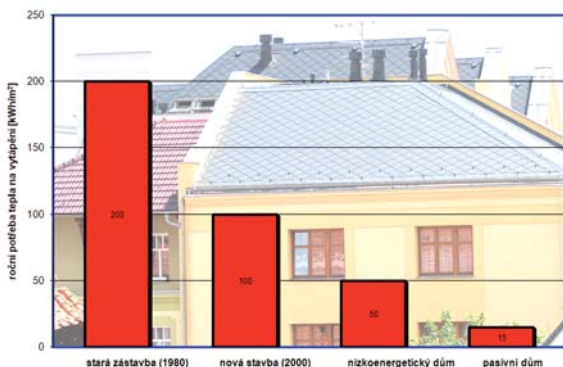


Proč netradiční způsoby vytápění

Výrazný nárůst cen fosilních paliv a intenzivnější vnímání negativních dopadů lidské činnosti na životní prostředí. To jsou hlavní důvody, proč se stále více pozornosti obrací k tzv. netradičním způsobům vytápění. Neustále se zvyšující ceny energií nutí k omezování plýtvání s touto vzácnou komoditou a k hledání nových způsobů efektivnějšího využívání paliv obecně. Hrozba klimatických změn zase k intenzivnějšímu využívání obnovitelných zdrojů energie netradičními způsoby. Hovoříme-li o tradičních způsobech vytápění, pak máme na mysli především teplovodní topné soustavy s běžnými kotli na fosilní paliva a kusové dřevo, či přímé vytápění elektrickou energií. Využívání nových materiálů a technologií ve stavebnictví však vede k podstatnému snižování energetických náročností nových staveb (orientační hodnoty viz. graf 1) a tím i k výrazným úsporám energie. Zvláště pro nízkoenergetické a pasivní domy jsou pak klasické metody vytápění většinou již nevhodné. Pokud je nízkoenergetický dům vytápěn teplovodní soustavou, zvláště ve spojení se solárními kolektory pro ohřev teplé vody, vyžaduje zdroj tepla o výkonu jen několika málo kW. Pasivní domy s velice efektivně řízeným



Graf 1.: orientační hodnoty roční potřeby tepla na vytápění vztahena užitnou plochu rodinného domu

větráním obytných prostor s rekuperací pak k pokrytí tepelných ztrát využívají pouze teplo vzduchu přiváděného větracím systémem. Na řadu přicházejí netradiční metody vytápění. Vedle systémů s využitím zdrojů tepla s vysokou účinností a možností velkého rozsahu regulace výkonů jsou charakteristické také tím, že ve velké míře využívají právě obnovitelných zdrojů energie.

Systémy pro využití obnovitelných zdrojů energie pro vytápění

Předpokládejme, že pro vytápění menších objektů se nebudeme zabývat využitím energie vody a větru. Pak obnovitelným zdrojem energie pro tento účel je energie slunečního záření, přímo či nepřímo transformovaná na energii tepelnou. Přímého slunečního záření využívají k transformaci solární soustavy. Nepřímo lze transformovat energii slunečních paprsků akumulovanou ve vodě, vzduchu a půdě, či díky fotosyntéze chemicky vázanou v biomase. V prvním případě pomocí tepelných čerpadel, v druhém pak jedním z mnoha způsobů energetického zhodnocování biomasy. Využívání obnovitelných zdrojů je aktuální stále více.

Solární soustavy

Přímé transformace sluneční energie se u nás k vytápění začíná více využívat, proto si uvedeme základní charakteristiku jednotlivých soustav. V našich zeměpisných šířkách dopadá na m^2 v průměru 1100 kWh sluneční energie za rok. Moderní stavby bývají opatřeny prvky **pasivních solárních soustav** (vhodné zasklení, akumulární stěny, ...), které slouží k přímému využívání dopadajícího záření. V letních měsících musí být vhodným technickým řešením zabráněno přehřívání interiéru. Podobně „významná“ pro vytápění je přímá přeměna energie slunečních paprsků na **energii elektrickou** ve **fotovoltaických člancích**, které řadíme mezi tzv. **aktivní solární soustavy**. Tento způsob

transformace je při současných technologiích ekonomicky značně náročný, protože je založen především na využití drahého a vzácného křemíku, takže výraznější rozšíření fotovoltaického průmyslu lze očekávat až s rozvojem nových a dostupnějších technologií. Naopak i v našich klimatických podmínkách se stále významněji využívá přímá přeměna sluneční energie na **energii tepelnou** v tzv. **slunečních kolektorech**, které patří také mezi aktivní solární soustavy. Sluneční záření dopadá na absorpční plochu kolektoru, která část jeho energie předává teplotonosnému médium, jež dopraví získané teplo do zásobníkového ohříváče. Podle konstrukce absorberu dělíme kolektory na ploché a vakuované trubicové (viz. obr. 1).



