cesty, podle paragrafu 5 nařízení vlády č. 91/2010 Sb., se provádí:**

1. Před uvedením spalinové cesty do provozu nebo po každé stavební úpravě komína.
2. Při změně druhu paliva připojeného spotřebiče paliv.
3. Před výměnou nebo novou instalací spotřebiče paliv.



4. Po komínovém požáru.
5. Při vzniku trhlin ve spalinové cestě způsobených v důsledku sedání podloží, porušení únosnosti stavebních konstrukcí, otřesů nebo jiných příčin, jakož i při vzniku podezření na výskyt trhlin ve spalinové cestě.

Revizi spalinové cesty provádí odborně způsobilá osoba, která je držitelem živnostenského oprávnění v oboru kominictví a je zároveň revizním technikem komínů, specialistou bezpečnosti práce – revizním technikem komínových systémů nebo revizním technikem spalinových cest.

### **Při revizi spalinové cesty se především kontroluje, zda:**

1. Montáž konstrukce byla provedena podle návrhu (projektové dokumentace).
2. Byly dodrženy montážní pokyny výrobce.
3. Vnitřní světlost komínového průduchu odpovídá projektu nebo výpočtu.
4. Je správně vyplněný identifikační štítek spalinové cesty.
5. Označení komína odpovídá připojenému spotřebiči.
6. Konstrukční díly komína nebyly během jeho montáže poškozeny.
7. Kouřovod a přídatná zařízení na spalinové cestě jsou správně upevněné.
8. Je dodržena předepsaná vzdálenost komínového pláště od hořlavých materiálů.
9. Je dodržena vzdálenost kouřovodu od hořlavého materiálu.
10. Jsou přístupné všechny otvory pro kontrolu, čištění, údržbu a měření.
11. Poloha ústí komínu odpovídá normovým hodnotám.
12. Přístup k ústí komínu odpovídá podmínkám uvedeným v ČSN.
13. Jsou správně namontována všechna přídatná zařízení.
14. Jsou bezpečně namontovány všechny konstrukční díly, kouřovody, spojení, kotevní pásy apod.
15. Jsou správně namontovány konstrukční díly pro ochranu před povětrnostními vlivy.
16. Je po celé délce spalinová cesta průchodná a je zachována její vnitřní světlost spalinové cesty.
17. Materiál spár byl vyčištěn a komínový průduch nebo zadní větrání nejsou zčásti nebo zcela ucpány.
18. Je správně namontována ochrana před bleskem u kovových částí komína.
19. V prostoru s instalovaným spotřebičem jsou splněny požadavky nemající nepříznivý vliv na spalinovou cestu (je zajištěn přívod vzduchu pro spalování, přítomnost digestoře nebo jiného zařízení, které by mohlo ovlivnit bezpečný odvod spalin apod.).
20. Jsou dodržena ustanovení odpovídajících souvisejících právních předpisů.



Po dokončení výše uvedených fyzických kontrol je nutné ověřit provozuschopnost spalinové cesty, a to buď zkouškou komínového tahu pomocí kouře, zkouškou těsnosti komína kouřem, nebo zkouškou plynotěsnosti (tlakové zkoušky) spalinové cesty.



Zkoušku komínového tahu lze provést pouze po uvedení spalinové cesty do provozu provozem připojeného spotřebiče paliv. Bez předeřtání spalinové cesty na provozní režim nelze ve spalinové cestě komínový tah naměřit!

Zkouškou těsnosti kouřem se ověřuje těsnost spalinových cest u komínů tlakové třídy N1 a N2. Účelem této zkoušky je zjistit netěsnosti komínové vložky a komínového pláště, kterými by mohly unikat spaliny do přilehlých prostorů a tím ohrozit zdraví a životy jejich uživatelů nebo by mohly být příčinou tahových závad přísáváním okolního vzduchu do komínového průduchu.

Zkouška těsnosti kouřem se obvykle provádí před vydáním kolaudačního souhlasu (obvykle na objednávku), po požáru nebo vyhoření sazí v komínovém průduchu nebo při podezření na vznik trhlin v komínovém průduchu.

Zkouška plynotěsnosti (tlaková zkouška) se provádí u přetlakových spalinových cest tlakové třídy P1, P2, a H1, H2.

Způsob provedení jednotlivých zkoušek je podrobně popsán v ČSN 73 4201/2010 a v příloze ČSN EN 15287-1/2008.

O vykonané zkoušce se sepíše protokol.





## VZORY ZPRÁV DLE NAŘÍZENÍ VLÁDY Č. 91/210 SB.

### Vzor zprávy o provedení kontroly nebo čištění spalinové cesty:

#### ZPRÁVA

#### o provedení kontroly nebo čištění spalinové cesty\*)

Číslo zprávy:

Datum vystavení zprávy:

Jméno, popřípadě jména, a příjmení odborně způsobilé osoby/firma:

Číslo osvědčení odborně způsobilé osoby:

IČO odborně způsobilé osoby, podnikatele:

Název a sídlo právnické/podnikající fyzické osoby nebo jméno, popřípadě jména, příjmení a bydliště fyzické osoby, u které se provádí kontrola nebo čištění spalinové cesty:

Adresa kontrolovaného objektu:

Datum provedení kontroly nebo čištění spalinové cesty:

Specifikace spalinové cesty, u které byla provedena kontrola nebo čištění:

Zjištěné nedostatky, které byly odstraněny na místě:

Zjištěné nedostatky, které nebyly odstraněny na místě:

Termín odstranění nedostatků:

Podpis a razítko odborně způsobilé osoby

\_\_\_\_\_  
\*) Nehodící se škrtněte.





