

# **Průvodce energetickými úsporami a obnovitelnými zdroji energie**

Kolektiv autorů

Publikace je určena široké veřejnosti se zájmem o problematiku energetických úspor a využívání obnovitelných zdrojů energie především v oblasti individuálního bydlení a bytových domů. Většina informací je však aplikovatelná i v sektoru služeb, průmyslu a zemědělství. Věříme, že pomůže i pedagogům na základních a středních školách.

Najdete v ní základní informace o hlavních aspektech energetických úspor, tedy o jednotlivých typech obvodových konstrukcích staveb, o zdrojích energie, regulaci, problematice kvality vnitřního prostředí. Další část se zabývá jednotlivými druhy obnovitelných zdrojů energie, možnostmi jejich využití, jejich výhodách. v závěru publikace se dozvíte kde je možné najít odbornou pomoc

Vydalo Regionální energetické centrum, o. p. s.  
ve spolupráci s TG Tisk, s. r. o., Lanškroun  
2006©

**Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2006 - část A.**

## Průvodce energetickými úsporami a obnovitelnými zdroji energie

Ing. Belica Petr

Ing. Hlaváč Josef

Kubešová Marie

Ing. Lenža Libor

Ing. Mužík Miloslav

Ing. Panovec Zbislav, CSc.

Ing. Tesaříková Ivana

Ing. Wirth Petr

# Obsah

Úvod	1
1. Proč úspory energie a alternativní zdroje?	2
2. Komplexní pohled na stavbu či rekonstrukci	2
3. Obvodový plášť stavby	3
3.1. Stavební konstrukce	4
3.1.1. Rozdělení jednotlivých konstrukcí	4
3.2. Výplně stavebních otvorů, aneb co musíme vědět při výběru vhodných oken pro budovu	7
3.2.1. Materiál pro výrobu oken	7
3.2.2. Kování	9
3.2.3. Tepelně technické vlastnosti	10
3.3. Tepelné izolace	12
3.3.1. Dodatečné tepelné izolace	14
3.3.2. Přínosy zateplení	16
3.3.3. Tepelné mosty	17
3.4. Co jsou to pasivní faktory stavby?	18
4. Zdroje energie a vytápění	19
4.1. Jaký zdroj vybrat – ekonomika domácnosti z hlediska cen energií	21
4.1.1. Centrální zásobování teplem	21
4.1.2. Elektrické zdroje vytápění	23
4.1.3. Plynové zdroje vytápění	24
4.1.4. Zdroje na pevná fosilní paliva	26
4.1.5. Zdroje na biomasu (dřevo)	27
4.1.6. Ostatní zdroje...	30
4.2. Typy otopných soustav a jejich vhodnost	30
4.2.1. Klasické soustavy – převážně konvekční	32
4.2.2. Velkoplošné otopné soustavy	32
4.2.3. Další typy otopných soustav	34
4.3. Regulace	36
4.3.1. Co je regulace a co lze regulovat?	36
4.3.2. Rozdělení regulačních soustav pro jednotlivé vytápěcí systémy	38
4.4. Příprava teplé užitkové vody (TUV)	40
5. Vnitřní prostředí	41

5.1. Tepelná pohoda	42
5.2. Větrání	44
5.2.1. Systémy větrání budov	44
5.2.2. Systémy zpětného získávání tepla (ZZT)	45
5.3. Elektrické spotřebiče a provozní režimy	46
5.3.1. Označování energetických spotřebičů energetickými štítky	49
6. Alternativní zdroje a jejich uplatnění	50
6.1. Kdy hovoříme o alternativním zdroji	50
6.2. Obnovitelné zdroje	52
6.3. Energie Slunce	53
6.3.1. Možnosti využívání sluneční energie	53
6.3.2. Sluneční absorbery a kolektory	55
6.4. Energie dřeva (biomasy)	57
6.4.1. Druhy paliv	59
6.5. Energie větru a vody	59
6.6. Alternativní metody výroby tepla	60
6.6.1. Tepelná čerpadla	61
6.6.2. Kogenerační jednotky	66
7. Kde hledat pomoc a co mě to bude stát?	67
7.1. Co je to EKIS ČEA	67
7.2. Kdo jsou to energetičtí auditoři a k čemu jsou?	68
8. Přílohy	68
8.1. Obrazová příloha	68
8.2. Energeticky úsporná opatření v bytových domech	69
8.3. Energetický audit	70

# Úvod

Milí čtenáři,

touto publikací chceme široké veřejnosti nabídnout **souvislé a vzájemně provázané informace o problematice energetických úspor a využívání obnovitelných zdrojů energie v běžném životě**. S nárůstem spotřeby energie, kterou je nutno krýt zvýšenou výrobou, se zvyšují její negativní dopady na okolní životní prostředí, přírodu, ekosystémy a biosféru vůbec.

Hlavním tlakem pro snižování spotřeby energie však nejsou negativní dopady její výroby na životní prostředí, ale především **náklady, které musíme každý z nás vynakládat na zajištění svých energetických potřeb**.

Rostoucí náklady na „klasická“ paliva a energie vedou k většímu využívání obnovitelných zdrojů energie.

Publikace je distribuována do poradenských středisek **EKIS České energetické agentury**, aby byla poradcům nápomocna při jejich poradenské činnosti a dostala se tak ke konečnému uživateli. Věříme, že v této publikaci čtenář najde tipy či inspiraci, kterou využije při řešení svých vlastních problémů spojených s rekonstrukcí či stavbou svého domu či bytu.

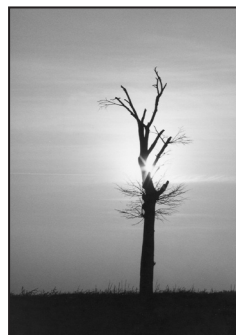
Kolektiv autorů publikace je tvořen energetickými auditory a poradci EKIS ČEA. Při jejím sestavování vycházeli především ze svých vlastních zkušeností a obsahů svých konzultačních hodin. Snažili se postihnout témata, která se při konzultacích objevují nejčastěji.

Publikace není publikací odbornou a její obsah není zdaleka vyčerpávající. Věříme však, že je dostačující k tomu, aby svým čtenářům pomohla zorientovat se v problematice tak, aby se nad jednotlivými problémy i jejich vzájemnou vazbou a závislostmi zamysleli.

Cílovou skupinou je nejen široká veřejnost, ale také pedagogové základních a středních škol, kterým může sloužit jako pomocný materiál při výuce.

Publikace mohla být vydána díky finanční podpoře České energetické agentury, která v rámci osvěty podporuje i síť **Energetických konzultačních a informačních středisek (EKIS)** po celé České republice i síť **Krajských energetických agentur**.

Děkujeme.



*Kolektiv autorů*

## 1. Proč úspory energie a alternativní zdroje?

Každý, kdo se snaží šetřit energii, k tomu má své vlastní, osobní důvody. Ty mohou být různé, ale některé základní pohnutky (motivace) bychom mohli shrnout do následujících bodů:

- 1) Úspora provozních finančních prostředků.
- 2) Zvýšení efektivity výroby energie.
- 3) Zefektivnění využití primárních paliv.
- 4) Vylepšení tepelné pohody v objektech.

Jedním ze základních stimulů k úsporám, ať už z hlediska nákladů, efektivity i životního prostředí, je skutečnost, že **nejlepší a nejlevnější energie je ta, kterou nemusíme vyrobit.**

Při snaze naplnit tento základní logický závěr lidé vymýšleli nejen nové zdroje energie, či zdokonalovali stávající technologie a myšlenky za účelem zvýšení efektivity využití primárních paliv (kogenerační jednotky, tepelná čerpadla aj.), ale zpět se vrátili a rozvinuli využívání obnovitelných zdrojů energie. Energie vody, větru, slunce, biomasy.

Snahou realizačního týmu bylo **poskytnout vám základní informace v hlavních oblastech úspor energií**, alternativních zdrojů a využívání obnovitelných zdrojů energie.

Převážná většina konkrétních situací při stavbě, rekonstrukci, projektování má vždy více než jedno možné řešení. Odpovědní lidé se musí rozhodnout tak, aby vybrané řešení bylo pokud možno to nejvhodnější. Publikace je orientována převážně na rodinné domy a menší objekty, své si ale najdou i ostatní.

Nutným základem pro dobrá rozhodnutí jsou kvalitní a včasné informace. Věříme, že jich co nejvíce najdete v této publikaci.

*Libor Lenža, REC, a. p. s.*

## 2. Komplexní pohled na stavbu či rekonstrukci

Pohnutky, které nás vedou k rekonstrukci a stavbě nemovitostí, jsou různé. Jak zvažovat a plánovat rekonstrukci (stavbu) nemovitosti? Základním determinantem jsou finanční prostředky. Proto je potřeba zvažovaný záměr naplánovat v souladu s možnými finančními toky.

Problémů je velké množství a rozrůstají se nejen do šíře, ale i do hloubky. Z toho důvodu je dobré nestydět se a vyhledat zkušené odborníky, kteří mohou

svými znalostmi, ale především praktickými zkušenostmi velmi výrazně pomoci.

Každá nemovitost má svou investiční a provozní stránku, převedeno do hmatatelné podoby, náklady investiční a provozní.

Investiční náklady dosahují velkých objemů a navíc je potřeba je uvolnit v relativně krátkém čase. Na druhé straně máme náklady provozní, které nám představují náklady na provozování nemovitosti.

**Poměr investičních a provozních nákladů** je u dobře projektovaných staveb (s ohledem na jejich účel a provozní režimy) nepřímě úměrný. Tzn. čím vyšší jsou náklady investiční (investované do energeticky úsporných opatření!!), tím nižší jsou náklady provozní. Je potřeba si uvědomit, že tento vztah neplatí absolutně, ale pouze v určitém rozmezí hodnot. Rozdíl mezi investičními náklady na zateplení domu 15 cm a 30 cm izolace bude podstatně větší. U provozních nákladů se razantní zvýšení investičních nákladů nepromítne razantním snížením nákladů provozních. Proto je nutno zvážit potřeby a možnosti investiční a provozní. Druhou stránkou je to, zda-li je zvýšení investičních nákladů způsobeno zvýšením tepelně-izolačních standardů, kvality zdroje, rozvodů, výplní stavebních otvorů apod. nebo nákupem velmi drahých obkladaček či dlaždic.

Je tedy potřeba rozlišovat **zvýšené investiční náklady** v souvislosti s vyšším tepelně-izolačním standardem a nízkoenergetickými opatřeními, a zvýšené náklady díky velmi drahému vnitřnímu vybavení (netechnologického).

Stále větší počet investorů přistupuje k vědomému výběru úsporných materiálů a technologií. Někteří dokonce chápou investice do úsporných opatření jako formu velmi dobrého „spoření“ na duchod.

*Libor Lenža*

### 3. Obvodový plášť stavby

Obvodový plášť stavby je z hlediska energetického hospodářství ta část konstrukce, která **odděluje vnitřní prostředí objektu od prostředí venkovního**<sup>1</sup>. V obvodovém plášti budov jsou obvykle provedeny stavební otvory<sup>2</sup> s výplněmi. Ty jsou z hlediska tepelných ztrát většinou nejproblémovější<sup>3</sup>. Na druhé straně jsou nezbytně nutné, jelikož se musíme do objektu nějak dostat a potřebujeme dosáhnout požadovaného stupně přirozeného osvětlení. To jsou důvody, proč jim většina

<sup>1</sup> Z hlediska stavebního se ve většině případů jedná o konstrukci nosnou.

<sup>2</sup> Souhrnně se pro okna a dveře používá název výplně stavebních otvorů.

<sup>3</sup> Společně se střešními okny.

odborníků i tato publikace věnuje dostatečnou pozornost.

Neméně důležitým faktorem obvodového pláště je to, že tvoří **vnější vzhled budovy**, fasádu. Zde můžeme být omezeni požadavky památkářů, architektů, investorů na požadovaný celkový vzhled, barvu, strukturu apod. Pokud se snažíme stavbu co nejvíce integrovat do stávajícího okolí, může nám to přinést řadu problémů, komplikací, ale také podnětů pro netradiční řešení a postupy.

Pokud pojem obvodový plášť rozšíříme, musíme do něj zahrnout také střechu. Dostáváme se tak do oblasti stavebních konstrukcí a jejich dělení.

### **3.1. STAVEBNÍ KONSTRUKCE**

Stavební konstrukce jakékoliv stavby je jednou z nejdůležitějších součástí stavby jako celku.

#### **3.1.1. ROZDĚLENÍ JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ**

- a. **Kolmé neprůsvitné konstrukce** – tedy klasické obvodové zdivo, resp. obvodový plášť budovy, který může být zhotoven z různých materiálů.
- b. **Šikmé neprůsvitné konstrukce** – střechy, jejichž složení i konstrukce se neustále vyvíjejí.
- c. **Podlahy** – i podlahy vykazují neustálý vývoj a už léta jsou využívány pro některá technická zařízení budov (například topení apod.).
- d. **Průsvitné konstrukce** – okna (prosklené stěny) – kdo by je neznal? Jejich kvalita, parametry i velikost se výrazně liší a jsou velmi důležitou součástí stavby nejen z hlediska energetického hospodářství, ale také z hlediska hygienických norem.
- e. **Průsvitné konstrukce** - dveře – důležitý prvek z hlediska vhodného vstupu do objektu i bezpečnosti, ne vždy musejí být průsvitné.

Při stavbě i rekonstrukci objektu bychom neměli podceňovat ani jednu z těchto složek, jelikož konečný výsledek vzniká spojením mnoha jednotlivostí a detailů. U nových staveb bychom měli jednoznačně používat energeticky úsporné materiály a technologie, které mohou být při pořizování dražší, ale ve svém důsledku dovedou nejen ušetřit peníze, ale mohou vytvořit velmi příjemné vnitřní prostředí objektu.

#### **Proč energeticky úsporné materiály?**

Na tuto otázku jsme si z velké části již odpověděli na konci předchozího

odstavce. V běžné praxi bude hlavním kritériem cena, resp. okamžité investiční náklady. S potěšením však můžeme konstatovat, že stále více stavebníků chápe přínos energeticky úsporných materiálů a při realizacích je hojně využívají. Na celou věc je však možné se dívat i z trochu jiného úhlu. K výrobě většiny klasických stavebních materiálů potřebujeme určité suroviny (hlínu, vápenec, atd.), ale také energii k tomu, abychom vstupní surovinu přetvořili na požadovaný produkt. Pokud tedy chceme opravdu hovořit o nízkoenergetické výstavbě v širším slova smyslu, měli bychom u hodnocení energetické náročnosti staveb brát do úvahy také vstupní energii, kterou bylo nutné vynaložit při výrobě materiálů. Tento přístup naleznete v literatuře pod pojmem externalita. Máme tím na mysli externí spotřebu energie při stavbě (především při výrobě surovin).

Tento přístup by nahrával především těm surovinám, jejichž výroba je relativně málo energeticky náročná (například nepálené cihly, dřevo apod.). Jsou to materiály, které mají řadu výhod, ale také řadu nevýhod. Proto se stavebníci rozhodují podle jiných kritérií.

**Výhody při použití energeticky úsporných stavebních materiálů a technologií:**

- a. možnost ovlivnění výsledné spotřeby objektu;
- b. dobře navržené konstrukční materiály uspoří cca 15 – 35 % tepla;
- c. investice do budoucnosti (náklady na energii stále porostou);
- d. volba správné regulace umožňuje i využití ostatních tepelných zisků a tím i snížení potřeby vyráběného tepla;
- e. vytvoření větší tepelné pohody v objektech s nižšími náklady.

**Nevýhody použití energeticky úsporných materiálů a technologií:**

- a. vyšší pořizovací cena;
- b. větší nároky na odbornost profesních specialistů;
- c. větší nároky na kvalitu provedení.

Musíme tedy volit mezi výhodami a nevýhodami, jinými slovy bychom měli **najít optimální cestu při řešení energetické úspornosti staveb.**

Hlavní body úvah ještě před započítáním stavby jsou následující:

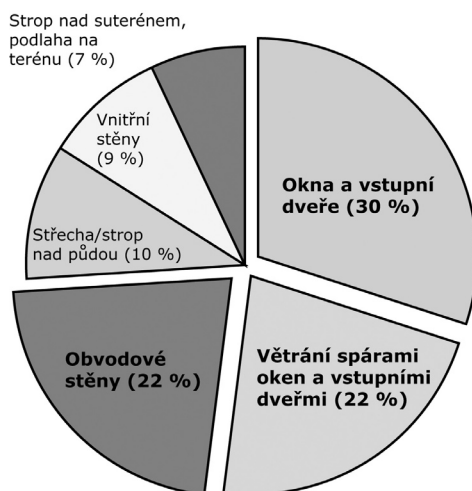
- a. **Vhodná lokalita a koncepce stavby** – rozdělení do funkčních zón.
- b. **Správná orientace objektu** – využití pasivních tepelných zisků.
- c. **Správná volba zdroje i otopné soustavy.**
- d. Volba přesného a spolehlivého systému **regulace** v topných systémech.

Základním východiskem pro výběr typů stavebních konstrukcí by měly být požadavky normy. Norma<sup>1</sup> rozděluje stavební konstrukce na tzv. těžké<sup>2</sup> a lehké. Přibližné **hodnoty úniku tepla v rodinných domech** jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka č. 1 – Rozložení úniku tepla v rodinných domech.

Konstrukce	Rodinný dům [%]		
	Samostatný*	Dvojdomek	Řadový
Obvodové stěny	15 – 30 (15)	15 – 25	12 – 20
Střecha/strop nad půdou	5 – 15 (7)	8 – 15	10 – 15
Strop nad suterénem/podlaha na terénu	5 – 8 (7)	7 – 10	10 – 12
Okna a vstupní dveře	25 – 35 (22)	20 – 30	18 – 25
Větrání spárami oken a vstupními dveřmi	18 – 25 (43)	15 – 25	14 – 25
Vnitřní stěny	5 – 15	10 – 20	5 – 10

(\*) – v závorce jsou uvedeny ověřené praktické hodnoty (Ing. Jiří Šála, CSc.)