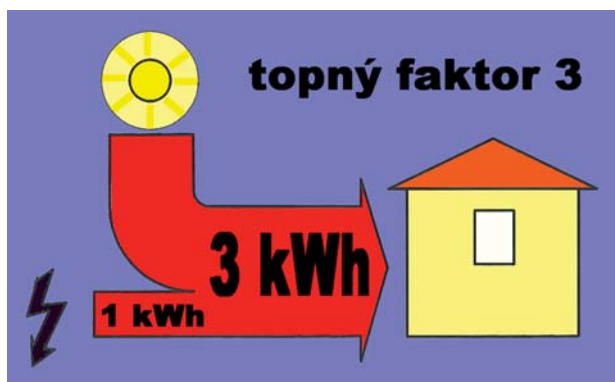
Obr. 1: Trubicový vakuový a plochý kolektor

Povrch absorberu může být neselektivní (tvoří jej různé černé nátěry), který pohlcuje s nižším účinkem záření. Dražší selektivní povrchy jsou opatřeny několika tenkými vrstvami speciálních materiálů, které zvyšují účinnost příjmu solárního záření. Jejich výhoda se projeví za horších klimatických podmínek, zvláště v jarním a podzimním období. Teplonosným médiem bývá kapalina (nemrznoucí směs), ale také vzduch. Cirkulovat může médium samotíž (v tomto případě musí být umístěn zásobník nad kolektorem), ale nejčastěji nuceným oběhem pomocí oběhového čerpadla. Kolektor je součástí celého solárního systému, ke kterému patří mj. také regulace a již zmíněný zásobník. K přeměně sluneční energie dochází s účinností až 70%, ale reálně lze v našich podmínkách počítat s ročním získáním energie mírně nad hranicí 400 kWh/m². U běžných staveb tento solární systém dokáže pokrýt až 60% roční potřeby energie na ohřev teplé vody. Nicméně u nízkoenergetických a pasivních domů již existují solární soustavy sloužící pro ohřev teplé vody a přitápění v přechodném období (tzv. kombinované soustavy).

Tepelná čerpadla

Teplo ze slunečního záření akumulované ve vodě, vzduchu a v zemi je společně s geotermální energií z hlubokých vrtů zdrojem pro získávání tepelné energie pomocí tepelných čerpadel (TČ). Tato zařízení nejsou netradičním zdrojem tepla v pravém slova smyslu, protože v zahraničí jsou využívána již několik desítek let. Relativně vysoké investiční náklady a donedávna nízké ceny energií však bránili jejich většímu rozšíření u nás. I princip TČ je již dobře znám a minimálně jedno podobné zařízení má každá domácnost. Pracuje totiž na stejném principu jako lednička, která odebírá teplo potravinám a pomocí chladiče v zadní části jej předává do okolí. TČ odnímá nízkopotenciální energii z okolního prostředí a transformuje ji na teplo o vyšší teplotní hladině, které se následně využívá pro ohřev

teplé vody či vzduchu. Účinnost, s jakou tato transformace probíhá, udává tzv. **topný faktor** (viz. obr. 2). Pro získání určitého množství obnovitelné energie potřebujeme dodat tepelnému čerpadlu jisté množství elektrické energie (především na pohon kompresoru). Z toho je patrné, že se nejedná o čisté využití obnovitelné energie, nicméně přínos pro ochranu životního prostředí je nesporný. Poměr celkově získané energie a energie dodané udává právě topný faktor. Tedy čím vyšší je toto bezrozměrné číslo, tím vyšší je účinnost. Běžné topné faktory se pohybují v rozmezí hodnot 3-4. Topný faktor je do značné míry závislý na provozních podmínkách a v průběhu sezóny se neustále mění. Vyrůstá s velikostí teploty zdroje nízkopotenciálního tepla a s klesající požadovanou teplotou teplonosné látky. Využijeme-li tedy například jako zdroj venkovní vzduch, s klesajícími venkovními teplotami bude klesat i účinnost TČ. U teplovodních otopných systémů je naopak vhodné využití podlahového vytápění s nízkou požadovanou teplotou topné vody (okolo 40°C), či systém s otopnými tělesy s nízkým projektovaným teplotním spádem (55/45°C). U běžných TČ lze získat topnou vodu o teplotě 60°C.