## Vzor revizní zprávy spalínové cesty:

### REVIZNÍ ZPRÁVA SPALINOVÉ CESTY

Číslo revizní zprávy:

Datum vystavení revizní zprávy:

Jméno, popřípadě jména, a příjmení odborně způsobilé osoby/firma:

Číslo osvědčení odborně způsobilé osoby:

IČO odborně způsobilé osoby, podnikatele:

Název a sídlo právnické/podnikající fyzické osoby nebo jméno, popřípadě jména, příjmení a bydliště fyzické osoby, u které se provádí revize spalínové cesty:

Adresa kontrolovaného objektu:

Datum provedení revize spalínové cesty:

Specifikace spalínové cesty, u které byla provedena revize:

Výrobce komínových vložek, systémového komínu nebo komponentů pro individuální komín včetně IČO výrobce:

Základní údaje o spotřebiči paliv:

Umístění spotřebiče paliv v objektu včetně podlaží:

Doklad o posouzení shody výrobku (číslo):

Spalínová cesta z hlediska bezpečného a spolehlivého provozu  
VYHOVUJE – NEVYHOVUJE\*)

Zjištěné nedostatky, které byly odstraněny na místě:

Zjištěné nedostatky, které nebyly odstraněny na místě:

Termín odstranění nedostatků:

Nedílnou součástí této revizní zprávy je technická zpráva.

Podpis a razítko odborně způsobilé osoby

---

\*) Nehodící se škrtněte.



## Vzor obsahu technické zprávy:

### TECHNICKÁ ZPRÁVA

Příloha k revizní zprávě spalinové cesty č. .... ze dne .....

#### A. Projektová dokumentace

– popíše se, zda provedení spalinové cesty odpovídá projektové dokumentaci, případně se popíše změny

#### B. Popis stavby

– o jakou budovu se jedná, počet podlaží, zda je podsklepená, typ střechy

C. Spotřebič – typ, výkon, druh paliva, typ provedení (B, C), určení (pro topení a ohřev TUV, technologický spotřebič atd.)

#### D. Popis kouřovodu

– samostatný, společný, materiál, světlý rozměr, délka, výška náběhové části, izolace, počet kolen, úhly, kontrolní – čisticí – měřicí otvory, sklon, těsnost, kotvení, redukce

#### E. Popis komínu

– druh (individuální, systémový) – zda je proveden dle montážního návodu výrobce, počet vrstev, tvar průduchu, poměr stran, jmenovitý průměr vložky a sopouchu, materiál vložky, tloušťka a typ izolace, průměr komínového pláště, úhyby (počet, sklon), výšky (celková, účinná, neúčinná), výška nad střechou nebo nad hřebenem, komínový nástavec (materiál, výška, provedení)

F. Zhotovitel konstrukce spalinové cesty – název firmy, IČO

G. Zatřídění spalinových cest podle ČSN EN 1443

H. Umístění identifikačního štítku:

#### I. Výpočet spalinové cesty

– u spotřebičů do 50 kW s atmosférickým hořákem a přerušovačem tahu s teplotou



spalin nad 120 °C může být použit diagram pro posuzování průměrů komínových vložek, jinak se v technické zprávě uvede závěr výpočtu nebo se celý výpočet k technické zprávě přiloží

**J. Uzemnění konstrukce spalinové cesty**

– pokud je stavba opatřena ochranou před bleskem, musí být kovový komín nebo komínová vložka přecházející přes komínovou hlavu více jak 100 mm uzemněna (předpis ENV 61024–1)

**K. Požární bezpečnost** – popíše se vzdálenost dřevěných – hořlavých látek od vnějšího líce komína, stropy (spalné, nespalné), podlaha pod dvířky, u krbů odvětrání izolačního prostoru, lapač jisker

**L. Bezpečnost práce** – popíše se přístup k otvorům pro čištění, kontroly a měření, žebříky, komínové lávky, zábradlí

**M. Prívod spalovacího vzduchu** – uvede se informativně s odkazem na projektovou dokumentaci a popíše se skutečným provedením

**N. Odsávací el. ventilátory, digestoře** – ověření, zda nejsou nainstalována zařízení, která by mohla negativně ovlivnit požární bezpečnost a provozuschopnost komína, zejména obrácením komínového tahu

**O. Tlaková zkouška spalinové cesty** – uvede se výsledek tlakové zkoušky spalinové cesty. Tlaková zkouška spalinové cesty se provede se stlačeným vzduchem nebo inertním plynem při teplotě 20 °C. Zkušební přetlak je 200 Pa u přetlakové spalinové cesty třídy P1 a P2, nebo 5 000 Pa u vysokopřetlakových spalinových cest třídy H1 a H2. Povolený únik stanoví ČSN EN 1443.