Graf č. 1 – Střední hodnoty úniku tepla z jednotlivých typů konstrukcí rodinného domu.

Petr Belica

<sup>1</sup> ČSN 73 0540-2.

<sup>2</sup> Za těžké konstrukce považujeme konstrukce, o plošné hmotnosti větší než 100 kg × m<sup>2</sup>.

### 3.2. VÝPLNĚ STAVEBNÍCH OTVORŮ, ANEB CO MUSÍME VĚDĚT PŘI VÝBĚRU VHODNÝCH OKEN PRO BUDOVU

Okno a balkónové dveře jsou jedním z **nejdůležitějších prvků stavby**. Svým tvarem a členěním vytváří jednak architektonický výraz celé budovy, jednak zajišťují spolu s ostatními otvorovými konstrukcemi tepelnou, světelnou a akustickou pohodu vnitřního prostředí. Mimoto výrazně ovlivňují energetickou bilanci budovy a tím její ekonomický provoz. Z uvedených hledisek je nutno se při výběru vhodné okenní konstrukce řídit doporučenými technicko-ekonomickými, estetickými a užitnými vlastnostmi.

Tam, kde není vzduchotechnikou zajištěno přirozené nebo nucené větrání a **přívod čerstvého vzduchu** do prostor s pobytem lidí, je to právě okenní konstrukce, která tuto funkci musí zastat a zajistit tak jeden ze základních hygienických životně nezbytných požadavků.

#### 3.2.1. MATERIÁL PRO VÝROBU OKEN

Z hlediska použitých materiálů pro výrobu oken lze okna rozdělit na **dřevěná, kovová, PVC a jejich vzájemné kombinace**.

##### Okna dřevěná

Historicky **nejstarší materiál pro výrobu oken je dřevo**. Jde o snadnou výrobu bez složité technologie. Dalo by se říci, že po staletí výroby oken ze dřeva by měl být výrobek dnes dokonalý, avšak opak je mnohdy pravdou. A příčina? Zřejmě proto, že si výrobu může prakticky zajistit každý sám, bez velkých investičních nákladů. V současné době je zaznamenávána tendence nárůstu výroby a odbytu těchto oken. U většiny konstrukcí dřevěných oken se jedná vždy o okna dvoustupňově těsněná ve funkční spáře. Stavební hloubka dřevěných rámu musí být minimálně 78 mm, lépe 80 mm, aby na rámové konstrukci nedocházelo k povrchové kondenzaci vodních par, a jsou již také s hloubkou zasklívací polodrážky 28 – 30 mm. To znamená, že doposud známá EURO okna IV 68 s tloušťkou rámu 68 mm a hloubkou zasklívací polodrážky 18 mm, požadavek současné platné tepelné technické normy nemohou splnit.

Základním vývojovým trendem dřevěných okenních konstrukcí je **snaha po odstranění těch vlastností, které jsou ve srovnání s jinými materiálovými bázemi horší**. Jednou z nepříjemných vlastností dřeva je jeho poměrná nestabilita v závislosti na vlhkosti, která se u masivních profilů projevuje především kroucením a změnou objemu. Tu lze výrazně omezit použitím kvalitní povrchové úpravy a provedením potřebných předúprav jako je napouštění řezných ploch dřeva

speciálním prostředkem, který zamezuje možnosti nasáknutí vlhkosti do vláken dřeva. Takové nátěrové systémy vyžadují obnovovací nátěry nejdříve po 5-7 letech. Vliv kroucení byl zamezen úpravou základního materiálu, který tvoří minimálně třívrstvá lamela vyrobená z kvalitního ušlechtilého dřeva, z něhož jsou odstraněny veškeré anomálie, které by mohly způsobovat případnou tvarovou změnu. Dalším důležitým faktorem je použití vysoce kvalitních vodostálých lepidel jak na výrobu lepených dřevěných lamel, tak i na vlastní výrobu a spojování jednotlivých částí okenní konstrukce.

**U dřevěných okenních konstrukcí nejvíce trpí** venkovní povrch na vodorovných nebo šikmých plochách, kde se nejdéle drží voda nebo sníh. Na těchto plochách také nejdříve vznikají poruchy povrchové úpravy. K zamezení tohoto nežádoucího vlivu začali někteří výrobci dřevěných oken používat ochranné hliníkové lišty těchto ploch.

### **Okna kovová – ocel, hliník**

Ta jsou používána většinou pro průmysl (ocel), ale též pro reprezentativní domy jako banky, pojišťovny apod. (hliník), cenově několikanásobně (2× a více) dražší než okna dřevěná. Vzhledem k zaměření publikace se jimi nebudeme dále zabývat.

### **Okna plastová**

Vývojový posun lze zaznamenat zejména v konstrukci nosných profilů. Důležitými vlastnostmi okenních ráků je především pevnost (tuhost) profilů a jejich tepelně technické vlastnosti. Obě tyto vlastnosti mají poněkud protichůdné požadavky. K zajištění tuhosti je nutno plastové profily vyztužovat ocelovými vložkami, které na druhé straně výrazně zhoršují jejich tepelně technické vlastnosti. Nejdříve se konstruktéři plastových profilů snažili omezit tyto negativní vlivy ocelových výztuh vytvářením ochranných vzduchových dutin v profilech dvou- až tříkomorových, ale dosahované výsledky nejsou u tohoto řešení ještě uspokojivé, zejména ve srovnání s tepelně technickými vlastnostmi dřevěných ráků. Tento nedostatek se daří odstraňovat pomocí **konstrukcí mnoha komorových „voštinových“ profilů**, které pro zajištění tuhosti již nepotřebují vkládat ocelové výztuhy, nebo konstrukcemi oken s pěti a více komorami, u kterých jsou již prokazatelně splněny nové normové požadavky. Takové profily nejenom dosahují z hlediska tepelně technických vlastností úrovně dřevěných profilů, ale jsou již lepší. Pro výrobu voštinových profilů je ovšem zapotřebí více hmoty PVC a složitější tvarovací nástroje, což má vliv na konečnou cenu výrobku.

To, že se považují okna vyrobená z PVC za okna bezúdržbová, je pouze relativní pojem, jelikož všechny okenní konstrukce potřebují jistou míru pravidelné údržby. Jen u některých materiálových verzí (PVC, hliník) odpadá potřeba obnovy povrchové úpravy. V každém případě se jedná o pravidelnou hygienu okenní konstrukce a pravidelnou údržbu (seřizování a mazání) celoobvodového kování. Snaha o prodloužení životnosti profilů je vlastní většině okenních konstrukcí. Vezme-li se v úvahu, že největším degradačním faktorem pro profily z PVC je UV záření, je zcela pochopitelná snaha vliv tohoto záření omezit na minimum a tím spolehlivě zajistit prodloužení životnosti profilů. Toho lze dosáhnout kombinací plastových PVC profilů s hliníkovým obkladem na vnější straně a tím eliminací vlivu UV záření na vlastní plastové profily. V tomto případě už lze hovořit o kombinovaných oknech, popsanych v dalším odstavci. Závěrem lze shrnout, že se jedná o poměrně složitý detail profilu, náročnou technologii, velké investiční náklady na výrobní potenciál, požadavek na velkosériovou – hromadnou výrobu. Při splnění posledního faktoru, tj. zajištění hromadné výroby, cenově vychází výhodně. **Výhoda** – nenáročná údržba. **Nevýhoda** – vzhled, averze vůči umělým hmotám, není zatím úplně vyřešena otázka likvidace použitého materiálu při likvidaci výrobku po uplynutí jeho doby životnosti. Je možná za jistých podmínek recyklace. Plastová okna mohou zajistit požadavky kladené na dřevěná i kovová okna.

### Okna kombinovaná

Potřeba odstranit nepříjemnou vlastnost dřevěných, eventuálně plastových oken, nutnost obnovovat a udržovat vnější povrchovou úpravu v kratších intervalech než vnitřní plochy, vede konstruktéry oken k řešení, kdy se kombinuje hliníkový obklad na vnější straně s klasickým oknem na straně vnitřní. Zachovávají se tak výborné tepelné technické vlastnosti dřeva, jakož i příjemné estetické působení dřeva do vnitřního prostoru, a z vnější strany celou dřevěnou konstrukci okna chrání hliníkový obklad, který může být různé povrchově upraven.

**Dřevo-hliník:** dává vzhled kovového okna z exteriéru, z interiéru je dřevo. Výhoda - povrchová ochrana proti UV záření, snadná údržba, dřevo zajistí tepelnou ochranu.

### 3.2.2. KOVÁNÍ

Převážná většina okenních konstrukcí dnes **musí být vybavena celoobvodovým kovááním**, které umožňuje jednou ovládací klikou zajistit otevírání a sklápění křídla i další funkce. Celoobvodové kování by mělo být

automaticky vybaveno pojistkou proti chybnému ovládání. Bezpečnostní pojistka brání např. přesunu kliky do polohy sklápění křídla při otevřeném křídle. Pokud by tato pojistka nebyla, hrozí vypadnutí křídla z okenního rámu, a to zejména při větších rozměrech okenních křídel, kde může nastat problém s bezpečností při užívání výrobku. Vhodným doplňkem kování bývá také dětská pojistka, která brání běžným způsobem křídlo otevřít. Je uvolněna jen funkce sklápění. Výrobci okenního kování již nabízejí jako doplněk celoobvodového kování možnost pohybem ovládací kliky aretovat polohu křídla v otevřené poloze v libovolném místě.

Dalším doplňkem kování je **funkce mikroventilace**, která spočívá v uvolnění přitlaku křídla a těsnících profilů oproti okennímu rámu. Ve svém důsledku je to zvýšení infiltrace vzduchu, ale za současného snížení akustického útlumu a umožnění přenosu vnějšího hluku do interiéru, tedy zhoršení deklarovaných vlastností oken. Někteří výrobci začínají s doplněním okenních konstrukcí větracími klapkami, které zajistí podle potřeby dostatečný přívod vzduchu, za současného zachování akustických vlastností celé okenní konstrukce a tím zajištění požadovaného komfortu v interiéru.

### 3.2.3. TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI

#### Energetická náročnost

Energetická náročnost budovy je z velké části ovlivněna tepelně technickými vlastnostmi a plochou oken. Zatímco do listopadu 2002 byl normový požadavek na součinitel prostupu tepla oken pro obytné a občanské budovy s dlouhodobým pobytem lidí  $U_N \leq 2,9 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ , dnes je požadovaná hodnota  $U_N \leq 1,8 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$  a doporučená dokonce  $U_N \leq 1,2 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$  u nových výrobků, přičemž současně platí podmínka pro rám okna  $U_{RN} \leq 2,0 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ .

U dřevěných a plastových oken se pohybuje součinitel prostupu tepla rámu oken kolem hodnoty  $U = 1,6 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ . Horší je situace u kovových rámu, kde je součinitel prostupu tepla rámu až 3× vyšší u profilů s nepřerušeným tepelným mostem. U přerušeného tepelného mostu se docílí hodnoty  $U \leq 2,0 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ , ovšem za cenu vyšších nákladů, což značně znevýhodňuje jejich použití.

Vliv rámu na celkový prostup tepla oknem je poměrně značný. Podíl plochy rámu k celkové ploše okna se pohybuje v rozmezí od 30 % až 50 %. Proto je nevýhodná kombinace drahého dvojskla  $U_F = 1,1 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$  s rámem okna, který vykazuje hodnotu  $U$  těsně pod hranicí  $2,0 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ . Použitím kvalitnějšího okna se sníženým součinitelem prostupu tepla o hodnotu  $\Delta U = 1,1 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ , se sníží roční spotřeba energie na vytápění při průměrných klimatických podmínkách 50-ti

letého sledování o 0,27 GJ/rok a m<sup>2</sup>. Za předpokladu ceny energie  $c_E = 400$  Kč/GJ a zvýšení nákladů o  $N = 500$  Kč/m<sup>2</sup> na pořízení kvalitnějšího okna bude prostá doba návratnosti DN 4,63 roku.

### 3.2.4. ODOLNOST PROTI VĚTRU A DEŠTI

Nejčastější, pro laickou veřejnost poněkud nejasné, označení okenních konstrukcí – **jednostupňově či dvoustupňově těsněná okna** – představuje zásadní rozdělení okenních konstrukcí **do dvou konstrukčních skupin**. U dvoustupňově těsněných oken můžeme rozlišit ve funkční spáře dva stupně těsnění. **První stupeň** – bližší vnějšímu povrchu – dešťovou zábranu, která má za úkol zajistit těsnost okna proti průniku hnaného deště na vnitřní stranu okna funkční spárou. Dobrá dešťová zábrana propustí vodu pouze do dekompresní dutiny. Dešťová zábrana, která je dobře konstrukčně navržena, zamezí přístupu vody až na úroveň prvního těsnicího profilu, jakožto základního stavebního kamene větrové zábrany.

**Druhý stupeň** těsnění funkční spáry je větrová zábrana. Větrovou zábranu u oken tvoří těsnicí profily, kterých může být i několik, ale každý z nich musí obíhat vždy v jedné úrovni po celém obvodu okenního křídla. Tím, že tyto těsnicí profily začínají až za dešťovou zábranou, jsou umístěny ve střední a vnitřní zóně spáry, což je velice výhodné s ohledem na to, že těsnicí profily jsou zpravidla vyrobeny z pryžových či plastových profilů, kterým vadí střídání teplot a působení ultrafialových paprsků. Pokud by na těsnicím profilu byla přítomnost vody, vzduchový proud by tuto vodu strhl s sebou na vnitřní stranu okna a okno by bylo netěsně proti průniku vody a tím klasifikováno pro určité tlakové podmínky jako nevyhovující.

**Okna jednostupňově těsněná** nemají samostatnou dešťovou zábranu. Nemají-li dostatečnou sběrnou drážku na proniklou dešťovou vodu, má tato voda velmi snadný přístup až na úroveň jediného těsnicího profilu, který je na vnitřní dolehávce. Mnohdy je tento profil ještě přerušen rohovým ložiskem kování. Takové okenní konstrukce odolávají zkušebním tlakům jen velmi obtížně a hodí se pro použití a zabudování do nižších úrovní nad terénem. Vnější těsnicí profil slouží pouze na omezení množství vody, které pronikne do funkční spáry. Odvodňovací a přivětrávací otvory, které zde musí být, umožňují přístup studeného vnějšího vzduchu až k vnitřnímu těsnicímu profilu a k vnitřnímu povrchu, který takto snadno prochlazuje. Kromě zhoršených tepelně technických vlastností je snižena i vzduchová neprůzvučnost takových oken.

## **Závěrem doporučení.**

Při výběru vhodného dodavatele oken je nutné se přesvědčit, zda má platný doklad, který ho opravňuje uvádět výrobek na trh. Pro okna to je „Ověření shody výrobku“ nebo „Certifikát“. Dokumenty vydává Autorizovaná osoba. Nedílnou součástí certifikátu je „Protokol o certifikaci“, ve kterém jsou uvedeny deklarované a ověřené parametry výrobku. Přesto se může stát, že na trh je uveden výrobek neshodný, tj. že neodpovídá svými vlastnostmi požadovaným parametrům. Potom je vhodné, ne-li nutné, upozornit na tuto skutečnost Autorizovanou osobu, která vydala příslušné dokumenty, eventuálně Českou obchodní inspekci. Dále je velmi prospěšné sledovat cenovou hladinu výrobku. Levné výrobky nebývají nejlepší a často platí pořekadlo „Levné – dvakrát placené“.

*Zbislav Panovec*

## **3.3. TEPELNÉ IZOLACE**

Stavební tepelné izolace jako celek prodělaly v průběhu vývoje stavebnictví **značný vývoj**. Teprve s nástupem rozvoje poznání v této oblasti stavebnictví dochází k vědomému používání tepelných izolací. Z hlediska použitých stavebních materiálů bylo od počátku minulého století použito dřevo a dřevěné výrobky (dřevoštěpkové, dřevotřískové, dřevovláknité desky). Dalším materiálem byl korek a výrobky z něj, pak následovaly např. pěnové sklo, skleněné minerální plsti, jako meziprvky vznikly materiály na bázi papíru.

Poslední vývojovou etapu pak tvoří pěnové plasty po roce 1950. V menší míře se v různých oblastech objevily tepelně izolační materiály lokálního významu, jako jsou rákosové a slaměné rohože.

Od počátku devadesátých let minulého století je využívána technologie transparentní tepelné izolace. Jedná se o výrobky ze skla nebo plastu, které propouštějí tepelné záření do povrchu absorbujícího materiálu, ale jsou konstruovány tak, aby zabránily akumulovanému teple vystoupit do venkovního prostoru.

Od doby sledování teplotního chování budov a jejich klasifikace je patrný vývoj základní hodnoty, tj. tepelného odporu v normách. ČSN 73 0540: rok 1964 –  $U = 2,0 \text{ W/m}^2 \times K$ , rok 1977 –  $U = 1,0 \text{ W/m}^2 \times K$ , rok 1994 –  $U = 0,6 \text{ W/m}^2 \times K$ , rok 2001 –  $U = 0,38 \text{ W/m}^2 \times K$ . Z přehledu je zřejmé jakým obrovským vývojem za pouhých 30 let prošlo naše stavebnictví.

Tepelně izolačních materiálů je na našem trhu mnoho. Základní a zároveň hlavní fyzikální vlastností tepelně izolačních materiálů je **součinitel tepelné vodivosti materiálu**, který vyjadřuje schopnost homogenního isotropního materiálu vést teplo.