Obr.2: Schématické znázornění topného faktoru 3: dodáním 1 kWh el. energie získáme 3 kWh energie tepelné

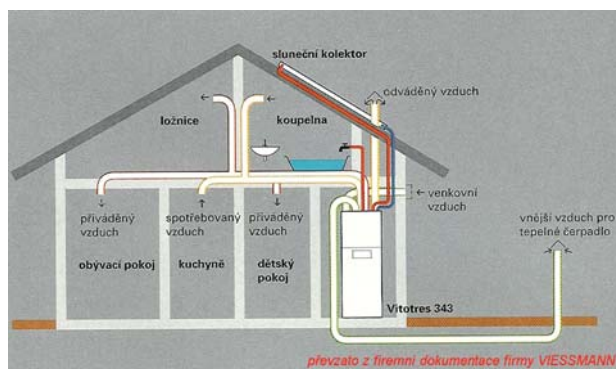
I když se technická úroveň TČ neustále zvyšuje, ve většině případů není tento zdroj schopen celoročně pokrýt potřebu tepla na vytápění, a proto musí být doplněn tzv. bivalentním (doplňkovým) zdrojem, kterým bývá nejčastěji elektrokotel. Pokud se venkovní teplota sníží pod teplotu bivalence, je nutné dotáčet náhradním zdrojem. Pro celkové ekonomické zhodnocení provozu TČ je proto důležitý průměrný topný faktor. Ten získáme poměrem tepla dodaného do vytápěného objektu za celou sezónu a elektrické energie dodané na provoz TČ spolu s energií dodanou bivalentním zdrojem.

Na druhou stranu je však nutné započítat také finanční úspory dané skutečností, že provozovatel TČ má zlevněnou sazbu na veškerou elektrickou energii využívanou v domácnosti.

Základní způsob členění tepelných čerpadel je dán médii, kterému je teplo „odebíráno“ a médii, kterému je transformované teplo předáno. Nejčastěji jsou to TČ vzduch/vzduch, vzduch/voda, země/voda a voda/voda. Každý z těchto typů má své výhody i nevýhody. Využíváme-li jako zdroj tepla vzduch (vzduch/vzduch, vzduch/voda), odpadají nároky na velikost pozemků, zhotovování vrtů či nutnost blízkosti vhodného zdroje vody. Jak však již bylo řečeno, výkon tohoto zařízení daleko výrazněji klesá s venkovní teplotou. U čerpadel větších výkonů je nutné nasávat poměrně značné množství vzduchu, což může být zdrojem hluku, který může být nepříjemný pro samotné uživatele i jejich okolí. Kombinace vzduch/voda je vhodným zdrojem tepla pro dotápění pasivních domů (viz. obr. 3).

Při odběru tepla z povrchové půdy (hloubka okolo 1m) je nutné uložit zemní kolektor na poměrně značné ploše, která se např. následně nedá využít jako stavební plocha. Dlouhodobějším využíváním

(dlouhá zima) dochází k vymrzání půdy a pro zahrádkáře např. nepříjemnému zpoždění začátku vegetačního období na jaře. Hloubkové vrty jsou naopak dražší, ale zato jsou zdrojem stabilní teploty v minimální míře ovlivněné teplotou venkovní. V případě blízkosti studny s dostatečným nátokem je naopak vhodné využít jako zdroj právě tuto vodu, která se čerpá do výměníku a následně se opět vrací do tzv. studny vsakovací. Méně často se pak využívá jako zdroj voda z řeky či vodní nádrže, do které je většinou položen kolektor s proudící teplotonosnou látkou. Volba vhodného druhu TČ je dána lokalitou a je velice důležitá pro maximální spolehlivost a ekonomický přínos celého zařízení v daných podmínkách. I přes vysoké počáteční náklady si naopak díky nízkým provozním nákladům a nesporným ekologickým přínosem získává tento obnovitelný zdroj energie stále více přívrženců a nejedná se již v žádném případě o módní záležitost.



Obr. 3: Řešení vytápění pasivního domu centrální jednotkou, ve které je integrováno větrací zařízení s rekuperací, TČ vzduch/voda využívající odpadní teplo z větrací jednotky i nízkopotenciální energii z vnějšího vzduchu a vše je samozřejmě kombinováno se solárním ohřevem vody (v záloze je také bivalentní el.zdroj).