Podpis a razítko odborně způsobilé osoby



### **Kontrolní otázky:**



1. Popište kontrolu spalinových cest.
2. Popište revizi spalinových cest.
3. Co všechno musí být uvedeno ve zprávě o provedení kontroly nebo čištění spalinové cesty?





## POUŽITÁ LITERATURA

Podkladem k této elektronické učebnici byly učební texty „Kominík 2“, vydané tiskem v roce 2010. Tyto texty sestavili Zbyněk Dubač a Ing. Miloš Drlíček. Jejich vydání bylo financováno z projektu č. CZ.1.07/1.1.02/02.0087.

- 1) DOSEDĚL, Antonín. *Stavební konstrukce pro 2. a 3. ročník SOU*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988.
- 2) BARTUŠKA, Karel a Emanuel SVOBODA. *Fyzika pro gymnázia*. 5. vyd. Praha: Prometheus, 2009, 244 s. ISBN 978-80-7196-383-7.
- 3) DRASTÍK, František. *Strojnické tabulky pro konstrukci i dílnu*. Ostrava: Montanex, 1995, 563 s. ISBN 80-85780-22-4.
- 4) HÁJEK, Petr. *Pozemní stavitelství pro 1. ročník SPŠ stavebních*. 6., přeprac. vyd. Praha: Sobotáles, 2005, 166 s. ISBN 80-86817-12-1.
- 5) HÁJEK, Petr. *Pozemní stavitelství II: pro 2. ročník SPŠ stavebních*. 3., přeprac. vyd. Praha: Sobotáles, 2007, 225 s. ISBN 978-80-86817-22-4.
- 6) ČERNOCH, Svatopluk. *Strojně technická příručka*. 12., přeprac. vyd. Praha: SNTL, 1968, 1183 s.
- 7) Kol. aut. *Technologie kominických prací*. Praha: Sdružení kominických služeb ČSFR, 1990, 94 s.
- 8) *Vilímkův kalendář stavitelů republiky Československé*, Praha: J. R. Vilímek, 1921, 512 s.
- 9) ŠINDELÁŘ, Václav, Zdeněk BEŤÁK a Ladislav SMRŽ. *Nová soustava jednotek*. 3. vyd. Praha: SPN, 1981, 670 s. Odborná literatura pro učitele.

### ČESKÉ TECHNICKÉ NORMY

- ČSN ISO 31-0 Veličiny a jednotky. Část 0: Všeobecné zásady
- ČSN ISO 31-2 Veličiny a jednotky. Část 2: Periodické a příbuzné jevy
- ČSN 73 4201 Komíny a kouřovody – Navrhování, provádění a připojování spotřebičů paliv
- ČSN EN 1443 (734200) Komínové konstrukce – Všeobecné požadavky
- ČSN 73 4230 Krby s otevřeným a uzavíratelným ohništěm
- ČSN 73 4231 Kamna – Individuálně stavěná kachlová kamna
- ČSN 73 4232 Sporáky – Individuálně stavěné kachlové sporáky
- ČSN 1856-1 Komíny – Požadavky na kovové komíny – Část 1: Systémové komíny
- ČSN 1856-2 Komíny – Požadavky na kovové komíny – Část 2: Kovové vložky a kouřovody



# TIRÁŽ

## KOMINÍK 2. ROČNÍK

elektronická učebnice pro střední školy, obor vzdělání 36-56-H/01 Kominík

1. vydání

Schválilo MŠMT č. j. MSMT-7520/2015-13 dne 22. 6. 2015 k zařazení do seznamu učebnic pro střední vzdělávání pro vzdělávací oblast technologie a odborný výcvik s dobou platnosti 6 let.

**Autor:** Zbyněk Dubač

**Recenzenti:** Bc. Leoš Pater, Zbigniew Ondřej Adamus

**Ilustrace:** archiv vydavatele, Vladimíra Šenkeříková, Mgr. Kateřina Ručková Horáková, Lukáš Křenek, DiS.

**Fotografie:** Bohdan Dvořák, archiv vydavatele, archiv TEMEX, spol. s r. o., fotobanka Pixmac, archiv CIKO s. r. o., archiv SuperKominy.cz, archiv Schiedel, s. r. o., archiv Ocelmat s. r. o.

**Grafické zpracování, sazba:** Bohdan Dvořák

**Redakční zpracování:** Ing. Daniel Balogh, Lukáš Křenek, DiS.

**Odpovědný redaktor:** Ing. Daniel Balogh

**Zpracování pro elektronické publikování:** TEMEX, spol. s r. o.

Vydala jako elektronickou učebnici v roce 2015 Střední škola stavebních řemesel Brno-Bosonohy, Pražská 38b, Brno-Bosonohy, [www.soubosonohy.cz](http://www.soubosonohy.cz) ve spolupráci s firmou TEMEX, spol. s r. o., Erbenova 19, Ostrava-Vítkovice, [www.temex.cz](http://www.temex.cz)



ISBN: 978-80-88105-46-6