Z hlediska použití druhů tepelně izolačních materiálů lze rozlišit na:

1. **Vláknité** – minerální vlákna (čedičová, strusková), skleněná vlákna, keramická vlákna, syntetická (textilní) vlákna.
2. **Pěněné plasty** – pěnové polystyrény, pěnové polyuretany, expandovaný polystyrén, pěnové fenolické pryskyřice, pěnové rezonové pryskyřice, pěněné polyetylény, pěněné PVC.
3. **Další pěněné materiály** – pěněné sklo.
4. **Materiály na bázi dřeva** – dřevovláknité, dřevotřískové, dřevoštěpkové desky, piliny.
5. **Korek a jeho výrobky**.
6. **Rákosové rohože**.
7. **Materiály na bázi celulózy** – drcený starý papír, voštinové desky, vlnité desky z asfaltového papíru.
8. **Minerální materiály** – perlit (expandovaný perlit volný, desky, matrace), expandovaná břidlice, expandovaná struska, expandovaná křemelina, keramzit, popílek.
9. **Zvláštní materiály** – na bázi vlny a bavlny, obilní slisovaná sláma apod.

Všechny tepelně izolační materiály jsou vyráběny v různých formách. Základní formou jsou desky od maloformátových až k velkoformátovým, s povrchovou úpravou i bez (povrchová úprava může být jednostranná či oboustranná, kde se pak jedná o tepelně izolační panely, tzv. sendvičové panely). Úpravy povrchu jsou na základě foliových materiálů, papíru, dřevoštěpkových desek, kovu nebo plastu i sádrokartonu.

**Rohože** – mimo povrchových úprav (papír, PE folie, Al folie) mohou mít ještě vnitřní nosné prvky (syntetické, nebo drátěné pletivo).

**Volné (sypané) materiály** – technologicky zaplňují volné duté prostory.

**Mezi nejčastěji používané tepelně izolační materiály patří:**

- a. **Vláknité desky a rohože** – k základním sledovaným vlastnostem patří:
  - a. objemová hmotnost (od 50 – 500 kg/m<sup>3</sup> i vyšší)
  - b. teplotní odolnost (od –50 do +700 °C)
  - c. chemická a biologická odolnost
  - d. objemová stálost

- e. nasákavost (přirozená 2-5 %) (některé druhy jsou bez hydrofobizace vysoce nasákavé)
- b. **Pěnění plasty** - a z nich expandovaný polystyren, extrudovaný polystyren (zásadní rozdíl – expandovaný polystyren má 3-7× nižší pevnost v tlaku a 5-10× vyšší nasákavost než extrudovaný) a polyuretan. Většinou se jedná o desky, které mohou být upravovány (jejich hrany) jako rovné, polodrážka, pero a drážka. Ze sledovaných vlastností jsou důležité následující:
  - a. objemová hmotnost (od 10-80 kg/m<sup>3</sup>)
  - b. tepelná odolnost (od -180 do +85 °C, krátkodobě až +100 °C)
  - c. součinitel tepelné vodivosti (od 0,02 – 0,045 W/m×K).

Mezi nevýhody těchto materiálů patří objemové změny jak ze stárnutí, tak z rozdílů teplot (z nichž první se dá eliminovat při výrobě tzv. stabilizací a s druhou se musí vyrovnat návrh použití). Klasické polystyreny mají nasákavost 3-10 % objemu, extrudované polystyreny a polyuretany se vyrábějí s nasákavostí do 1 %.

**Ostatní tepelně izolační materiály** (např. korek) se používají méně často, mají však své specifické místo na trhu.

**Transparentní tepelné izolace** jsou materiály ze skla nebo plastu, které mají ve svých strukturách duté vlákno, jako poslední vývojový stupeň.

### 3.3.1. DODATEČNÉ TEPELNÉ IZOLACE

Dodatečně izolovat jakoukoli konstrukci je vždy složitější, než dobrou tepelnou izolaci udělat při stavbě.

K **zateplování** můžeme použít různé systémy využívající tepelnou izolaci, která je pak z vnějšku opatřena povrchovou úpravou, tj. obkladem, tenkovrstvou nebo klasickou omítkou. Druhou možností je použít tepelně-izolační omítku, která nám může pomoci při vytváření různých plastických reliéfů apod. Problém u tohoto materiálu je, že obvykle nelze aplikovat dostatečně silnou vrstvu, která by zajistila vysoký tepelný odpor, který můžeme dosáhnout např. nalepením 100 mm pěnového polystyrenu. U nižších tloušťek je konstrukční tloušťka tepelně-izolační malty stejná jako při použití např. pěnového polystyrenu, protože k jeho tloušťce musíme připočítat ještě lepicí materiál a tenkovrstvou povrchovou úpravu. Tam, kde je pod deskovou tepelnou izolací potřeba opravit omítku, může dokonce tepelně-izolační omítkou vyjít jako vhodnější řešení. Její výhodou je také nehořlavost a stejnorodost, takže nemůže docházet k prorýsování spár.

Ke **kondenzaci vody** dochází při nižších teplotách, a proto je lepší dodatečnou izolaci umisťovat na vnější povrch konstrukce, aby teplota nepoklesla, ale naopak stoupla.

Tepelnou izolaci můžeme dát na vnitřní stranu konstrukce pouze po propočtu, že nedojde ke kondenzaci! **Umístění tepelné izolace z vnější strany** má také obvykle tu výhodu, že nám odpadá řešení téměř neřešitelných tepelných mostů (např. v místech stropů či vnitřních stěn). K problematice dodatečných tepelných izolací je zapotřebí přistupovat velmi pečlivě a je nutné zvážit veškeré souvislosti. Pokud si necháme zpracovat nabídku od dodavatelské firmy, měli bychom požadovat tepelně-technické výpočty, a to ztrátu tepla za rok před a po zateplení, bilanci kondenzace vodní páry (tj. kolik vody za rok zkondenzuje a kolik se vypaří). Dále by mělo být jasné řešení všech detailů, zejména přichycení tepelné izolace k objektu, řešení parapetů, ostění, nároží, napojení na sokl a na atiku a případná další problematická místa. Ideální je nechat si řešení detailů zpracovat na počítači některým programem, který jasné ukáže slabší místa tepelných izolací a případné možné řešení.

**Zateplovací systémy** řeší komplexně dodatečné tepelné izolace u obvyklých staveb. Pro zateplení obvodových stěn je možné použít různé tepelné izolace, ale vždy je nutné, aby systém byl certifikován a jednotlivé složky systému (lepící malty, tepelné izolace, kotvicí prvky, povrchové úpravy, výztužné sítě) spolupůsobily. Pokud např. na zateplení použijeme nevhodnou lepící maltu, může dojít k odlepení izolace od podkladu či k separaci výztužné tkaniny, protože lepící malta k danému materiálu dostatečně nepřilne.

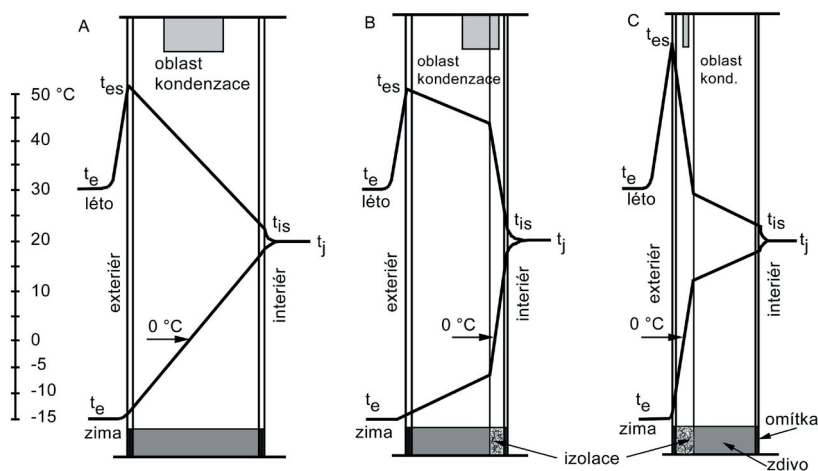
**Energetické vlastnosti budovy ovlivní zejména:**

- a. **volba pozemku a umístění budovy** v něm;
- b. **orientace ke světovým stranám** s ohledem na dopad přímého slunečního záření během roku, současné i v budoucnu předpokládané zastínění budovy okolní zástavbou, terénem a zelení, převládající směr větru;
- c. **tvarové řešení budovy** (kompaktnost tvaru, členitost povrchů);
- d. vyloučení, popř. omezení koncepčních příčin tepelných mostů v konstrukcích a výrazných tepelných vazbách mezi konstrukcemi;
- e. **vnitřní uspořádání** s ohledem na soulad vytápěcích režimů, tepelných zón a orientaci prostorů ke světovým stranám;
- f. velikost vytápěných a nepřímě vytápěných podlahových ploch (objemů) a jejich přiměřenost danému účelu;
- g. velikost prosklených ploch na jednotlivých fasádách;
- h. očekávané vnitřní tepelné zisky podle charakteru provozu aj.

Je potřeba mít na paměti i některé další zásady:

- a. **Vnitřní stěny**, stropy pod půdním prostorem a stropy nad suterénem musí být do tepelně technické koncepce zahrnuty stejně odpovědně.

- b. **Mimořádnou pozornost** je třeba věnovat tepelným mostům, dveřím a napojením.
- c. **Rozdíl ztrát prostupem tepla** na severní a jižní fasádě není tak velký, jak se často předpokládá. V závislosti na klimatických podmínkách se rozdíl pohybuje mezi 10-20 %.
- d. **Akumulační schopnost budovy** může pozitivně ovlivňovat energetickou bilanci budovy, zejména při pasivním využívání sluneční energie. Kvantitativně mají obě opatření (tepelná akumulace a snižování ztrát prostupem tepla) zcela odlišný rozsah: zatímco při využití tepelné akumulace je možná úspora okolo 10 %, energetický potenciál přídavnou tepelnou izolací je okolo 80 %.



Obrázek č. 1 – Vliv umístění tepelné izolace na průběh vlhkosti a teploty ve stavební konstrukci. A – jednoduchá stavební konstrukce; B – tepelná izolace na vnitřním líci; C – tepelná izolace na vnějším líci.

### 3.3.2. PŘÍNOSY ZATEPLENÍ

Přínosy zateplení je možné hodnotit ze dvou hledisek.

**Důvody ekonomické:**

1. sníží se provozní náklady;
2. možnost instalace menších zdrojů;
3. zkrácení topné sezóny;
4. investice do zateplení je návratná;

5. lepší využití prostorů budov.

#### **Důvody technické:**

1. odstraní se jedna z nejčastějších příčin růstů plísní, kterou je kondenzace vodní páry na vnitřním povrchu obvodových konstrukcí;
2. zlepší se tepelná pohoda v bytech;
3. vyšší a vyrovnanější povrchová teplota konstrukcí;
4. při vnějším zateplení se využije akumulčních vlastností budovy;
5. snižuje se přehřívání budovy v letních měsících;
6. sníží se zatížení topné soustavy;
7. otopný systém je možno provozovat při menším teplotním spádu;
8. sníží se teplotní dilatace konstrukce;
9. odstraní se příčiny přímého zatékání dešťové vody obvodovou konstrukcí;
10. zajistí se ochrana původního povrchu před agresivním prostředím; zlepší se akustické vlastnosti budovy;
11. příznivý dopad na životní prostředí.

### **3.3.3. TEPELNÉ MOSTY**

Tepelný most je místo v konstrukci, kde dochází k větším tepelným tokům. V praxi se pak projevuje chladnějším povrchem konstrukce v interiéru (pokud je exteriér chladnější než interiéru a dochází k prostupu tepla pouze vedením). Tento obecný pojem tepelných mostů pak můžeme ještě rozdělit na **tepelné mosty** vznikající ve vlastní konstrukci (různé kotvy, nosný rám či skelet, maltové lože cihel apod.). Druhý typ tepelných mostů je možné nazvat tepelnými vazbami, protože jde v podstatě o vzájemné ovlivňování tepelných toků ve dvou různých konstrukcích v místě jejich styku.

#### **Tepelné mosty tedy mohou být:**

1. **stavební** (napojení dvou konstrukcí, např. základ a stěna, stěna a okno či dveře, vstup potrubí);
2. **geometrické** (geometrické změny konstrukce, např. roh stěn);
3. **systematické** (v konstrukci se opakují místa s horšími tepelně izolačními vlastnostmi, např. spony, krokve mezi izolací ve střeše, maltové lože mezi cihlami).

**Vliv tepelných mostů** na tepelně-izolační vlastnosti konstrukce může být značný. Pokud byly realizovány stavby s poměrně slabými tepelnými izolacemi, pak byly procentuální tepelné ztráty tepelnými mosty minimální, neboť lineární činitelé prostupu tepla dosahují u špatně izolovaných staveb minimálních hodnot.

Dobře izolovaný dům s tepelnou izolací z pěnového polystyrenu tloušťky 16 cm, ale **bez vyřešených tepelných mostů** způsobujících zhoršení součinitele prostupu tepla  $U$  o  $0,25 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ , může mít stejné tepelně izolační vlastnosti jako dům s podstatně slabší tepelnou izolací tloušťky necelých 7 cm, ale s vyřešenými tepelnými mosty. Tento fakt je opomíjen hlavně proto, že si jej nikdo neuvědomuje. Vlastník domu s nevyřešenými tepelnými mosty si po nastěhování do něj myslí, jak šetří teplo, když má dobrou tepelnou izolaci zdí, podlahy i střechy. K jeho pocitu napomáhají i silně předimenzované zdroje vytápění.

Při malých tepelných odporech konstrukce je vliv tepelných mostů procentuálně zanedbatelný, ale při masivních tepelných izolacích (o které se v současném stavebnictví snažíme) může negativní **vliv tepelných mostů** způsobovat zvýšení tepelných ztrát objektu prostupem až o  $1/3$ .

*Ivana Tesaříková*

### 3.4. CO JSOU TO PASIVNÍ FAKTORY STAVBY?

Stručně řečeno je to **geometrické a dispoziční řešení budov, ovlivňující spotřebu energie na vytápění**. Jedná se o celý komplex problémů, které je při navrhování nutné zvažovat.

V praxi jsme většinou při navrhování nového domu omezení situováním pozemku, jeho vztahem k okolí, orientací vůči světovým stranám, orientací vůči komunikacím, minimálními vzdálenostmi, a celou řadou dalších faktorů.

Musíme si tedy **řádně promyslet, co bude naší prioritou**. Tvrdohlavé prosazování jen jednostranného pohledu na věc může mít za následek řadu nepříjemných komplikací. Proto je nutné vždy jednotlivé faktory posuzovat komplexně se stanovením priorit. Někdy jsou řešení jednoduchá a jasná od počátku, v některých případech to dá trochu přemýšlení.

#### **Jaká jsou základní pravidla?**

1. **volba vhodné orientace domu vůči světovým stranám** v návaznosti na vnitřní dispozice domu (tj. obytné místnosti by měly být situovány v jižní části domu, technické a technologické místnosti s minimem oken na severní straně);
2. **dostatečná tepelná izolace**, nebát se dům řádně zateplit;
3. **dům by měl mít vhodný tvar**, tedy obestavěný prostor by měl mít co nejmenší plochu venkovního pláště (tzn. kompaktní budova s jednoduchými liniemi bez zbytečných výklenků);

4. **kritický přístup k návrhu zasklených ploch v obvodovém plášti** (velikost na jižní straně je vhodné upravit dle tepelné bilance oken, tedy jsou-li u okenních otvorů větší tepelné zisky než-li ztráty, mohou volit velké zasklené plochy, v opačném případě volit velikost okenních otvorů dle doporučení ČSN<sup>1</sup>). Budeme-li hovořit o oknech s vysokým izolačním standardem (což by mělo být již normou), pak jejich umístění na jižní stranu objektu přináší tepelné zisky, při východní či západní orientaci jsou zisky a ztráty zhruba v rovnováze. Při orientaci na sever jsou ztráty oproti ziskům zhruba dvojnásobné.

To jsou oblasti, které bychom měli velmi odpovědně zvážit. Proto je lepší se hned v počátku poradit s odborníkem. Tato prakticky **beznákladová opatření** mohou ušetřit nejen značné provozní náklady, ale především vytvořit mnohem příjemnější vnitřní prostředí pro obyvatele.

Trochu jiným pohledem na pasivní faktory staveb je **vliv tvaru budovy na spotřebu tepla**. Čím je objekt kompaktnější (myšleno i kumulace většího počtu bytových jednotek do bytového domu), tím vykazuje nižší měrnou spotřebu oproti členitému (nebo samotně stojícímu).

*Ivana Tesaříková*

## 4. Zdroje energie a vytápění

Zdroje energie v tepelných soustavách vytápěných objektů můžeme v zásadě rozdělit do několika skupin podle typu vstupující energie (paliva) do soustavy. Vzhledem k pojetí této publikace se zaměříme především na soustavy rodinných domů, menších bytových domů, tedy obecně menších objektů.

**Podoba vstupující energie** do tepelné soustavy:

1. elektřina;
2. plyn;
3. biomasa;
4. solární energie;
5. fosilní paliva (pevná i kapalná);
6. geotermální (elektřina);
7. kombinace.

V případě rodinného domu, který bude sloužit jako modelový příklad, se **tepelná soustava** rozpadá na otopný systém a přípravu teplé užitkové vody (TUV). Zdroj energie může být různý, resp. může využívat různé podoby energie. Rozhodnutí, který zdroj bude použit, je velmi důležité a závisí nejen na přáních investora či projektanta, ale také na možnostech v místě realizace stavby.