Biomasa

Daleko nejrozšířenějším zdrojem obnovitelné energie pro vytápění je biomasa, která je současně také nejstarším palivem vůbec. Biomasa je pojem velice široký a v energetice pojmem stále více frekventovaným. Může být rostlinného i živočišného původu, jejím zdrojem je odpad či cíleně pěstované rostliny. Energeticky využívat ji lze přímo spalováním v pevném stavu (kusové dřevo, štěpka, pelety, balíky slámy,...), ale také transformovanou na kapalná biopaliva (metyl-ester, bioetanol) či bioplyn. Kapalná biopaliva mají využití jako příměsi do pohonných hmot pro spalovací motory, tedy zvláště v dopravě. Bioplyn je díky objemné technologii využitelný zvláště pro kogenerační výrobu elektrické energie a tepla u větších celků, jako jsou zemědělské podniky a obce. Pro vytápění v „menším“ jsou proto rozhodující pevná biopaliva. S rostoucí cenou fosilních paliv se stále více domácností vrací k tomuto ekologickému způsobu vytápění. K tradičním způsobům patří spalování kusového dřeva a dřevních briket v běžných teplovodních kotlích, které stále více nahrazují modernější zplynovací kotle. Ty v maximální míře využívají prchavou hořlavinu, která je v tomto palivu obsažena více jak z 80 %. Roste také počet větších kotlen na spalování dřevního odpadu ve formě pilin a štěpky. U malých kotlen má pilina a štěpka využití především pro vytápění provozoven a dílen, ve kterých tyto odpady vznikají, protože se jedná o technologii náročnou na skladovací prostory a manipulaci. Skladování těchto paliv přináší navíc rizika zdravotní (plísň, spory) a požární (samovznícení při vyšším obsahu kůry), proto nejsou vhodná pro skladování v objektech určených k bydlení. Mezi pevnými biopalivy se však relativně nedávno objevil nový fenomén, který v zásadě změnil efektivitu i komfort využití tohoto zdroje energie. Pokud hovoříme o netradičních zdrojích tepla pro vytápění biomasou, pak máme na mysli především teplovodní kotle a lokální topidla na

spalování pelet. Tyto nejmodernější technologie přibližují spalování biomasy doposud komfortem nedostižným zařízením na spalování plynu a LTO. Proto se peletám budeme věnovat podrobněji.

Peleta jako nový fenomén mezi biopalivy

Peleta je válcovitý výlisek o průměru nejčastěji 6 a 8 mm (dle normy až 25 mm) a délce, která by neměla překročit 4 až 5 násobek průměru. Vzniká lisováním biomasy ve formě prachu a pilin s vlhkostí max. do 14 % (dřevní hmota pod 10 %). Pro výrobu pelety a její distribuci k zákazníkovi je nutné také jisté množství dodané energie. Pokud vezmeme v úvahu i ztráty vzniklé při spalování, pak poměr energie získané spálením pelety ve speciálním teplovodním kotli k energii vložené do její výroby a distribuce (tedy obdoba topného faktoru u TČ) se bude pohybovat nad hodnotou 2, což je více než zajímavé zhodnocení vložené energie. Značná část



Obr.4: Kvalitní peleta ve vodě nesmí plavat

energie je při výrobě spotřebována na sušení vlhké dřevní hmoty. Pokud se peletují suché materiály (rostlinné pelety), množství získané energie narůstá. Díky značné síle při lisování vzniká produkt s vysokou pevností, mechanickou odolností a hustotou překračující 1000 kg/m^3 (viz. obr. 4).

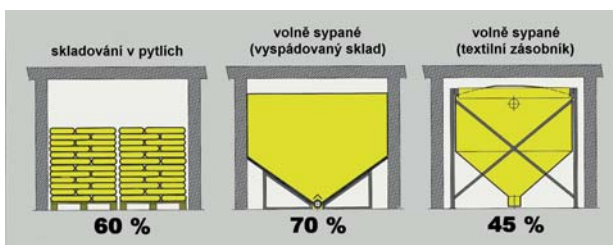
Sypná hmotnost pelet se pohybuje v rozmezí $600\text{--}650 \text{ kg/m}^3$. Velká mechanická odolnost pelet je důležitá pro jejich přepravu, skladování a také pro samotné spalování. Umožňuje to přepravovat pelety od výrobce k zákazníkovi v pytlích, vacích či cisternách, podobně jako např. obilí. K jejich transportu ze skladu ke kotli lze používat pneumatických a šnekových dopravníků. Dřevní pelety si i po několika letech skladování udržují tvarovou stálost a neabsorbují atmosférickou vlhkost. Vysoká sypná hmotnost značně snižuje nároky na skladovací prostory. Pro potřeby projektování a plánování skladového hospodářství lze pro naše klimatické podmínky a běžnou účinnost peletových kotlů poměrně přesně výpočtem stanovit roční potřebu paliva na 1 kW projektovaného výkonu tepelného zdroje. Pro kvalitní dřevní pelety premium lze říci že :

na 1 kW projektovaného výkonu je zapotřebí 520 kg pelet a $0,8 \text{ m}^3$ skladového prostoru (čistý objem)

Pro rodinný dům, který potřebuje pro pokrytí tepelných ztrát a přípravu teplé vody kotel o výkonu 14 kW lze tedy určit orientační roční potřebu pelet

$14 \times 520 = 7\,280 \text{ kg}$ pelet a $14 \times 0,8 = 11,2 \text{ m}^3$ skladového prostoru

Velikost skladového prostoru je nutné navýšit o prostorovou využitelnost daného typu skladu (viz. obr. 5). Pro skladování pelet na paletách v pytlích je optimální využitelnost skladu 60% , požadovaný prostor je tedy nutné navýšit na $11,2 / 0,6 = 18,6 \text{ m}^3$, na což stačí běžná



Obr. 5: Prostorová využitelnost jednotlivých typů skladů pelet



Obr. 6: Schéma pneumatického dopravníku pelet textilní zásobník - kotel

místnost o půdorysu 3 x 3 m. Na obr. 6 je pak uveden příklad propojení textilního zásobníku pelet s kotlem pomocí pneumatického dopravníku.