**Dostupné druhy energie** (plynová přípojka, dostatečně dimenzována elektrická síť, snadná dostupnost dřeva apod.) mohou výrazně omezit náš výběr. Pokud máme výběr dostatečně široký musíme zvážit **vlastní priority a požadavky**. Těch je celá řada:

1. jaký předpokládáme investiční rozpočet;
2. jaká bude předpokládaná tepelná ztráta objektu;
3. jaký bude mít provozní režim;
4. jaká výše provozních nákladů (se započítáním trendu změny cen paliv) je pro mě akceptovatelná;
5. jaký požaduji komfort obsluhy...

V mnoha případech se používá kombinace dvou (výjimečně i více) zdrojů energie v tepelné soustavě. Může to být například jiný zdroj pro otop a jiný zdroj pro přípravu TUV. Nejsou však výjimkou ani kombinace zdrojů v otopné soustavě či v soustavě přípravy TUV.

### **Co je lepší? Používat jen jeden zdroj nebo kombinovat zdrojů více?**

Odpověď není jednoznačná a záleží na konkrétním případě. V případě jednoho zdroje (například napojení celého domu jen na přívod elektrické energie) je výhoda v možnosti výhodných tarifů, snížení investičních nákladů (budují jen jednu přípojku), systémy v objektu jsou jednoduché a jednoho druhu. Výhoda však zároveň představuje i nevýhodu. Tou je závislost na jediném zdroji (dodavateli), náchylnost objektu ke kolapsu provozu v případě přerušení dodávky daného zdroje energie, náchylný k havarijním stavům (problém může nastat při havárii sítě, delším výpadku při nízkých venkovních teplotách).

Volba otopné soustavy i způsobu přípravy TUV je nedílnou součástí rozhodovacího procesu. Jde o závislý proces. **Výběr zdroje, otopné soustavy a systému přípravy TUV je problém spojených nádob.** Výběr jednoho či druhého ovlivňuje první i třetí atd. Pokud váháte, čím při rozhodování začít, zkuste to následovně:

1. Jaké zdroje jsou dostupné (sítě)?
2. Jak bude objekt velký, jaká bude tepelná ztráta a provozní režim?
3. Co preferuje investor resp. uživatel, tedy vy?
4. Výše vložených investic, provozní náklady; tedy porovnání návratnosti jednotlivých možností.

Tím výčet rozhodně nekončí, ale pro základní orientaci postačí. Typy

---

<sup>1</sup> Velikost oken by neměla z hlediska energetického překračovat doporučenou hodnotu dle ČSN 73 0540. Plocha oken by neměla překročit hodnotu odpovídající 15 % plochy podlahové, pokud se z důvodů potřeby denního osvětlení nepožaduje okno větší.

a možnosti otopných soustav a systémů přípravy TUV jsou uvedeny na jiném místě této publikace<sup>1</sup>.

Chcete-li, aby provozní náklady na vytápění objektu a přípravu TUV byly co nejmenší, je nutné, aby měl objekt optimální tepelně-technické vlastnosti, nainstalován optimální zdroj tepla, optimální otopný systém, a to vše spojeno s optimální regulací.

*Marie Kubešová, Libor Lenž*

## 4.1. JAKÝ ZDROJ VYBRAT – EKONOMIKA DOMÁCNOSTI Z HLEDISKA CEN ENERGIÍ

Stále nereálné ceny energií a jejich nesprávný poměr ovlivňují negativně celý sektor energetiky, a to jak ve výrobě, tak i v distribuci. Nejednoznačná energetická politika státu neumožňuje obyčejnému spotřebiteli perspektivní a optimální ekonomické rozhodnutí v oblasti energetického zdroje.

Vývoj cen energií má, a stále bude mít, stoupající tendenci a je ovlivněn zejména ekonomickou a politickou situací v ČR a rovněž evropskými tendencemi při postupném vyrovnávání cenových hladin jednotlivých druhů energií.

### 4.1.1. CENTRÁLNÍ ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM

Centrální zásobování teplem – **CZT** je způsob výroby, přepravy a distribuce tepla jednotlivým spotřebitelům. Podobně jako ostatní druhy energií (elektřina a zemní plyn) je teplo dopraveno z místa výroby v centrálním zdroji prostřednictvím potrubní rozvodné sítě do míst spotřeby. **Teplo je přepravováno prostřednictvím teplonosné látky**, což je v převážné většině voda v kapalném nebo plynném skupenství. V místě výroby je do teplonosného media vložen tepelný potenciál ohřátím na přepravní teplotu a v místě spotřeby je tepelný potenciál odevzdán tepelnému spotřebiči. Teplo je využíváno na nejrůznější účely pro vytápění, vzduchotechnická zařízení, pro ohřev TUV a pro různé technologické účely.

**Hlavním důvodem vzniku soustav CZT je efektivní a ekonomická výroba tepla na velkých zdrojích a také nižší dopad jejich provozu na životní prostředí.** Důležitým předpokladem je samozřejmě i ekonomická přeprava a distribuce. Přes vysoké investiční náklady a technickou náročnost centrálních variant, byly tyto pro své ekonomické a ekologické výhody upřednostněny.

Klasické soustavy CZT, vybudované ve druhé půli minulého století, sestávaly ze **zdroje**, který byl buď parní nebo horkovodní. Na zdroj navazovala parní nebo horkovodní primární **distribuční síť**. Mezi zdroj a distribuční systém byla vložena **výměňiková stanice pára** – horká voda nebo pára – teplá voda a systém byl pak

buď horkovodní nebo teplovodní, obvykle v závislosti na rozsahu a velikosti distribučního areálu. Na primární parní nebo horkovodní systém navazují **blokové výměňikové stanice**, ve kterých je primární medium transformováno na teplou vodu s parametry pro přímé vytápění a kde je připravována také TUV. Obě media jsou pak rozváděna sekundárním potrubním systémem do míst spotřeby.

**Klasická primární soustava** je dvoutrubková a **klasická sekundární soustava** je čtyřtrubková. Malé soustavy mohou být řešeny jednoduše jako teplovodní, kdy vypadává primární sít' a výměňikové stanice, a teplá voda případně TUV jsou na místa spotřeby distribuovány přímo ze zdroje. V takových soustavách dochází ke značným ztrátám při distribuci, především v sekundárních čtyřtrubkových rozvodech. Ztracené teplo musí zaplatit koneční spotřebitelé, a tak se cena tepla z centrálních soustav zvyšuje a stává se konkurenčně neschopnou zejména vůči zemnímu plynu.

Po roce 2000, kdy dochází k postupnému odbourávání dotací tepla a tím k jeho dalšímu zdražování, je vyvíjen tlak jednak na rekonstrukce a modernizace soustav tak, aby zůstaly zachovány výhody CZT, jednak aby se zvýšila **konkurenceschopnost ceny tepla ze soustav CZT** oproti decentralizovaným systémům především na bázi zemního plynu. Životnost systémů starých 30 a více let se vyčerpává a poruchy a závady na zařízení prohlubují problémy s centralizovaným zásobováním. V těchto letech dochází k útěku od centralizovaných soustav budováním decentralizovaných zdrojů tepla především podnikatelskými subjekty, a tím se snižuje počet odběratelů a množství odebíraného tepla. **Důsledky tohoto negativního vývoje** dopadají především na obyvatele bytových domů a spotřebitele tepla, kteří nemají ani dostatek finančních prostředků ani mnohdy technické možnosti nahradit odběr tepla z CZT vybudováním vlastního zdroje. Také ekologické důsledky tohoto vývoje jsou negativní.

V této době přichází řada podnikatelských subjektů na trh s různými způsoby financování a provozování rekonstruovaných a modernizovaných soustav CZT, kdy velmi zjednodušeně řečeno, jsou náklady na rekonstrukce a modernizace systémů spláceny z úspor tepla při budoucím provozu. Tímto způsobem se podařilo s větším či menším úspěchem modernizovat řadu existujících centralizovaných tepelných systémů.

**Modernizované soustavy CZT** jsou technicky řešeny vesměs jako dvoutrubkové s domovními předávacími stanicemi. Soustava je dle zvolených parametrů teplotnosného media buď horkovodní nebo teplovodní a ze zdroje je teplo dopravováno potrubním systémem přímo do předávacích stanic na paty domů, které zásobuje. V předávacích stanicích jsou parametry teplotnosného media

---

<sup>1</sup> Otopné soustavy – kapitola 5.2.; Příprava TUV – kapitola 5.4.

upraveny na hodnoty potřebné k vytápění a je tam též připravena TUV. Tím jsou eliminovány ztráty tepla, které vznikaly v dřívějších sekundárních rozvodech. Spolu s technologií **předizolovaných trubek**, které jsou nyní pro distribuci tepla používány, to vede k podstatnému snížení tepelných ztrát při distribuci tepla, ke snížení reálné ceny tepla a ke snížení emisí úsporami paliva.

Stále ještě existují možnosti dalšího zefektivnění soustav CZT, a to modernizací zdrojů tepla, modernizací spalovacích procesů, vytěšňováním fosilních paliv netradičními zdroji tepla, zejména použitím zdrojů na biomasu apod. Spolu s efektem ekonomickým to přináší **příznivé dopady ekologické**, snižováním produkce skleníkových plynů. Specifickou možností, jak velmi efektivně vyrábět levné teplo je ekologické spalování komunálního odpadu při současné výrobě tepla a elektrické energie a jeho dodávkách do distribučních soustav.

*Petr Wirth*

#### 4.1.2. ELEKTRICKÉ ZDROJE VYTÁPĚNÍ

Obliba elektrických zdrojů vytápění byla motivována především politikou vlád, které však ve většině případů své sliby nedodržely a následky nesli jednotliví uživatelé. Výrazným motivem byla a je také nedostupnost jiného zdroje energie nebo požadavek na absolutní bezobslužnost systému.

**Základní vlastnosti elektrického vytápění** společné pro všechny typy v níže uvedeném výčtu jsou následující:

- vysoká účinnost přenosu;
- nevyžadují pracnou či špinavou manipulaci (jako jiná paliva);
- přispívá ke zlepšení ovzduší dané lokality (chráněné krajinné oblasti, rekreační zóny apod.);
- eliminuje problém s likvidací odpadů.

Elektrickou energii můžeme na teplo přeměnit různými způsoby a prostředky. Od klasických teplovodních elektrokotlů, přes akumulární kamna, přímotopy, sálavé panely, topné kabely v podlahovém topení, elektrická topná tělesa s ventilátorem po tepelná čerpadla.

Obecně **způsoby vytápění elektrickou energií** můžeme rozdělit na:

1. Akumulační – akumulární kamna.
2. Hybridní kamna
3. Akumulační – akumulární nádrž.
4. Přímotopy.
5. Sálavé topení.

Jednotlivé popsané způsoby mohou využívat různých technických prostředků k výrobě tepla. V dnešní době nabývají na oblibě tepelná čerpadla, která pomocí dodané elektrické energie (k pohonu kompresoru) mohou převádět nízkopotenciální teplo vnějšího prostředí (vzduchu, vody, země) na teplo o vyšším potenciálu, které lze využít k vytápění i přípravě TUV. Základní informace o tomto alternativním způsobu elektrického vytápění jsou uvedeny v kapitole 7.6.1. Tepelná čerpadla.

*Petr Belica*

### 4.1.3. PLYNOVÉ ZDROJE VYTÁPĚNÍ

Plynové zdroje tepelných soustav jsou velmi časté díky rozsáhlé plošné plynifikaci provedené na území České republiky, ale také díky výhodám, které plynové zdroje skýtají.

V současné době je soustava napájena **zemním plynem**, který je k nám dovážen ze zahraničí. Kromě vytápění může zemní plyn sloužit také **k ohřevu TUV** formou průtokového ohřevu (karmy) nebo nahřívání integrovaného či externího zásobníku TUV prostřednictvím kotle na plyn. Kromě toho zemní plyn slouží také **k vaření**. Z pohledu univerzálního využití je plyn srovnatelný s elektřinou.

Zemní plyn však není jediným plynným palivem, které se pro vytápění využívá. Kromě něj se můžeme setkat s **propan-butanem** (tedy tzv. LPG - zkapalněným), výjimečně i **bioplynem** nebo **skládkovým plynem**. Z našeho přehledu také vynecháme plynové přímotopy, od jejichž používání se ustupuje.

Vzhledem k rozšíření zemního plynu a celé řadě výrobců plynových zařízení je možné si vybrat opravdu z velmi rozsáhlé nabídky. Dělení plynových kotlů (kotelen) podle různých hledisek je mnoho, omezíme se jen na některá základní.

**Z hlediska montáže** rozlišujeme kotle na:

1. **Stacionární** – jde o kotle určené pro umístění do kotelny, kotle stojí na podlaze.
2. **Závěsné** (nástěnné) – jde o kotle určené i pro montáž do interiérů (koupelen, kuchyní), jsou umístěny na zdi.

Z pohledu **přívodu vzduchu** rozdělujeme plynové hořáky kotlů na:

1. **Atmosférické hořáky** – spalovací vzduch se přivádí z prostoru kotelny, spaliny jsou odváděny do vnějšího prostředí kouřovodem.
2. **Přetlakové hořáky** – spalovací vzduch je do spalovací komory vháněn ventilátorem a vytváří přetlak; určitou podskupinu tvoří hořáky s uzavřenou spalovací komorou (tzv. turbo), spalovací

vzduch se přivádí z vnějšího prostředí přes stěnu budovy a spaliny jsou odváděny stejným způsobem.

Důležité je i rozdělení **podle kotlové konstrukce** na:

1. **konvenční** – navržen pro provoz se suchými spaliny, nejnižší dovolená teplota vstupní vody do kotle je omezena na 60 °C, teplota spalin bývá v rozsahu 120 – 180 °C;
2. **nízkoteplotní** – je navržen pro provoz se suchými spaliny, ale teplota vstupní vody může klesat na hodnotu kolem 35 °C, teplota spalin se pohybuje mezi 90 až 140 °C, za určitých podmínek může dojít ke kondenzaci vodní páry v kotli, proto je teplosměnná plocha vyrobena z materiálu odolnějšího vůči korozi;
3. **s využitím spalného tepla (kondenzační)** – navržen záměrně pro kondenzační provoz, přímo v kotli dochází ke kondenzaci vlhkosti z vodní páry obsažené ve spalínách, teplota spalin se pohybuje v rozsahu od 40 do 90 °C.

Nebudeme se zabývat podrobně jednotlivými druhy, jen si uvedeme některé základní informace, které jsou důležité pro rozhodování.

Výkon a typ plynového kotle závisí na celé řadě faktorů. Jde především o tepelně-izolační vlastnosti stavby, typ otopné soustavy atd. Samozřejmostí je nutnost plynové přípojky k objektu. Obecně je možné doporučit snažit se při komplexním návrhu stavby docílit nízkoteplotního otopného systému, který umožňuje použít kotle s kondenzační technikou. Další informace o otopných systémech naleznete v kapitole 4.2. Typy otopných soustav a jejich vhodnost.

**Kondenzační kotle** využívají efektu kondenzace vodní páry ve spalínách. Obvyčejné kotle přeměňují na teplo pouze část energie obsaženou v palivu, tzv. výhřevnost. Část energie však odchází se spaliny v podobě vodní páry. Kondenzační technologie ochlazuje vodní páru, která kondenzuje na vodu. Při tomto procesu se uvolňuje tzv. kondenzační teplo, čímž se využívá celé **spalné teplo**<sup>1</sup> obsažené v palivu. Kondenzační teplo může tvořit až 11 % spalného tepla. **Teplota rosného bodu** spalin zemního plynu (při ideálním spalování tj. bez přebytku vzduchu) je 58 °C. Jakmile teplota spalin dosáhne této nebo nižší teploty, vodní pára obsažená ve spalínách začne kondenzovat.

**Plynové kotelny** (kotle) obecně se vyznačují také velmi dobrou možností regulace. Ať už jde o regulaci kotle (vypnout – zapnout), teploty výstupní vody, plynulou modulaci hořáku (např. systém UBA), kaskádovou regulaci u větších systémů apod. Je však nutné připomenout, že kotel by měl mít výkon, který odpovídá tepelné ztrátě objektu (pochtivě spočítané) nebo být o něco menší v případě existence sekundárního zdroje (např. krbové vložky). **Možnosti regulace** by měly

odpovídat standardnímu provoznímu režimu, který je provozován na teploty vyšší než výpočtová teplota pro kalkulaci tepelných ztrát (kolik dní v roce klesne teplota na  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ??).

Jaké jsou **výhody plynového zdroje**?

1. vzhledem k rozšíření plynových kotlů existuje na trhu velké množství různých typů je z čeho vybírat;
2. jsou relativně ekologické; mají nižší obsah škodlivin (především prachu, oxidu siřičitého, oxidu uhelnatého) než pevná paliva; díky úpravám konstrukcí se podařilo podstatně snížit i emise  $\text{NO}_x$ ;
3. palivo je ke spotřebiteli dopravováno bez energetických přeměn a ztrát;
4. uživatelé nemusejí budovat žádná zařízení pro skladování paliva;
5. komfortní obsluha;
6. snadná regulovatelnost;
7. žádné odpady (až na kondenzát u kondenzačních kotlů).

Jaké jsou **nevýhody plynového zdroje**?

1. spalujeme vyčerpatelné fosilní palivo;
2. zemní plyn je importovaná strategická surovina;
3. může podléhat cenovým výkyvům;
4. závislost na monopolním dodavateli;
5. není obecná dostupnost plynu (plynofikace).

Zvláštní skupinou „kotlů“ na plyn jsou **kogenerační jednotky**. Základní informace i nich naleznete v kapitole 6.6.2. Kogenerační jednotky.

#### 4.1.4. ZDROJE NA PEVNÁ FOSILNÍ PALIVA

Používání kotlů na fosilní paliva bylo na ústupu po plošné plynofikaci. Bohužel s vývojem ceny zemního plynu nastala určitá renesance tohoto druhu paliva. Jako **palivo** slouží především černé a hnědé uhlí, uhelné kaly, lignit, koks apod.

Ani u kotlů na pevná fosilní paliva se nezastavil vývoj. Hlavními trendy vývoje bylo především zvýšit komfort obsluhy (prodloužení doby mezi doplňováním paliva), zlepšit účinnost a snížit emise škodlivin. Proto se v posledních letech objevovaly na trhu kotle na uhlí s násypkami, spalínovým ventilátorem a potřebnou regulací (včetně pokojového termostatu), které mají výrazně **vyšší komfort obsluhy**. Doba mezi doplňováním paliva se prodloužila i na několik desítek hodin ba i dnů (v závislosti na typu kotle a okolních podmínkách).

Dalším způsobem bylo **použití zplyňovacích technologií** pro společné spalování dřeva a uhlí. Zplyňování je v podstatě pyrolitická destilace při nedostatku vzduchu. Plyn takto vzniklý se spaluje na trysce s přívodem přehřátého sekundárního vzduchu (ten je dodáván termostatem řízeným ventilátorem). Účinnost těchto kotlů je vyšší.

Při úvahách o pořízení kotle na pevná fosilní paliva je potřeba pečlivě zvážit (spočítat) potřebný výkon tak, aby kotel pracoval v co nejvýhodnějším režimu. Proto je u těchto zdrojů **velkou výhodou zásobník** (akumulátor), který je schopen nakumulovat určité množství tepelné energie ve formě ohřáté vody. Voda v zásobníku je ohřívána na danou teplotu, a poté může být použita k zásobování otopného systému. Kotel tak může pracovat v optimálním režimu (kolem 100 % výkonu), dochází k lepšímu využití paliva i snížení škodlivin vypouštěných do ovzduší.

Kotle na pevná paliva mají řadu **nevýhod**:

1. nízký komfort obsluhy a pracnost;
2. špatná regulovatelnost výroby tepla, problém optimálního výkonu a způsobu obsluhy (mnohdy se stává, že kotle jsou provozovány v nevhodných provozních režimech, což způsobuje zvýšení emisí);
3. nutnost skladovacích prostor;
4. nutnost likvidovat tuhé zbytky hoření (popel);
5. vyšší produkce emisí obecně.

Za výhodu bychom mohli považovat snad jen **nižší cenu paliva**, což však už nemusí být za všech okolností pravda. S tímto typem kotlů však musíme počítat i na místech, kde nejsou dostupná jiná paliva. Často se vyskytují i jako **alternativa k plynovému kotli** v místech s plošnou plynofikací, jelikož vytápění samotným plynem by si uživatelé nemohli z finančních důvodů dovolit. V těchto případech by se mělo raději volit dodatečné **zateplení objektu** se snížením spotřeby primárního paliva (tedy plynu).

*Marie Kubešová, Libor Lenža*

#### 4.1.5. ZDROJE NA BIOMASU (DŘEVO)

Obliba kotlů na biomasu, především kusové dřevo, opět roste. Na našem trhu existuje již několik solidních výrobců kotlů. Technický vývoj pozitivně poznamenal i technické a uživatelské parametry řady kotlů na biomasu od výkonové řady určené

<sup>1</sup> Spalné teplo – je množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením jednotkového množství plynu a daného množství kyslíku o počátečních teplotách 25 °C při ochlazení spalín opět na teplotu 25 °C.

pro rodinné domky až po kotle o výkonech řádově MW.

V posledních letech se na některých místech začíná objevovat určitý **lokální nedostatek dřevní hmoty**. Je způsoben jednak zvýšením počtu uživatelů kotlů na dřevo a změnou využívání lesních porostů. Na druhou stranu však v lesích, stráních, kolem cest apod. zůstává značný objem dřeva, které se zatím energeticky nevyužívá pro jeho problematickou dostupnost a ekonomickou nevýhodnost.

Kromě klasických kotlů na dřevo, jako zdroje tepelné soustavy, se v posledních 10 letech zvýšil a neustále zvyšuje počet instalací a aktivního využívání **krbových vložek i klasických kamen**. Krbové vložky jsou koncipovány buď na **vytápění teplým vzduchem** (teplovzdušné) nebo jsou vybaveny **výměníkem**, který může sloužit jako hlavní nebo druhotný zdroj pro otopnou soustavu i přípravu TUV. Další informace o teplovzdušném vytápění jsou uvedeny v kapitole 4.2.3. Další typy otopných soustav.

Srdcem každého kotle na dřevo (dřevní hmotu, biopalivo) je topeniště. Podle tepelného výkonu, místa používání, typu paliva a případné kombinace paliv se rozlišuje několik skupin **topenišť** na spalování biomasy.



Obrázek č. 2 – Moderní automatické kotle na peletky české výroby.

První skupinou jsou **dřevozplyňující kotle pro rodinné domky a menší budovy** (výkon 20 – 100 kW) s charakteristickým provedením horního zásobníku – zplyňovače paliva, středovou tryskou hořících plynů s přívodem sekundárního vzduchu, prohořovací komorou a systémem teplosměnných ploch. Zplyňovací komora je plněna kusovým palivem, jehož zásoba vydrží 4 - 8 hodin trvalého provozu. Těchto kotlů bylo na český trh dodáno asi 30 000 kusů a jejich cena se pohybuje

od 20 000 do 50 000 Kč. Jako palivo slouží polínkové dříví s délkou do 50 cm a průměrem do 15 cm nebo dřevní a slaměné brikety.

**Automatické kotle na spalování dřevní štěpky a pelet** s obvyklým tepelným výkonem 100 – 600 (1 000 kW) určené pro větší budovy a menší komplexy budov jsou tvořené mechanizovanou násypkou paliva, šnekovým vkladačem, topeništěm s vynášecím šnekovým dopravníkem popele, dohořovací komorou a soustavou teplosměnných trubek. Topeniště, dohořovací komora a teplosměnná část jsou umístěny nad sebou a v některých případech jsou snadno od sebe z důvodů oprav

oddělitelné. Pro vytápění rodinných domků jsou to **kotle na peletky** s výkonem 12 – 50 kW.

**Výhody** kotlů na biomasu (především dřevo):

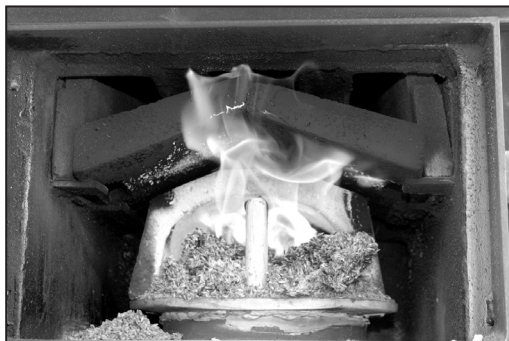
1. slušný výběr výrobců a výkonových řad;
2. možnost spalovat odpadní dřevo;
3. možnost připravit si palivo sami;
4. relativní cenová dostupnost paliva;
5. u moderních kotlů provozovaných v optimálních podmínkách nižší emise škodlivin;
6. možnost bezproblémové náhrady za stávající kotle na fosilní paliva;

Kotle na dřevo (biomasu) mají i určité **nevýhody**:

1. nižší uživatelský komfort;
2. výhledová možnost nedostatku paliva;
3. nutnost skladových prostor či ploch.

V poslední době se v oblasti vyšších výkonů rychle rozšiřují teplovodní a parní kotle specializované na spalování především dřevního a zemědělského odpadu. **Moderní kotle** na spalování biomasy se již nepodobají jejím předchůdcům, které známe z kotlen na uhlí. Jsou obvykle vybaveny kvalitní elektronikou a ve funkcích vůbec nezaostávají za kotli plynovými.

Pro rodinné domky jsou vhodné automatizované kotle na dřevní peletky. Nejrozšířenější jsou stále ještě klasické spalovací kotle na kusové dřevo. Přes všechny problémy, které provází spalování biomasy (hlavně dřeva), jde o oblast, kde **existují značné rezervy** z hlediska využití obnovitelných zdrojů energie.



*Obrázek č. 3 – Pohled do spalovací komory moderního automatického kotle na pelety.*

*Libor Lenža*

#### 4.1.6. OSTATNÍ ZDROJE...

O dalších zdrojích energie v tepelných soustavách se zmíníme okrajově.

Určitého rozvoje a rozšíření se dočkaly i systémy se zkapalněným plynem (LPG). Tato kategorie však patří do kotlů na plynná paliva.

**Využití kapalných paliv** není u nás příliš rozšířeno. Tento stav je výsledkem relativně vysoké ceny paliv, palivového hospodářství a souvisejících zařízení. Určitou výjimku tvoří kotle o nízkých výkonech využívající jako palivo extra lehký topný olej (LTO). Nedošlo však k širšímu uplatnění. Existují i kombinace plynových kotlů s možností přepojení na LTO.

Existují i topné systémy, které využívají **solární energii**, kterou akumulují do zásobníku nebo využívají přímo. V drtivé většině se nejedná o hlavní zdroj pro otopnou soustavu, ale pouze o zdroj doplňkový. Pokud není vybudován akumulární zásobník s dostatečně velkou kapacitou, vzniká problém časového nesouladu mezi svitem Slunce a potřebou tepla. Přímý osvit Sluncem se dá mnohem levněji využít díky dobrým pasivním faktorům stavby.

Velmi podobně je to i s **energií větru**, která se dá přímo využít například k temperování rekreačních objektů nebo přímému ohřevu (dohřevu) TUV. V praxi však tyto systémy využívány nejsou z důvodů značných komplikací a především nedostatečného větrného potenciálu na většině území ČR.

Velmi perspektivní metodou je využití geotermálního potenciálu prostřednictvím **tepelných čerpadel** poháněných elektrickou energií. K této problematice se podrobněji vrátíme v kapitole 6.6.1. Tepelná čerpadla.

*Marie Kubešová, Libor Lenž*

## 4.2. TYPY OTOPNÝCH SOUSTAV A JEJICH VHODNOST

V žádném případě bychom neměli podceňovat volbu a kvalitní projekt otopné soustavy, která se na dlouhá léta stává prostředkem k udržení přijatelné nebo ideální tepelné pohody v objektech.

Obecně můžeme otopné soustavy rozdělit na:

1. **teplovodní vytápění** – využívající pro přenos energie do místností vodu, která se vychlazuje v otopných tělesech či plochách;
2. **teplovzdušné vytápění** – využívající pro přenos tepelné energie přímo vzduch, který je rozváděn po jednotlivých místnostech;
3. **parní soustavy** – jsou ještě využívány pro rozvody CZT, rozvody ve velkých objektech (v posledních letech se od nich ustupuje);
4. **méně obvyklá teplotonosná látka.**

V praxi může docházet k jejich kombinaci.

Omezíme-li se jen na běžné vytápění rodinných a bytových domů, lze rozdělit soustavy dle teplotního spádu:

1. **teplovodní** – teploty média jsou vyšší, kdysi používaný teplotní spád<sup>1</sup> 90/70 °C, dnes jsou navrhovány teplotní spády 75/65 °C;
2. **nízkoteplotní** – teploty média jsou relativně nízké, využívají se v nízkoteplotních systémech, vesměs v objektech s malou tepelnou ztrátou, teplotní spád činí např. 50/40 °C. Využívají se především u velkoplošných otopných soustav.

Podíváme-li se na **otopné soustavy z pohledu otopných ploch** (těles), pak je můžeme rozdělit do dvou velkých skupin:

1. **klasické<sup>2</sup> otopné systémy s otopnými tělesy** (radiátory);
2. **velkoplošné otopné soustavy**, které dále dělíme na:
  - a) podlahové teplovodní systémy;
  - b) stěnové teplovodní systémy;
  - c) stropní teplovodní systémy (dnes se prakticky nepoužívají).

Důležité je i rozdělení, které do určité míry kopíruje rozdělení předchozí. Jde o rozdělení **podle sdílení tepla** (jakým fyzikálním procesem sdílení tepla je teplo předáváno do místnosti):

1. **převážně konvekční** – jde o klasické otopné systémy využívající radiátory, které menší část energie předávají sáláním do prostoru; většinu tepla předávají pomocí proudění (konvekce) – ohříváním vzduchu v místnosti;
2. **převážně sálavé** – jde o systémy, kde se většina tepelné energie do místnosti předává sáláním, menšina prouděním.

V současné době existuje řada materiálů, které jsou využívány pro **rozvody topné vody** v objektech. Dříve hojně používané **ocelové trubky** jsou dnes využívány většinou jen v průmyslu, u velkých objektů a soustav. U domácích soustav (především rodinných domů) jsou stále více využívány trubky **měděné, plastové** (ze speciálních druhů plastů) nebo **vícevrstvé** (kombinace plastů a hliníku). O vhodnosti konkrétního typu rozvodů je potřeba se poradit s projektantem.

Zajisté bychom našli i další možné dělení, ale pro naše účely nám to postačí. Dále se budeme zabývat pouze klasickými a velkoplošnými soustavami. Pomineme

<sup>1</sup> Teplotní spád představuje návrhovou teplotu, pro kterou se otopný systém navrhuje; teplotní spád 75/65 °C znamená, že teplota vody vstupující do otopných těles je 75 °C, voda vystupující z otopných těles má teplotu 65 °C.

tak několik historicky využívaných systémů, jejichž použití je dnes spíše okrajové.

#### **4.2.1. KLASICKÉ SOUSTAVY – PŘEVÁŽNĚ KONVEKČNÍ**

Klasickou soustavou máme na mysli otopnou soustavu se zdrojem, rozvody a otopnými tělesy. Tento systém je v současnosti nejrozšířenější.

Převážná většina tepelné energie je předávána do místnosti **díky proudění vzduchu** ohřátého od otopných těles (radiátorů). Uspořádání otopného systému je relativně jednoduché. Teplo vyrobeno ve zdroji je vedeno v podobě ohřáté vody systémem trubních rozvodů do místností k jednotlivým otopným tělesům, radiátorům.

Možností konkrétního uspořádání je řada. Dnes se začínají prosazovat především systémy s malým objemem vody (možnost rychlého náběhu otopné soustavy), plochými deskovými radiátory (zvyšují sálavou složku) vybavenými termostatickými ventily, které díky individuální regulaci každého otopného tělesa dokáží uspořit značné množství energie.

Používaných konstrukcí **otopných těles** je celá řada (deskové, žebrové, trubkové, prosté zebrované registry). Z materiálů se prosazuje ocel, hliník. Velký výběr existuje i v rozměrech a výkonech. Je také možné otopná tělesa zabudovat do podlahy. Jedná se o podlahové teplovodní konvektory, které mohou být pro lepší přenos tepla vybaveny ventilátorem.

Již zmiňovanou výhodou převážně konvekčních systémů je jejich rychlá reakce na požadovanou změnu teploty v místnosti. To znamená, že jsou schopny relativně velmi rychle dosáhnout v místnosti požadované teploty. Nemají však žádnou samoregulační schopnost.

Tyto systémy bývají velmi často používány při rekonstrukcích starších objektů, kdy není možné z různých důvodů použít systémů velkoplošného vytápění. Výhodou také bývá jejich **příznivější pořizovací cena**. U nových objektů se stále více prosazuje jiný typ otopné soustavy.

#### **4.2.2. VELKOPLOŠNÉ OTOPNÉ SOUSTAVY**

Velkoplošné otopné soustavy dělíme do dvou velkých skupin:

1. **podlahové vytápění;**
2. **stěnové vytápění.**

Tento typ soustav se využívá především **v nízkoenergetických domech**

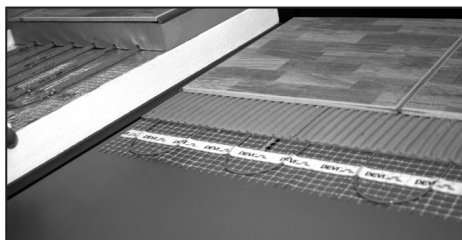
---

<sup>2</sup> Někdy jsou také označovány jako konvekční systémy (konvekce = proudění).

**a domech s dostatečnými tepelně izolačními vlastnostmi.** Velkoplošné vytápění podlahou či stěnou se vyznačuje relativně nízkými teplotami povrchu. Mnohdy se nedá do místnosti dodat tímto systémem tolik tepla, aby to stačilo na pokrytí tepelných ztrát místnosti. Proto je někdy nutné kombinovat například podlahové vytápění se stěnovým nebo konvekčním. Typickým příkladem jsou koupelny, kde je požadovaná vyšší teplota, avšak plocha podlahy není schopna při dodržení hygienicky přípustných teplot podlahy krýt tepelnou ztrátu. Pak se podlahový systém doplňuje např. stěnovým topením (instalovat vždy na vnitřní stěnu) nebo klasickým radiátorem. Z hlediska dosažení potřebného efektu s co nejmenšími náklady pak doporučujeme osazení radiátoru.

U velkoplošného vytápění se výrazně uplatňuje **samoregulační efekt**. Zvyšuje-li se teplota vzduchu v místnosti, snižuje se výkon předávaný do místnosti podlahou. Výkon klesá přibližně o 11 % na každý ohráty stupeň Celsia. Efekt vede ke značným úsporám paliva.

Z hlediska tepelné pohody je pro člověka příjemné teplo od nohou. Nesmí se to však přehánět<sup>3</sup>, a vždy bychom se měli při realizaci držet **kvalitní projektové dokumentace** a nepouštět se do oblasti „lidové tvořivosti“. Častým problémem je snaha pokládat topné trubky podlahového topení s malou roztečí. Obecně platí, že pokládání s roztečemi menšími než 20 cm je v podstatě úplně zbytečné (ba co více, je to mrhání penězi). Položení topných trubek s menší roztečí má z hlediska zvýšení otopného výkonu minimální přínos. Montáž podlahového otopného systému v místnosti ke spaní je naprosto zbytečná.