Pro srovnání jsou v tabulce č. 1 uvedeny orientační hodnoty roční potřeby paliva na 1 kW požadovaného výkonu zdroje (Hm) a prostorové nároky na sklado-

	Hm [kg/kW], rok	Hv [m ³ /kW]
Pilina (12,2 MJ/kg)	820	5,5 (prms)
Štěpka (12,2 MJ/kg)	820	3,6 (prms)
Dřevo (tvrdé; 14,5 MJ/kg)	735	1,5 (prm)
Brikety (18 MJ/kg)	610	1,0 (prm)
Hnědé uhlí (18,5 MJ/kg)	520	0,7 (prms)
Pelety premium	520	0,8 (prms)
Pelety katr	540	0,9 (prms)
Pelety rostl.	590	1,0 (prms)

Tab. 1: Požadavky na roční potřebu paliva

vání (Hv) pro nejběžnější pevná biopaliva hnědé uhlí. Brikety a kusové dřevo jsou uvedeny v prostorových metrech ($\text{prm} = \text{m}^3$ složeného polenového nebo štípaného dřeva) a ostatní paliva v sypaných metrech ($\text{prms} = \text{m}^3$ volně sypaného paliva). Pro spalování jsou uvažovány nejmodernější technologie – automatické kotle (piliny, štěpka, uhlí, pelety) a zplynovací kotle (dřevo, brikety). Pro vlastnosti pelet je důležitá kvalita suroviny, ze které je lisována. Nejvyšší jsou tzv. **pelety premium**, vyrobené z čisté dřevní hmoty bez příměsí (kůra, prach, listí, ...). Poznájí se podle světlé barvy a vykazují nejlepší teplotnické vlastnosti. Pelety vyrobené z dřevní hmoty s různými příměsemi se nazývají **katrové** (lisovány jsou z odpadu vzniklého při zpracování surového dřeva na pile – katru) a oproti předešlým peletám jsou tmavší. Vedle nižší výhřevnosti a vyššího podílu popelovin je zásadní rozdíl v tom, že se při spalování mírně napékají a proto nejsou vhodné pro všechny druhy peletových hořáků. Nedostatek kvalitní dřevní hmoty a výrazný nárůst poptávky po peletách vede k tomu, že se na trhu stále více setkáváme s peletami lisovanými z různých odpadů z rostlinné výroby,



	výhřevnost [MJ/kg]	vlhkost [%]	popel [%]
premium	18,5	8	0,5
"katr"	17,5	8	1,2
rostlinná	16	10	5

Obr. 7: Orientační srovnání základních teplotnických vlastností jednotlivých druhů pelet, které se mohou v reálu lišit podle kvality výchozí suroviny

jako jsou otruby a plevy obilovin, sláma, pokrutiny, makovina, apod. Vlastnosti těchto **rostlinných pelet** se značně liší právě podle druhu a kvality suroviny a ne všechny jsou vhodné pro spalování v malých zdrojích. Vedle nižší účinnosti při jejich spalování dochází ve srovnání s běžnou peletou k značnému napékání popelovín, které mají také podstatně větší objem. Jejich výhodou je až o ½ nižší cena a větší dostupnost. Před použitím katrových a rostlinných pelet je nutné konzultovat jejich vhodnost pro konkrétní zdroj s výrobcem kotle nebo s jeho obchodním zástupcem.

Zdroje na spalování pelet

Pelety našly uplatnění v celé škále zdrojů na vytápění. Nejběžnější je jejich spalování ve speciálních peletových teplovodních kotlích. Kotle se liší konstrukcí kotlového tělesa, hořáků i množstvím doplňkových zařízení, která zvyšují komfort obsluhy. Obsluha nejluxusnějších kotlů zpravidla spočívá pouze v občasné vynášení popele. Vše ostatní, včetně automatického zapalování a průběžného doplňování paliva ze skladu ke kotli, obstará samotný kotel se šnekovým či pneumatickým dopravníkem pelet. Takovéto kotle jsou ovšem dražší a zpravidla spalují také pouze dražší nespékavé premium pelety (viz. obr. 8).