*Obrázek č. 4 – Nabídka systémů velkoplošného podlahového vytápění je velmi bohatá. Zbývá jen si vybrat optimální variantu pro váš dům.*

Ve většině případů je vytápěná podlaha pokryta dlažbou na vrstvě betonu, což zajišťuje dobrý přenos tepla do místnosti a navíc vrstva betonu slouží jako akumulční hmota. Dnes se však dá podlahové topení realizovat i suchým postupem, za použití jiných povrchů (vlysy, laminátové desky apod.), musí však být zohledněn horší přenos tepla do místnosti.

**Určitou nevýhodou** velkoplošného vytápění je velmi pomalá reakce na požadované změny teploty v místnosti a velká setrvačnost. U stěnového topení, kde je objem nahřívajícího materiálu menší (většinou jen omítka) jsou tyto nevýhody méně výrazné. To je potřeba zohlednit nejen v systému regulace (při časování změn), ale také v provozu a programovém nastavení regulátoru.

Obecně můžeme říci, že dobře navržený a provedený podlahový otopný

systém může snížit spotřebu energie na vytápění až o 20 – 30 % ve srovnání s klasickým konvekčním systémem.

Nemalý rozvoj prodělalo **stěnové topení**, které se začíná v některých aplikacích prosazovat. Jde o variantu velkoplošného otopného systému, který má oproti podlahovému topení určité výhody. Vytváří ideální klima a může se používat tam, kde není možno z různých důvodů použít podlahové vytápění (například památkové objekty, místnosti s koberci apod.). Je velmi flexibilní při projektování, neexistují limity maximálně přípustných povrchových teplot stěn (na rozdíl od podlahového topení) a **tepelná pohoda** při minimální pokojové teplotě vzrůstá. Musíme však mít jasnou představu o rozmístění větších kusů nábytku.

**Nevýhodou** však jsou vyšší náklady na pořízení systému, a nelze jej použít ve všech objektech. Objekt musí splňovat náročné tepelně-technické vlastnosti, především dostatečné zateplení obvodových stěn. Možnost a výhodnost instalace jednotlivých typů velkoplošných otopných soustav je potřeba konzultovat s odbornými a zkušenými projektanty.

V posledních letech se začínají prosazovat i **kombinované systémy**. Kombinace velkoplošného podlahového vytápění a klasických konvekčních otopných těles. **Optimální systém** v této kombinaci by měl krýt tepelné ztráty přibližně z 60 % podlahovým vytápěním a zbývajících 40 % otopnými tělesy. Takto navržený systém umožňuje dosáhnout nejnižší spotřeby energie při požadované tepelné pohodě. Na druhé straně je nutno podotknout, že takovýto systém bývá investičně nejnáročnější.

Skutečnost, že máme navržen velmi dobrý otopný systém s funkční regulací, je základním předpokladem úspor energie. Jiným problémem pak bývá zvyk uživatelů místnosti soustavně přetápět (i na 26 °C a více), což představuje výrazně zvýšenou spotřebu energie (a tedy i ceny). Obecně platí, že zvýšení teploty v místnosti o 1 °C představuje zvýšení spotřeby paliva o několik procent.

#### **4.2.3. DALŠÍ TYPY OTOPNÝCH SOUSTAV**

Kromě dvou výše uvedených hlavních typů otopných soustav se v praxi používají i další specifické typy. Mezi ně patří především:

1. teplovzdušné systémy s rekuperací;
2. teplovzdušné systémy s krbovou vložkou nebo kamny;
3. sálavé panely;
4. solární systémy – vzduchové;

---

<sup>3</sup> Střední povrch. teplota podlahové plochy nemá přesáhnout hygienicky definovanou teplotu 29 °C.

## 5. a další...

**Teplovzdušné systémy s rekuperací** se uplatňují především při vytápění větších prostorů (hal – ve spojení se sálavými panely), nízkoenergetických domů a některých dalších objektů. V principu jde o systém větrání, kde je větrací jednotka vybavená rekuperačním výměníkem, a může být doplněna zdrojem tepla pro dohřev přiváděného vzduchu do objektu. Zdrojem tepla mohou být tepelná čerpadla, elektrické zdroje, teplovodní plynový zdroj atd.

O rekuperačních výměnících a systémech zpětného získávání tepla se podrobněji zmiňuje kapitola 5.2.2. Systémy zpětného získávání tepla.

Obdobou je klasický teplovzdušný systém **klimatizace**, kdy je otopný systém v objektu řešen rozvodem vzduchu z centrální klimatizační jednotky, která zajišťuje nejen dohřev (v létě chlazení), ale vzduch většinou i filtruje, může upravovat vlhkost apod. Tyto systémy se používají ve větších administrativních budovách. Pokud klimatizační jednotky nejsou vybaveny rekuperačním výměníkem, dochází ke značným ztrátám tepla v odváděném vzduchu. To se v některých případech řeší instalacemi tepelných čerpadel, které jsou schopny nízkopotenciálního tepla odváděného vzduchu využít a navrátit zpět do systému.

Jiným systémem, jehož obliba neustále roste, je **teplovzdušný systém s krbovou vložkou či kamny**. Příčin je více, ale mezi hlavní důvody patří návrat ke klasickému zdroji tepla (rodinnému krbu), zlepšené tepelně-technické vlastnosti staveb, které provozování tohoto systému umožňují, a v neposlední řadě i relativně velmi nízké provozní náklady. Ve většině případů teplovzdušné systémy s krbovou vložkou nebo kamny slouží buď jako sekundární zdroj tepla (když jsou uživateli doma) nebo naopak je tento systém zálohován např. plynovým či elektrickým topením pro případ delší nepřítomnosti nebo nemožnosti systém obsluhovat (např. nemoc apod.).

**Zdrojem tepla v systému je krbová vložka** (kamna) na spalování dřeva (ale může být i krb plynový). **Rozvod teplého vzduchu** se děje buď prostřednictvím rozvodů teplého vzduchu zabudovaných ve stavbě (trubky) nebo jen systémem průduchů, které umožňují optimální rozvod teplého vzduchu v objektu.

Velmi výhodné je doplnit systém určitou **akumulační hmotou**, která navíc přebírá funkci sálavého zdroje tepla. Obvyklým řešením je obezdění krbové vložky dostatečným objemem materiálu (šamotové cihly, kámen, beton), nebo rozvod teplého vzduchu do dutých vnitřních stěn, které mohou sloužit jako rozvod i jako akumulační hmota se sálavým účinkem. Pokud je samotný zdroj – krbová vložka - obezděn, nedochází k lokálnímu přehřívání místnosti, ale vyrobené teplo

je akumulováno do materiálu obezdívky, a je vyzařováno mnohem větší plochou. Navíc je teplota plochy mnohem nižší, než teplota krbové vložky, což je z hlediska optimální tepelné pohody mnohem lepší.

Další typ otopné soustavy využívá **sálavé složky**. Jde o vytápění pomocí **sálavých panelů** umístěných v podvěsu pod stropem. Tento systém se však využívá pro vytápění velkých prostor jako jsou tělocvičny, výrobní haly, sklady apod. U rodinných a bytových domů se prakticky nepoužívá.

Závěrem je potřeba jen připomenout, že nejlepší otopný systém je ten, o který se nemusíme nijak starat a nevyžaduje žádné vstupy. Máme na mysli **pasivní faktory staveb**, které se mohou nemalým dílem zasloužit o efektivní vytápění objektu. Navíc sluneční záření máme k dispozici zadarmo, což vyvažuje jeho nevýhodu, že si jej nemůžeme dopředu naplánovat.

Chcete-li se co nejvíce přiblížit optimu, nepodceňujte důkladnou **projektovou dokumentaci**, která celý objekt zhodnotí a posoudí na základě reálných a co nejpresněji spočítaných hodnot. V praxi se velmi často setkáváme s **předimenzováním systému**, což vede k vyšším investičním nákladům. Navíc systém nepracuje v optimálním režimu, je vyšší spotřeba paliva, problémy mohou nastat i se systémem regulace.

Trochu jinou kapitolou, ale neméně důležitou, je samotná realizace. Neměli bychom nechat realizační firmy aplikovat metodu „**lidové tvořivosti**“, ale striktně dodržovat projektovou dokumentaci. Také si například pohlídat kolik metrů trubek je do podlahy položeno. Ideální situace nastává, když projektant má s realizační firmou zkušenosti, a tedy i realizační firma s projektantem. Nedochází k nepochopení, komplikacím a nedorozuměním.

*Marie Kubešová, Libor Lenža*

## 4.3. REGULACE

S pojmem regulace se setkáváme nejen ve velké energetice, u technologických procesů, ale i u tepelných soustav objektových i bytových. Dnes již hovoříme i o regulaci na úrovni jednotlivých vytápěných místností a otopných těles.

### 4.3.1. CO JE REGULACE A CO LZE REGULOVAT?

Regulace v oblasti zdrojů vytápění je **vědomé řízení a optimalizace procesů toků tepelné, ale i elektrické energie** do objektů, soustavy objektů apod. K tomu, abychom mohli regulovat, potřebujeme určité nástroje. To jsou převážně **elektronické mikroprocesorové regulátory** nebo **vyšší řídicí inteligentní systémy** s vlastním softwarem. Regulační nástroje slouží k vědomému nastavení

různých druhů regulačních prvků v systému (např. hořáku, čerpadla, trojcestného ventilu, apod.).

Regulovat lze od vytápěcích zdrojových systémů, otopných těles, systémů výměny vzduchu, klimatizačních jednotek, až po ovládaní např. stmívání osvětlení či zastiňování průsvitných konstrukcí nebo odtávání okapů apod. Možnosti regulace jsou opravdu široké.

Mezi projektanty i realizačními firmami se velmi často můžete setkat se zkratkou **MaR**, tedy **měření a regulace**. Tím se rozšiřuje samotná regulace o měření nejrůznějších prvků systémů, a to jednak z důvodů vyhodnocení nákladovosti, efektivity a dalších ekonomicko-provozních parametrů, ale především pak z důvodů získávání údajů potřebných pro správnou funkci regulační techniky.

### Jaké jsou výhody využití měření a regulace?

- možnost nastavení požadované teploty, časového i prostorového režimu vytápění objektu;
- funkční regulace uspoří cca 15 – 35 % tepla;
- využití měření a regulace je motivujícím stimulem, který pozitivně ovlivňuje osobní spotřebu tepla a TUV;
- volba správné regulace umožňuje i využití ostatních tepelných zisků a tím i snížení potřeby vyráběného tepla.

Společně s výhodami MaR je však potřeba upozornit i na nejčastější **problémy využití MaR**. Tím je především cena zařízení, která je ovlivňována množstvím řízených míst a složitostí systému. Velmi častým problémem jsou bohužel i provozní potíže, které jsou většinou způsobeny nekvalifikovanou montáží nebo obsluhou.

Abychom mohli naplno využívat výhod, které bezesporu MaR poskytuje, je potřeba splnit některé základní podmínky:

- 1) **Regulace je neúčinnější**, provede-li se na celé otopné soustavě.
- 2) Nutnost **hydraulického vyrovnání otopné soustavy**. Sladění je nutným předpokladem pro zdárnou funkci otopné soustavy.
- 3) Je nutné provést **regulaci tlakové difference otopné soustavy** (při instalaci termostatických radiátorových ventilů se přechází na systém s proměnným průtokem topné vody, tím se podstatně mění hydraulické poměry v otopné soustavě).
- 4) Termostatické ventily a otopné soustavy **vyžadují vodu se sníženým obsahem vzduchu a bez mechanických nečistot**.

- 5) Instalace přesného a spolehlivého **systému rozúčtování topných nákladů** je možná jen v dokonale vyvážených a plynule regulovaných topných systémech.
- 6) Přesnost měření spotřeby tepla je závislá na **správné skladbě měřícího okruhu**, na pečlivém dodržení montážních postupů a na důsledném respektování pravidel pro uvedení do provozu.
- 7) **Izolace potrubí** v nevytápěných prostorách.

#### 4.3.2. ROZDĚLENÍ REGULAČNÍCH SOUSTAV PRO JEDNOTLIVÉ VYTÁPĚCÍ SYSTÉMY

Je samozřejmé, že použitelné metody a nástroje regulace závisejí na použitém zdroji a tepelné soustavě. K podrobnějšímu popisu byly vybrány jen některé systémy a metody.

Začneme s **regulací topné vody v systému**:

- ekvitermní regulace topné vody.
- individuální regulace termostatickými ventily.
- ekvitermní regulace topné vody kaskádovým spínáním kotlů.

Regulací topné vody míníme regulaci její teploty, resp. průtoku v různých částech systému.

Z pohledu částí lze regulovat soustavu jako celek, její části (zónová regulace) nebo jednotlivé vytápěné místnosti či dokonce jednotlivá otopná tělesa.

**Ekvitermní regulace topné vody** se používá v případech, kdy zdrojem tepla je domovní kotelná nebo je v domě objektová předávací stanice. Pak se příslušná regulace topné vody **zajišťuje v závislosti na venkovní teplotě či v závislosti na vnitřní teplotě ve vybrané vytápěné místnosti** (tzv. referenční).

Nejvhodnějším způsobem regulace je automatické míchání ohřáté vody vystupující z kotle (např. o teplotě 90 °C) s potřebným množstvím ochlazené vratné vody **pomocí mísící armatury**<sup>4</sup>. Mísící armatura je řízena buď venkovním teplotním čidlem nebo pokojovým termostatem umístěným ve zvolené referenční vytápěné místnosti.

**Čidlo venkovní teploty** musí být vně budovy umístěno tak, aby jej neovlivňovaly negativní vlivy (otevřené okno, odtahový vzduch klimatizace apod.).

Tento typ regulace ovšem **neumí reagovat na okamžitou potřebu teplotních změn** nebo trvale rozdílných teplot v jednotlivých místnostech nebo zónách. Proto může docházet k nežádoucímu přetápění nebo naopak k nedotápění

některých prostor.

**Zónová regulace** se využívá v případech, kdy je vytápěný objekt postaven tak, že různé jeho části jsou vystaveny výrazně odlišným klimatickým vlivům, **provádí se samostatná regulace topné vody pro jednotlivé stoupačky topné vody**, které zásobují radiátory na příslušné straně domu. Stejný princip se využívá v polyfunkčních objektech, kde jednotlivé části mají různou potřebu množství tepla nebo **odlišný časový průběh odběru**.

**Termostatické ventily** fungují na principu tepelné dilatace kapaliny, plynu či pevné látky. Ta se roztahuje vlivem zvyšující se teploty prostředí okolo ventilu. Tím je zabezpečovaná individuální regulace.

Termostatické ventily **udržují teplotu vzduchu v místnosti na zvolené hodnotě**, která je nastavena na hlavici ventilů. Toto nastavení může být prováděno uživatelem bytu automaticky bez ohledu na jeho přítomnost v bytě.

Termostatický ventil reaguje nejen na změnu venkovních podmínek (např. sluneční svit), ale i na případné tepelné zisky ve vytápěné místnosti (např. teplo produkované dalšími spotřebiči atd.). Podle potřeby přivírá nebo otevírá přívod tepla do radiátoru. Příslušné řídicí čidlo je v termostatické hlavici, proto nesmí být tato hlavice zastíněna nebo osluněna a musí být umožněno volné proudění vzduchu. **Přesněji pracují** termostatické ventily, které mají čidlo mimo hlavici, které je umístěno na optimálním místě vytápěné místnosti.

Určitou **nevýhodou jejich využití** může být skutečnost, že termostatické ventily většinou zabráňují přirozenému úniku vody z otopných těles přes přívodní přípojku do stoupačky. Systém se musí odvzdušňovat několik hodin bez oběhu topné vody.

**Programovatelné termostaty** slouží k automatické regulaci otopných nebo chladících systémů. Existují různé typy zařízení od celé řady výrobců.

Termostaty se nesmí umístit v blízkosti zdrojů tepla, v blízkosti spotřebičů (např. osvětlovacích těles, televize, lednice, atd.), nesmí být vystaveny přímému slunečnímu světlu či průvanu v blízkosti dveří, oken. Doporučuje se instalace v místě s dobrou cirkulací vzduchu, s průměrnou teplotou v místnosti, na vnitřní stěně ve výši cca 1,5 m nad podlahou.

**Tepelné čerpadlo** má většinou speciálně vyvinutý vlastní ekvitermní regulátor. **Ekvitermní řízení** probíhá dle venkovní teploty. Tepelné čerpadlo ohřívá vodu v topném systému na co nejnižší nutnou teplotu tak, aby vždy pracovalo s co nejlepším topným faktorem při zajištění tepelné pohody v objektu.

Regulátor dále zajišťuje ekvitermní **řízení druhého topného okruhu**, použití

<sup>4</sup> Taková aparatura se označuje také pojmem trojcestný ventil.

vnitřního čidla pro přesnější řízení teploty v objektu, kaskádní spínání zabudovaného elektrokotle (pro běžné RD - 6 kW), možnost ohřátí TUV elektrokotlem na 65 °C pro pokrytí špičkových odběrů nebo pro sanitaci bojleru.

**Solární systémy** jsou řízeny speciálním elektronickým regulátorem tak, aby dosahovaly co nejvyššího výkonu. Regulátor řídí chod oběhového čerpadla v závislosti na porovnávání teplot na kolektoru a v solárním zásobníku.

**Malé kotelny na pevná paliva** s ručním nakládáním paliva se mohou regulovat pouze v rozsahu několika procent. Regulace se děje změnou poměru palivo – vzduch, ovládáním dvířek od vstupního vzduchu.

U modernějších kotlů je možná regulace tam, kde je rošt s elektrickým pohonem a se zásobníky paliva – peletky, dřevěné brikety apod. Posunutí roštu je řízeno teplotním čidlem, které snímá teplotu v topeništi.

U systémů CZT se regulace provádí převážně ekvitermními mikroprocesorovými regulátory. Absolutní měření probíhá vždy na patě měřeného objektu.

Velmi silným stimulem, který vede k pozitivním změnám v chování odběratelů tepla, a tím i k úsporám energie, je **poměrové měření odběru tepla a spravedlivé účtování výdajů** za skutečně odebranou energii.

Byty jsou zpravidla zásobovány topným médiem z několika stoupaček. Použití absolutních měřičů tepla, kterých by muselo být namontováno několik v každém bytě by bylo cenově příliš náročné. Proto se používá poměrné rozdělení celkové spotřeby tepla na jednotlivé odběratele prostřednictvím indikátorů pro rozdělování nákladů na vytápění místností otopnými tělesy.

*Petr Belica*

## **4.4. PŘÍPRAVA TEPLÉ UŽITKOVÉ VODY (TUV)**

Na teplou vodu jsme si velmi rychle zvykli. Je však potřeba vodu na požadovanou teplotu nějakým způsobem ohřát. Způsobů existuje celá řada. Základním parametrem dělení může být časový posun mezi výrobou a spotřebou.

Systémy dělíme na:

1. **akumulační** (zásobníkové)– výroba a spotřeba TUV se neděje ve stejný časový okamžik;
2. **průtočné** – výroba i spotřeba se děje ve stejný časový okamžik.

**Zdroje tepla** pro ohřev TUV mohou být různé. Od elektřiny přes plyn, biomasu, fosilní paliva až po sluneční energii. Z pohledu počtu využitelných zdrojů k ohřevu pak dělíme na:

1. **Ohřívání jednoduché** – teplo je dodáváno jen z jediného zdroje;
2. **Ohřívání kombinované** – teplo pro ohřev může být dodáváno z více zdrojů (například ohřev plynový v kombinaci s elektrickým).



Obrázek č. 5 – Pohled do nitra zásobníku se systémem trubkových výměníků pro různé zdroje tepla.

V místech, kde je potřebný objem TUV malý a navíc je spotřeba jen sporadická, je vhodnější **ohřev průtočný**. Průtočné (průtokové) ohříváče využívají téměř výhradně elektřinu nebo plyn (tzv. karmy).

Pokud chcete k ohřevu využít více zdrojů energie, a navíc mít k dispozici určitou rezervu TUV, je vhodnější **způsob akumulční** (s patřičně dimenzovaným zásobníkem). Akumulační způsob je například nezbytný pro přípravu TUV solárními systémy, kdy existuje časová prodleva mezi přípravou a spotřebou.

Systém by měl být dimenzován z hlediska co největší možnosti akumulace (u solárních systémů, tepelných čerpadel apod.) dle daných potřeb objektu (počet osob, provozní cyklus apod.).

Stále větší oblibě se těší zásobníky TUV, které jsou schopny vodu ohřívat z **více zdrojů** (tzv. bivalentní, trivalentní, multivalentní). Velmi častá bývá kombinace solárního ohřevu s ohřevem pomocí elektrického topného tělesa (patrony). Elektrického dohřevu se často využívá i v systémech, které umožňují ohřev TUV z kotle na biomasu (fosilní paliva). Konstrukce multivalentních zásobníků bývá složitější, což se odráží na jejich ceně. Mají však výhodu, že mohou využívat i obnovitelné zdroje energie, a přitom na nich nejsou zcela závislé.

Při rozhodování o konkrétním způsobu přípravy TUV v objektu se vždy předem **porad'te se zkušeným projektantem**. Existuje řada možných kombinací a způsobů ohřevu TUV.

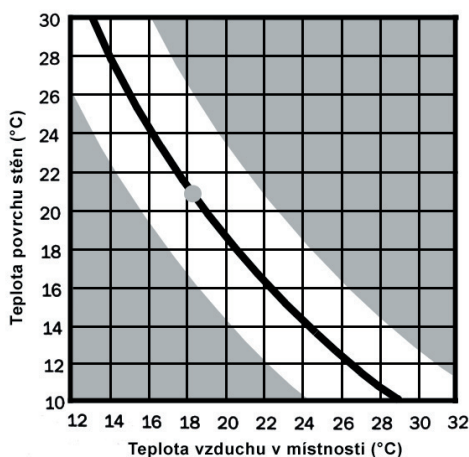
Marie Kubešová, Libor Lenža

## 5. Vnitřní prostředí

Člověk se vyvinul z volně žijících tvorů a jeho vývoj směřoval k civilizaci dnešního typu, která se mimo mnoha dalších atributů vyznačuje svými stavbami, které člověka z různých důvodů oddělují od okolního (vnějšího) prostředí. Proto můžeme zcela legitimně hovořit o vnitřním prostředí, které se nachází v budovách, místnostech, chodbách objektů určených k práci, odpočinku, bydlení, léčení, sportování atd.

Zamyslíme-li se nad poměrem času, který strávíme v prostředí vnějším a vnitřním, převažuje jednoznačně prostředí vnitřní. Proto je nutné věnovat se **kvalitě vnitřního prostředí** stále více. Vnitřní prostředí se sestává z celé řady nejrůznějších veličin (teplota, vlhkost, rychlost proudění vzduchu, radiační teplota aj.), které lze určitými metodami ovlivňovat. Nejdůležitější složka vnitřního prostředí je bezesporu tepelně vlhkostní mikroklima.

### 5.1. TEPELNÁ POHODA



Obrázek č. 6 – Graf tepelné pohody.

**ideální**, závislost ještě musí postihnout vlhkost vzduchu, barometrický tlak a další fyzikální veličiny.

Při vytápění místnosti je **výsledný efekt tepelné pohody** závislý zejména na způsobu ohřevu stěn a vzduchu v prostoru, včetně rozdělení teplot a tvorby **teplotních zón** trvalého charakteru. Na tvorbu teplotních zón má velký vliv

Každý savec potřebuje k životu teplo. Bazální metabolismus spícího člověka o výšce 175 cm a hmotnosti 75 kg představuje tepelný výkon asi 80 W. Pocit tělesné pohody člověka vychází z průměrné teploty vzduchu  $t_v$  v obývaném prostoru a střední teploty povrchu  $t_p$ , které tento prostor obklopují. Je-li teplota vzduchu 20  $^{\circ}\text{C}$  a teplota stěn, stropů a podlah také 20  $^{\circ}\text{C}$  pak je i průměr 20  $^{\circ}\text{C}$  a lze konstatovat, že v prostoru s těmito teplotami panuje teoreticky **nejvyšší dosažitelná tepelná pohoda**. Ve skutečnosti je takto definovaný **stav pouze**

i proudění vzduchu (nevhodné spáry v rámech oken, průvanové větrání apod.).

Situace teplotních zón pro hlavní typy vytápění jsou stručně uvedeny v následujícím členění:

- a. vytápění konvekční – klasická otopná tělesa
- b. vytápění podlahovou plochou
- c. stěnové vytápění

## Vytápění konvekční – otopnými tělesy

Při použití otopných těles je malým a členitým povrchem vyzařováno teplo do prostoru, ohřívá se vzduch, který tento prostor obtéká. **Vzduch jako teplonosná látka přenáší teplo** ke stěnám a stěny se ohřívají. **Profil teploty se mění s výškou stěny.** Radiační složka je v tomto případě malá, naopak spíše rušivě působí v celém teplotním profilu, protože tělo člověka vydává teplo směrem k chladným plochám stěn, podlah a stropů, a z malé plochy přijímá teplo z topného tělesa. S tímto stavem se musí vyrovnat krevní oběh člověka. Profil teploty stěny je v místnosti různorodý. Strop v místnosti může dosahovat teploty i o 10 °C vyšší než hodnoty u podlah v závislosti na způsobu větrání a tepelné ztrátě objektu. Důležité je umístění tělesa, a to i z hlediska dalších zařizovacích předmětů.

## Vytápění podlahovou plochou

Poněkud lepší situace je u podlahového vytápění, kdy teplo stoupá od podlahy ke stropu, **vzduch je prohříván rovnoměrněji**, a sáláním z podlahy se ohřívá strop a částečně i stěny. Profil teplot stěn je již vyrovnanější. Čím menší tepelná ztráta místnosti, tím nižší může být teplota podlahy a tím vyrovnanější jsou teploty jednotlivých ploch.

## Stěnové vytápění

Stěnové vytápění vychází z uvedené teoretické závislosti: při zvýšené teplotě stěny je možno dosáhnout tepelné pohody při nižší teplotě vzduchu, protože vzduch je jen minimálně použit pro přenos tepla. Se zvýšením teplot stěn u stěnového vytápění o 1 °C se sníží teplota vzduchu potřebná k dosažení tepelné pohody na 18 °C. Jedná se o orientační výpočet v obecné místnosti, praxe bývá složitější, četnost ploch je větší. **Ideální stav** by naopak nastal v případě, že by teplota všech hraničních ploch byla podobná a rovná 20 °C.

Dle **diagramu tepelné pohody** lze pro různé střední teploty hraničních povrchů odečíst teploty vzduchu. Levá část diagramu představuje oblast „příliš

chladno“ a pás tolerance specifikuje individualitu osob a činnosti. Pravá část představuje oblast „příliš teplo“ se stejným pásem tolerance. Na základě diagramu lze určit i nutné zvýšení teploty povrchu stěn pro udržení vjemu tepelné pohody při větrání chladným vzduchem.

Např. při střední povrchové teplotě stěny 24 °C začíná ustupovat pocit chladu při střední teplotě vzduchu nad 13 °C a pocit přílišného tepla se dostavuje při 20 °C. Toto rozmezí teploty vzduchu charakterizuje i možnost činnosti, při nižší teplotě vzduchu je výhodné provádět sportovní činnost, naopak při vyšší teplotě vzduchu mohou relaxovat nepohybliví pacienti.

*Marie Kubešová*

## **5.2. VĚTRÁNÍ**

Čerstvý vzduch je pro lidské zdraví nepostradatelný a nenahraditelný. **Kvalita vzduchu** v budovách je všeobecně horší než kvalita vzduchu venkovního. Důležitým požadavkem je proto dostatečný přívod čerstvého vzduchu do budov větráním.

V budovách je nutno vytvořit **vhodné mikroklimatické podmínky** charakterizované teplotou, vlhkostí a rychlostí proudění vzduchu.

Zajištěním optimální teploty v místnostech se dosahuje tepelné rovnováhy při odvodu tepla z organismu člověka do okolního prostředí při konkrétním vývinu metabolického tepla. Optimálních teplot v místnostech se v současnosti dosahuje pomocí kvalitních prvků a systémů MaR. Regulace vlhkosti je technicky náročnější záležitostí, za **optimální se považuje relativní vlhkost 40 – 60 %**. Při nízké vlhkosti nastává intenzivní vysychání sliznic, při vysoké vlhkosti se tvoří plísňe, hlavně v chladných a nevětraných rozích místností, nadpražích a ostěních. Důsledkem nedodržování vhodných mikroklimatických podmínek v bytech je zvýšená nemocnost obyvatel. Trpí také samotná stavba.

Fyziologické a psychologické schopnosti osob snášet prostředí a reagovat na jeho změny se liší. Každý člověk má jedinečné požadavky na teplotu a rychlost vzduchu, oblečení, aktivitu, atd. V prostorech obývaných více lidmi je tak téměř nemožné vytvořit prostředí, které by uspokojilo každého.

**Výměna vzduchu** v užívaných místnostech je od 0,3 až 0,6 × za hodinu do 0,45 až 0,9 × za hodinu případně vyšší podle hygienických předpisů.

### **5.2.1. SYSTÉMY VĚTRÁNÍ BUDOV**

**Přirozené větrání** způsobené rozdílem hmotnosti vnitřního a vnějšího

vzduchu o rozdílných teplotách a větrání způsobené náporovými a odtakovými účinky větru na fasádách a střešních plochách budovy. Při zavřených oknech a dveřích se větrání uskutečňuje převážně **infiltrací** venkovního vzduchu přes netěsné spáry.

V případě, že propustnost spár je nedostatečná je třeba instalovat přídavné přiváděcí větrací otvory – hluk tlumící štěrby, nebo okna s větracími štěrbinami.

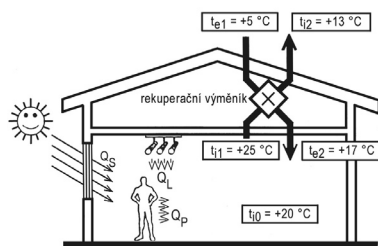
**Kombinované větrání**, které se používá v kombinaci nuceného odsávání vzduchu převážně ze sociálních zařízení a kuchyní s přívodem vzduchu přes okna, dveře, chodby apod.

**Nucené větrání** je již záležitostí patřičného technického vybavení a tedy i investičních nákladů. V posledních letech se však tento způsob větrání začíná pro své výhody uplatňovat stále více.

Systémy nuceného větrání můžeme rozdělit do těchto skupin:

- teplovzdušné větrání s ohřevem přiváděného vzduchu;
- větrání se zpětným získáváním tepla;
- klimatizace.

Z hlediska energetické úspornosti je možné doporučit **systémy se zpětným získáváním tepla (rekuperací)**. Umožňují předat značnou část tepelné energie z odsávaném vzduchu do vzduchu nasávaného z vnějšího prostředí.



Obrázek č. 7 - Příklad instalace větracího zařízení se ZZZT.

Technické možnosti nuceného větrání jsou dnes velmi široké a umožňují opravdu velmi komfortní provoz. **Nucené větrání umožňuje:**

- zpětné získávání tepla (ZZT);
- filtraci vzduchu;
- větrání i za nepříznivých klimatických podmínek;
- automatickou regulaci, optimalizaci mikroklimatických parametrů;
- chlazení, zvlhčování, odvlhčování vzduchu.

## 5.2.2. SYSTÉMY ZPĚTNÉHO ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA (ZZT)

Zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu při nuceném větrání a klimatizaci se požaduje při výměnách vzduchu nad 2 × za hodinu. Doporučuje se při výměnách 1 × za hodinu.

Princip systémů ZZT je nesmírně jednoduchý. Přes stěny výměníku **dochází**

**k přenosu tepla** z ohřátého vzduchu plného škodlivin z místnosti do čerstvého vzduchu přiváděného z vnějšího prostředí (eventuálně upraveného filtrací apod.). Existují však i různé varianty zmíněného základního principu.

Jednou z alternativ je systém, kde se tepelná energie (mezi vystupujícím a vstupujícím médiem) předává prostřednictvím akumulární hmoty. Tyto regenerační (akumulační) hmoty mohou mít různou podobu.

**Účinnost běžných teplosměnných (rekuperačních) ploch** výměníků se pohybuje mezi 60 – 80 %. Teplosměnné plochy můžeme rozdělit na:

- Pevné teplosměnné plochy (výměníky deskové a trubkové)
- Pevné teplosměnné plochy, přenos tepla pomocí obíhající kapaliny (tepelná čerpadla, tepelné trubice)

**Účinnost regeneračních (akumulačních) hmot** je ještě o něco vyšší, až 85 %. Regenerační systémy můžeme rozdělit opět na dva základní systémy:

- akumulační hmota stojí, přepíná se proud vzduchu;
- akumulační hmota obíhá (rotační výměníky tepla).

*Josef Hlaváč*

### **5.3. ELEKTRICKÉ SPOTŘEBIČE A PROVOZNÍ REŽIMY**

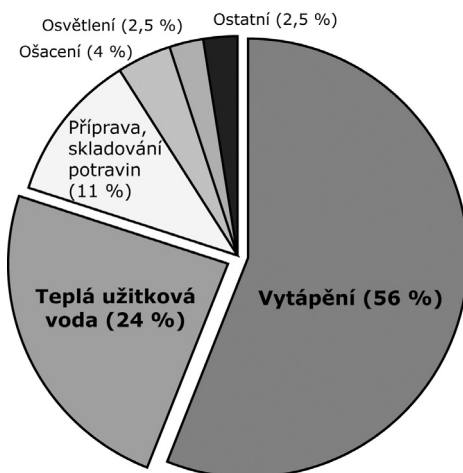
Mnoho z nás si neuvědomuje jednu důležitou věc. **Každý elektrický spotřebič je částí energetického systému**, tedy energetického hospodářství jakéhokoli objektu. U domácností se tento fakt dosti podceňuje. Jakým procentem se průměrně podílejí jednotlivé sektory domácího energetického hospodářství vidíme na následujícím grafu.

V případě plně elektrifikované domácnosti zastupuje elektrická energie 100 % nákladů ve spotřebě domácnosti. V případě vytápění domácnosti z jiného zdroje zastupuje elektrická energie 44 % nákladů. V případě vytápění a přípravy TUV v domácnosti z jiného zdroje zastupuje elektrická energie 20 % nákladů.

Z uvedených procentních rozložení je patrné, že elektrická energie představuje poměrně vysokou část nákladů, a proto je nutné věnovat výběru domácích elektrických spotřebičů značnou pozornost.

Vyhláška MPO č. 215/2001 Sb. tvrdí, že **používání úsporných spotřebičů s kategorií „A“ vede k prokazatelným úsporám**. Což je pravda!

**Energeticky vědomé chování uživatelů** elektrických spotřebičů s ohledem na preferenci spotřebičů kategorie „A“ a správná volba provozních režimů může velkou měrou přispět k energetickým úsporám.



Graf č. 2 – Rozložení celkové spotřeby energie v domácnostech.

Zde narážíme na jeden **velký problém**, uživatele. Jde především o změnu chování uživatelů elektrických spotřebičů ve vztahu k úspornému systému vaření na elektrosporácích, chlazení potravin a k úspornému provozování osvětlení.