Nejlevnější verze vyžadují ruční přikládání pelet v intervalu 1-2 x týdně a občasné manuální zapálení (v případě dlouhodobějšího přerušení provozu). Ovšem i tak je úroveň obsluhy nesrovnatelná s běžnými kotli na biomasu. Celková účinnost těchto zařízení se pohybuje na hranici 90 %, automatický provoz umožňuje kontinuální nepřetržité vytápění po celou topnou sezónu ve spolupráci s ekvitermní regulací. Mimo topnou sezónu lze kotel provozovat pouze pro natápění zásobníku teplé vody. Vysoký rozsah regulace výkonů (spodní hranice bývá okolo



převzato z firemní dokumentace firmy BIOTECH

Obr. 8: Peletový kotel – pneumatický dopravník (2) průběžně doplňuje zásobník kotle (1), ze kterého jsou pelety dopravovány šnekovým podavačem (6) do spalovací komory kotle, kde volně přepadávají do misky hořáku (8), spaliny procházejí svislým trubkovým výměníkem (12), který je opatřen automatickým čištěním teplosměnné plochy (7), zapalování zajišťuje horkovzdušná pistole (9)

4 kW) a možnost pracovat v režimu ON/OFF (podobně jako plynové kotle) jim umožňuje vytápění objektů s nízkými tepelnými ztrátami.

Jako velice vhodný zdroj tepla pro nízkoenergetické domy se stále více uplatňují lokální peletová topidla. Krbová kamna a krbové vložky bývají často opatřeny vodním výměníkem, takže je lze použít jako jediný zdroj tepla pro vytápění s vysokým komfortem obsluhy, či jako doplňkový zdroj pro přitápění. Zásobník paliva ve většině případů vystačí na více jak 1 den provozu, doplňuje se zpravidla ručně přisypáváním z 15kg pytlů. Celková účinnost zařízení je opět na hranici 90 %. Spodní hranice výkonů



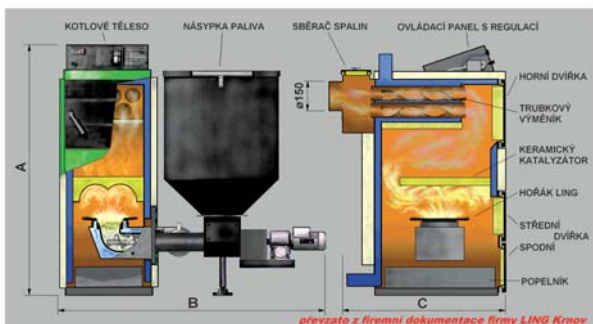
Obr.9:Krbová kamna s teplovodním výměníkem na kombinované spalování pelet a kusového dřeva

se pohybuje okolo 2 kW s tím, že u kombinovaných zařízení je až 80 % výkonu předáváno topné vodě. Tato topidla bývají často také velice elegantním doplňkem interiéru, jak je vidět na obr. 9.

Systémy pro netradiční využití uhlí při vytápění

Možná to bude znít překvapivě, ale také uhlí lze spalovat netradičním a k životnímu prostředí šetrným způsobem. Pro většinu lidí, kteří znají klasické kotle na hnědé a černé uhlí je nepředstavitelné, že lze tato paliva spalovat bez viditelného kouře z komína a s celkovou účinností nad 85 %. Nové automatické kotle to však dokáží. O tom, že se jedná o progresivní zařízení svědčí také fakt, že Národní program snižování emisí (schválen Vládou ČR 11. 6. 2007) předpokládá, že tyto kotle budou vhodným zdrojem pro vytápění uhlím i po roce 2014, kdy by měla definitivně skončit éra zastaralých roštových kotlů. Komfort obsluhy a provozu je srovnatelný s peletovými automatickými kotli. Oproti spalování dřevních pelet je nutné častěji vynášet popel. Pro hovoří nesrovnatelně nižší cena uhlí a především jeho dostupnost. Navíc většina automatických kotlů na uhlí je schopna spalovat také pelety, což je velká výhoda. Spousta majitelů

domků by ráda topila peletami, ale stále ještě tomuto palivu nevěří, hlavně dlouhodobé dostupnosti pelet. Pokud mají možnost zakoupit kotel, který umožňuje záměnu paliv, snáze se nechají přesvědčit k investici do nového zařízení a náhradě starého neekologického topení. Je známo několik hořáků na spalování uhlí, nejrozšířenějšími jsou retortové a s bubnovým roštem. U retortových hořáků je uhlí odebíráno z násypky paliva šnekovým podavačem a dopravováno do litinového kolena – retorty, kde je rozdmýcháváno ventilátorem podobně jako v kovářské výhni a postupně odhořívá. Popel a škvára jsou novým palivem vytlačovány ke stranám kruhového roštu a postupně přepadávají přes jeho hrany do popelníku. Příklad takového kotle je uveden na obr. 10. Druhým rozšířeným typem jsou hořáky s bubnovým roštem, který se otáčí kolem podélné



Obr. 10: Automatický kotel na uhlí a pelety s retortovým hořákem

osy a postupně odebírá palivo z násypky, která je umístěna nad ním. Uhlí v kanálech roštu odhořívá a popel se škvárou odpadává do popelníku.

Pro srovnání jsou v tabulce č. 2 uvedeny průměrné hodnoty emisí, které byly naměřeny při dlouhodo-

bém testování různých druhů paliv v kotli s retortovým hořákem, na obr. 10. Na posledním řádku jsou uvedeny limitní hodnoty pro automatické kotle nejvyšší třídy 3 (nejkvalitnější) dle platné evropské normy. Emise ze spalování dřevních pelet a uhlí jsou poměrně stabilní a je vidět, že i spalování uhlí může být opravdu velice šetrné k životnímu prostředí. U rostlinných pelet hodně záleží na materiálu pelet. Při spalování některých druhů dochází k překročení limitních hodnot 3. třídy. Při spalování uhlí se tvoří emise SO_2 , ale u těchto moderních zařízení je jejich množství zanedbatelné.

	účinnost spalování [%]	CO [mg/m ³]	NO _x [mg/m ³]	prach [mg/m ³]
dřevní peleta	89	210	120	60
rostlinná peleta (sláma)	84	780	940	–
hnědé uhlí O2 (Bílina)	86	460	170 60	90
3.tř. dle ČSN EN 303-5	76	3000	–	150

Tab. 2: Srovnání emisí při spalování některých druhů paliv v automatickém kotli, hodnoty jsou přepočteny na referenční obsah kyslíku 10%, u rostlinných pelet nebyly měřeny emise prachu (předpoklad je na úrovni dřevních pelet), kontrolu emisí NO_x norma nepředepisuje, ale zde jsou uvedeny tyto emise pro orientaci, protože některé evropské země o jejich kontrole uvažují

Srovnání jednotlivých netradičních způsobů vytápění

Dříve, než začneme srovnávat, vysvětlíme si některé základní pojmy a vztahy. Pro celkové ekonomické zhodnocení zvolené varianty vytápění je důležité

znát roční potřebu tepla na vytápění, resp. cenu a roční spotřebu paliva. U těchto bilančních výpočtů nejde o stanovení přesných čísel, protože to ani není možné (různé lokality, různé průběhy topné sezóny,...), ale o určení hodnot jmenovitých. Nejjednodušší je to v případě, že pouze nahrazujeme starý zdroj tepla zdrojem novým, tedy například starý plynový kotel kotlem peletovým. Pokud známe průměrné roční spotřeby paliva u starého zdroje, lze orientačně stanovit spotřebu paliva u zdroje nového podle vztahu (pokud nedošlo ke zateplení event. výměně oken za kvalitnější)

$$V_p = \frac{100 \cdot Q_v}{Q_i \cdot \xi} \quad \text{nebo také} \quad Q_v = \frac{V_p \cdot Q_i \cdot \xi}{100}$$

kde V_p je roční spotřeba paliva v kg pro pevná a v m³ pro plyn

Q_v roční potřeba tepla pro vytápění (popř. ohřev vody) v MJ

Q_i výhřevnost paliva v MJ/kg pro pevná a v MJ/m³ pro plyn - orientační hodnoty: 34 MJ/m³ plyn, 18,5 MJ/kg hnědé a 29 MJ/kg černé uhlí

ξ účinnost zdroje - orientační hodnoty : 89 % starý plyn. kotel, kotel na pevná paliva 60 %

Vzhledem k tomu, že výhřevnosti se udávají v různých jednotkách, je dobré také znát jejich vzájemný vztah

$$1 \text{ kWh/kg} = 3,6 \text{ MJ/kg resp. } 1 \text{ MJ/kg} = 0,28 \text{ kWh/kg}$$

kde pro plyn místo kg dosadíme m³

Pokud byla průměrná roční spotřeba plynu 3000 m³, pak orientačně počítejme s následující spotřebou pelet

$$Q_v = \frac{3000 \cdot 34 \cdot 89}{100} = 90780 \text{ MJ} \quad \text{a tedy} \quad V_p = \frac{100 \cdot 90780}{18,3 \cdot 89} = 5573 \text{ Kg}$$

Pokud se jedná o nový projekt, pak by v něm měl být uveden požadavek na velikost zdroje tepla P v kW. S použitím hodnot z tab. 1 lze orientační spotřebu pelet a uhlí stanovit ze vztahu $V_p = P \cdot H_m + V_{TV}$

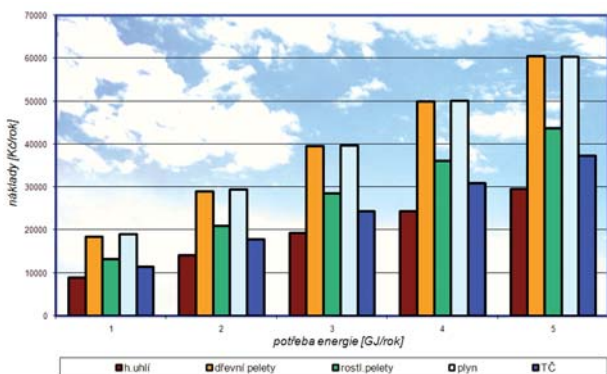
kde V_{TV} je přírůstek paliva na přitápění pro ohřev teplé vody (dle spotřeby vody se pohybuje v rozmezí 1000 – 1800 kg/rok, resp. 600 – 1000 m³)

H_m – viz tab.1 na str.7

Při požadavku výkonu kotle na pelety 15 kW a ohřev teplé vody pro 4 člennou (náročnou) rodinu tedy

$$V_p = 15 \cdot 520 + 1800 = 9600 \text{ Kg} \quad \text{pelet za rok}$$

A nyní tedy ke slíbenému srovnání. Vynecháme solární systémy pro vytápění, které v našich zeměpisných šířkách ještě dlouhou dobu budou pouze vhodným a elegantním doplňkem topné soustavy, s cílem především podporovat ohřev teplé vody. V grafu 2 jsou uvedeny roční náklady na vytápění a ohřev teplé vody objektů s tepelnými ztrátami 5, 10, 15, 20 a 25 kW v oblasti Prahy. Srovnáváno je vytápění automatickým kotlem s použitím hnědého uhlí, dřevních pelet, rostlinných pelet a tepelné čerpadlo. Uvedeny jsou také náklady na vytápění plynem v kondenzačním kotli, i když tento zdroj již rozhodně nepatří mezi netradiční, ale srovnání s ním má velkou vypočítací schopnost. Kalkulovány jsou přímé náklady na vytápění v průměrných cenách z poloviny roku 2007 včetně DPH (uhlí 1,9Kč/kg, pelety dřevní 4,25Kč/kg, pelety rostlinné 2,5Kč/kg, pro el. energii a plyn připočteny stálé měsíční poplatky za jistič a přípojku). U TČ je zahrnuta zvýhodněná snížená sazba na odběr veškeré el.energie. Naopak nejsou zahrnuty náklady na pořízení zdroje, protože rozpočet nákladů na



Graf 2: Srovnání ročních nákladů na vytápění a ohřev teplé vody v objektech s tepelnými ztrátami 1 - 5 kW, 2 - 10 kW, 3 - 15 kW, 4 - 20 kW a 5 - 25 kW.

dobu životnosti zdroje je víc než spekulativní, zvláště z pohledu uváděné životnosti jednotlivých zařízení. Pro orientaci - pořizovací náklady na běžný automatický kotel (univerzální) jsou 80.000,- Kč, lepší peletový s automatickým doplňováním paliva ze sásovníku 120.000,- Kč, kondenzační 50.000,- Kč a TČ 300.000,- Kč, životnost všech minimálně 15 let (u TČ se uvádí životnost podstatně vyšší, nicméně po 15 letech se dá předpokládat obměna podstatné části technologie za „morálně“ mladší“).

Cílem není provést přesné srovnání, ale orientační náhled na stav panující v polovině roku 2007. Na první pohled je patrné, že podstatnější rozdíly se objevují u objektů se ztrátami 20 a 25 kW. Nejvýhodněji se jeví hnědé uhlí. Dá se předpokládat, že cena tohoto paliva poroste. V absolutních číslech za rok (celkové náklady na palivo) však tento nárůst nepřekročí očekávaný nárůst cen plynu a el.energie. Nicméně nižší náklady jsou spojeny s vícepracemi při samotném spalování (skladování, popel, častější čištění kotle). Prakticky shodná je situace s rostlinnými peletami. Dají se předpokládat poměrně stabilní ceny, pokud

nedojde k výraznější podpoře státu oproti současnému několika procentnímu zvýhodnění v rámci nižší DPH. Při skladování je však potřeba se navíc připravit na boj s drobnými hlodavci, pro které jsou rostlinné pelety vítaným zpestřením stravy. Podstatně vyšší komfort obsluhy poskytují sofistikované topné systémy na pelety, ovšem za vyšší provozní náklady (cena pelet také pravděpodobně výrazně neporoste). Rozdíl v nákladech se v absolutních číslech snižuje se snižujícím se výkonem kotle, proto se peletové kotle a lokální topidla jeví jako velice zajímavá varianta zvláště u energeticky méně náročných objektů. Naopak velikost úspor při použití TČ se jeví jako velice „zajímavá“ s rostoucím výkonem zařízení (20 kW a více). Nejvyšší nárůst cen se předpokládá u el.energie, proto odborníci doporučují z dlouhodobého hlediska právě instalaci TČ v případě potřeby vyšších výkonů.