### Jaká pravidla se doporučuje dodržovat?

Při **vaření** je to především:

- **správná volba velikosti nádob** při vaření a využívání setrvačnosti při koncové přípravě jídel;
- **přednostní volba při výměnách sporáků** za sklokeramické varné desky s indukčním ohřevem (nebo varné desky s halogenovou trubici nebo systémy nové generace „eko speed plus“- senzorové spínání plotýnek jen když je na nich nádobí).

Při **chlazení potravin** je to především:

- **správná volba teploty** chladících zařízení;
- **ukládání pouze vychladlých potravin** do chladících zařízení;
- otevírání dveří jen na nezbytně nutnou dobu;
- udržování **čisté výparnickové plochy** bez námrazy a nezakrývání zadních částí lednic – kondenzátorů.

Abychom získali alespoň nějakou představu, uveďme si **konkrétní příklad** u výměny lednice. Vycházíme z výměny staré lednice s mrazicí částí za novou,

energeticky úsporný typ ve třídě „A“.

Při výměně jedné staré lednice s denní spotřebou 3 kWh za moderní lednici zařazenou do třídy energetické účinnosti „A-úsporná“ s denní spotřebou 0,9 kWh je úspora 2,1 kWh/den. Celková roční čistá úspora (při ceně elektrické energie – 3,46 Kč/kWh) je 2 652 Kč/rok (v úspoře není uvažována nákupní cena nové lednice, při započtení této pořizovací ceny vychází **prostá doba návratnosti 5,79 let**).

Samostatnou kapitolou jsou **osvětlovací zdroje** - žárovky, zářivky a kompaktní zdroje. Osvětlení se stalo nedílnou součástí prakticky každého interiéru. Vnitřní prostředí je z velké části odstíněno od přirozeného zdroje světla (slunečního svitu, jasu oblohy), a navíc je využíváno i v době, kdy přirozený zdroj světla není k dispozici (noc). Využít v maximální možné míře **přirozeného zdroje světla** (které je zadarmo) je snahou každého pragmaticky uvažujícího architekta, projektanta i investora. To však je v rozporu s požadavkem tepelně-izolačních vlastností obvodového pláště stavby. Lze nalézt přijatelný kompromis, který vyhoví daným požadavkům s ohledem na požadavky další.

Z hlediska vnímání umělého světla člověkem je také potřeba zvolit **vhodný typ zdroje s ohledem na vyzařované spektrum**. **Klasická žárovka** vyzařuje spojité světlo (nažhavené vlákno) podobné záření Slunce (jen o menší teplotě), naopak **výbojky** vyzařují ve větším či menším počtu spektrálních čar. Moderní **kompaktní zářivky** vyzařují v řadě spektrálních čar tak, aby jejich světlo bylo pro lidské oko co nejpřirozenější.

Důležitým faktorem je však také spotřeba energie. **Kompaktní zářivky** mají přibližně 3,5-4,5 × menší spotřebu elektrické energie při stejném světelném výkonu než žárovkové zdroje. Zářivka spotřebuje zhruba pouze 1/5 elektrického proudu než klasická žárovka.

Pro lepší představu si opět uveďme **příklad**. Výměnou 10 ks žárovek s příkonem 100 W (s životností 1 000 hodin) za 10 ks kompaktních zářivek s příkonem 23 W (s životností 15 000 hodin) vychází čistá roční úspora (jsou zahrnuty i nákupní ceny kompaktních zářivek) 2 500 Kč/rok - při ceně elektrické energie 3,46 Kč/kWh.

Žárovka o příkonu 100 W vyzařuje světlo o určité intenzitě. Stejnou intenzitu dostaneme při použití kompaktní zářivky již při příkonu 23 W. Díky vlastnostem kompaktních zářivek je u nich **lépe využita vstupující energie** k produkci světla. Oproti tomu má klasická žárovka velké ztráty díky nutnosti ohřát vlákno na vysokou teplotu. Velká část energie je vyzařovaná v podobě tepla, které neslouží k osvětlování.

Tabulka č. 2 – Měrné výkony různých zdrojů světla.

Světelný zdroj	Měrný výkon [lm/W]
Žárovka	4 - 20
Nízkovoltová halogenová žárovka	18 - 41
Rtuťová vysokotlaká výbojka	30 - 60
Kompaktní zářivka	19 - 62
Lineární zářivka	60 - 110
Halogenidová vysokotlaká výbojka	50 - 110
Sodíková vysokotlaká výbojka	50 - 150

Nová technika umožňuje i v oblasti osvětlování dosahovat velmi zajímavých úspor. Jako příklady je možné uvést:

- náhradu klasických žárovkových svítidel za fluorescenční zářivkové osvětlení (tam kde je to možné);
- zónování osvětlení – spínání po účelových sekcích;
- zavedení stmívání osvětlovacích zdrojů (tam kde je to vhodné).

Porovnání jednotlivých zdrojů světla metodou měrného výkonu, tedy vztahem světelného výkonu (lumeny) k jednotce energie (waty). Čísla jsou velmi zajímavá a podporují výše uvedené skutečnosti:

### 5.3.1. OZNAČOVÁNÍ ENERGETICKÝCH SPOTŘEBIČŮ ENERGETICKÝMI ŠTÍTKY

Jedním z rozumných a efektivních kroků bylo zavedení tzv. **štítkování** vybraných elektrických spotřebičů. Účelem vyhlášky je zjednodušit orientaci zákazníků při nákupu elektrických spotřebičů. Ne každý zákazník se musí nutně vyznat ve spotřebě udávané dosud na výrobních štítcích, a pracně jednotlivé údaje porovnávat. Teď má situaci mnohem snazší. Každý výrobek o kterém to stanovuje vyhláška musí být štítkem opatřen a orientace zákazníků je tedy velmi snadná.

Právní dokument, který štítkování definuje je vyhláška č. 215, Ministerstva průmyslu a obchodu, ze dne 14. června 2001. Stanoví podrobnosti označování energetických spotřebičů uváděných na trh:

- energetickými štítky
- zpracování technické dokumentace
- minimální účinnost užití energie pro spotřebiče.

Příklad energetického štítku najdete v barevné příloze na straně VII.

*Petr Belica*

## 6. Alternativní zdroje a jejich uplatnění

S pojmem „alternativa“ se setkáváme v řadě oborů lidské činnosti. Známe alternativní hudbu, kulturu, názor, postup apod., ale také **alternativní zdroje energie**. Jsou to zdroje, které stojí na okraji zájmu výrobců, distributorů i spotřebitelů energie. Svým podílem na celkové energetické spotřebě jsou v menšinovém (až zanedbatelném) poměru vůči hlavním zdrojům. To však neznamená, že nemá smysl se podobnými zdroji zabývat. Právě naopak!

Spotřeba neobnovitelných zdrojů energie (především fosilních paliv) neustále roste se všemi **negativními důsledky pro životní prostředí a zdraví obyvatel**. Jaderná energetika se přílišnému zájmu a důvěře obyvatel netěší. Rozvoj společnosti, techniky, vědy, průmyslu a tedy i růst životní úrovně je doprovázen růstem spotřeby energie. Narážíme na strop možnosti rozvoje z hlediska čerpání přírodních zdrojů (paliv a dalších surovin) a znečišťování životního prostředí. Chceme-li Zemi obývat i nadále, musíme se přizpůsobit a další rozvoj společnosti postavit na principech tzv. **trvale udržitelného rozvoje**.

Jedním z principů trvale udržitelného rozvoje je i zvýšení podílů tzv. **alternativních resp. obnovitelných zdrojů energie**. Musíme mít na mysli i skutečnost, že hospodářský růst a tedy i nárůst spotřeby energií čeká i dnes rozvojové země, které s největší pravděpodobností sáhnou k tomu nejjednoduššímu, tj. k fosilním palivům. Možná právě proto by měl technicky vyspělý svět **hledat alternativy**, a v celosvětovém měřítku tak přispívat ke snižování resp. spíše ke stagnaci spotřeby fosilních paliv.

### 6.1. KDY HOVOŘÍME O ALTERNATIVNÍM ZDROJI

Abychom si opravdu dobře rozuměli je potřeba upřesnit dva pojmy. Existuje nějaký rozdíl mezi pojmy **alternativní a obnovitelný zdroj**?

Jako **alternativní zdroj** můžeme označit takový typ zdroje nebo technologii (může se jednat i o nové způsoby využití klasických zdrojů), který je vůči majoritně využívaným zdrojům a technologiím v menšině (alternativou). Mezi majoritně využívané zdroje se řadí fosilní paliva, atomová energie, ale i energie vodní.

Pod pojmem **obnovitelný zdroj energie** chápeme takový zdroj, který se může samovolně obnovit (přírodními procesy), a z hlediska života člověka je nevyčerpatelný.

Shrňme si **základní typy alternativních zdrojů a technologií**:

- 1) **Sluneční energie**
  - a. pasivní faktory;
  - b. termické panely;
  - c. fotovoltaický jev.
- 2) **Energie biomasy**
  - a. nejčastěji používaná v základní formě běžného spalování;
  - b. zplyňování.
- 3) **Větrná energie**
- 4) **Vodní energie**
- 5) **Alternativní technologie**
  - a. tepelná čerpadla (geotermální potenciál);
  - b. kogenerační jednotky (zemní plyn, bioplyn, skládkový plyn).
- 6) **Vodík**
  - a. palivový článek;
  - b. spalování.

Z výše uvedených můžeme mezi **obnovitelné zdroje zařadit** následující:

- 1) **Sluneční energii**
- 2) **Energii biomasy**
- 3) **Větrnou energii**
- 4) **Energii vody**
- 5) **Energii geotermální**



*Obrázek č. 8 – Vodíkové články jsou zatím je na stolech laboratoří, ale jejich čas ještě přijde.*

Energie prvních čtyř vyjmenovaných typů pochází **primárně ze Slunce**, jde buď o přímé sluneční záření nebo různé podoby transformované sluneční energie. Posledně jmenovaná čerpá energii z původních **tepelných zásob** naší planety a z **rozpadu radioaktivních prvků** v zemském tělese. Z hlediska života člověka, ba civilizace, se v obou případech jedná o zdroje nevyčerpatelné<sup>1</sup>.

Pokud bychom se podívali na **reálné možnosti využití alternativních zdrojů**, dostaneme se k následujícímu výčtu:

<sup>1</sup> Z hlediska globálního se však v obou případech jedná o zdroj vyčerpatelný, ale horizont vyčerpání je v řádech miliard let.

- využití sluneční energie pasivními faktory staveb (!!!!);
- sluneční kolektory (různého druhu);
- fotovoltaické panely přeměňující přímé sluneční záření na elektrický proud (problém ekonomické aplikace);
- využití biomasy (především dřevní hmoty) ke spalování (kotle) a zplyňování (využití vzniklých hořlavých plynů);
- větrné generátory různých typů a výkonů (problém ekonomické aplikace vzhledem k místu a způsobu využití);
- tepelná čerpadla;
- kogenerační jednotky (ve větší komplexech).

Jak už to však v životě bývá, i alternativní zdroje mají své problémy. Proto je potřeba při záměru jejich využití zvážit všechny možnosti a co nejvíce eliminovat možná negativa. **Hlavní problémy** by se daly shrnout následovně:

- snaha některých subjektů „nacpat“ do projektu za každou cenu „alternativu“;
- aplikace alternativních zdrojů bez ekonomické analýzy a posouzení dopadů na celý projekt (včetně provozních) - tzv. „Výkřiky do tmy“;
- problém předimenzování zdrojů – zdroje mají příliš velký výkon vzhledem k potřebě uživatele nebo neodpovídají možnostem primárních zdrojů;
- **neignorovat** nutnost řešit celý projekt komplexně hned od počátku;
- nepodceňovat nutnost odborných analýz – vypracovat energetický audit s variantními řešeními (realizace etap).

*Libor Lenž*

## **6.2. OBNOVITELNÉ ZDROJE**

Obnovitelnými zdroji energie (OZE) obvykle nazýváme technologie využívající k produkci tepla nebo elektřiny energii Slunce, vody, větru, biomasy, geotermální energii a energii tepla okolního prostředí. V zahraničí jsou tyto technologie velmi rozšířené a obecně podporované. Například Evropská unie (EU) doporučuje v Bílé knize nárůst vyrobené energie OZE až na 12 % v roce 2010. Důvody jejich rozšíření jsou ekologické, ale v neposlední řadě i ekonomické.

V ČR je situace spíše opačná. Rozvoji OZE v ČR brání zejména vysoké investiční náklady na tyto technologie, které mnohdy dosahují cenové hladiny běžné v EU. Jímí vyrobená energie však konkuruje energii vyrobené klasickými zdroji. Ty jsou v ČR stále zvýhodňovány. Tomu také odpovídá obecně nižší cena

energie než je obvyklé ve státech EU.

Nedostatek vlastního kapitálu investory nutí využít bankovního úvěru, který je v dnešních podmínkách z pohledu energetiky obecně nevýhodný. Na investici, mající životnost řádově desítky let, banky nabízejí úvěr s vysokými úroky a krátkou dobou splatnosti (max. 4 - 8 let).

Do cen energie vyrobené klasickými zdroji se nepromítají náklady na devastaci životního prostředí, a tak jsou OZE znevýhodňovány (platí i pro EU). Aby se tato nerovnováha cen alespoň částečně odstranila, jsou provozovatelé OZE v zemích EU (a nejen tam) zvýhodňováni, počínaje různými úlevami na daních, až po zvýhodněné a státem garantované výkupní ceny za vyrobenou energii, nebo dokonce přímé dotace.

Aby se mohly OZE uplatnit větší měrou na trhu s energiemi, je podpora státu nezbytná. Ta by měla být směřována do státních podpůrných programů s dobrou dosažitelností pro jednotlivé uchazeče. Stát by se měl také zaměřit na úpravu legislativy a daňové úlevy ve prospěch OZE. Samozřejmostí by měla být daleko větší informovanost veřejnosti, než je tomu dosud.

Komu a za jakých podmínek se vyplatí instalovat OZE? V současné době je otázka ekonomické efektivity a návratnosti investic vlivem zpomaleného hospodářského růstu aktuálnější, než kdykoli předtím. Každý potenciální investor musí dobře zvážit, do čeho investovat a jaký bude mít investice efekt. Vlivem nárůstu cen energií včetně elektrické při změně DPH z 5 % na 22 % (dnes 19 %) se zvyšují šance pro větší obsazení „energetického trhu“ obnovitelnými zdroji energie.

Využitelnost OZE v praxi ovlivňuje řada různých faktorů, z nichž nejmarkantnějšími jsou **faktory ekonomické**. Nejdůležitější z nich je cena energie.

*Libor Lenža*

### **6.3. ENERGIE SLUNCE**

**Energie Slunce je velmi vydatným zdrojem.** Energie slunečního záření dopadajícího na Zemi mnohonásobně převyšuje energetické potřeby lidstva. Problémem však je skutečnost, že její plošná hustota je nízká a k jejímu získávání jsou nutná technická zařízení (samozřejmě s výjimkou pasivních faktorů staveb).

Přes všechny své problémy se může sluneční energie stát velmi významným pomocníkem ve snaze snižovat spotřebu fosilních paliv, ale rozhodně nejde o způsob, který by mohl fosilní paliva nahradit.

### 6.3.1. MOŽNOSTI VYUŽÍVÁNÍ SLUNEČNÍ ENERGIE

Je celá řada možností jak přeměnit energii slunečního záření na teplo využitelné člověkem. O některých možnostech již byla řeč. Přehled typů solárních zařízení pro tuto přeměnu je uveden v tabulce.

*Tabulka č. 3 – Přehled typů solárních zařízení.*

<b>S o l á r n í zařízení</b>	aktivní	Přeměna solárního záření na teplo pomocí kolektorů	Kapalinové
			Vzduchové
		Přeměna solárního záření na elektrickou energii	Fotovoltaické články
			Solárně termická zařízení
	pasivní	Přeměna solárního záření na teplo vhodnými architektonickými prvky budov	

Z uvedené tabulky je zcela zřejmé, že možností řešení je příliš mnoho, abychom se zde mohli všemi zabývat do detailů.

**Pasivní využití** je relativně nejjednodušší formou a způsobem získávání sluneční energie. S technickým pokrokem se však pasivní využití sluneční energie stalo doslova samostatnou vědou a poznatky jsou uplatňovány zejména v architektuře (Trombeho stěna, solární okna, zimní zahrady, apod.).

**Aktivní využití** sluneční energie představují dnes již průmyslově vyráběná zařízení s vysokou technickou dokonalostí a pro mnohé až s nepochopitelnými technickými parametry. V počátku byly sluneční kolektory používány pouze pro ohřev užitkové vody a bazénů. Dnes jsou také uplatňovány pro přitápění v rodinných domech. Je však možné je využít také v řadě technologických zařízení v průmyslu a zemědělství.

**Fotovoltaické panely** slouží k přeměně dopadajícího slunečního záření na elektrickou energii. Pro vysokou pořizovací cenu se u nás objevují zatím sporadicky (parkovací automaty, zahradní osvětlení, ale i napájení rekreačních zařízení). V souvislosti se změnami v ekonomické sféře však pomalu klesá i cena těchto panelů a možná se velmi brzy dočkáme jejich širšího uplatnění i v oblasti občanské a bytové výstavby.

#### Praktické využití sluneční energie v rodinných a bytových domech

**Pasivní faktory staveb** mohou velmi výrazně zlepšit tepelnou bilanci domu díky pasivnímu využívání sluneční energie za cenu relativně malých nákladů. Druhou nejčastější aplikací využití sluneční energie je použití slunečních kolektorů

(různých výrobců, typů a tvarů) k sezónní i celoroční **přípravě teplé vody** nebo ohřevu vody v bazénech.

Návratnost těchto systémů závisí na provozním režimu celého zařízení, objektu, na množství odebírané TUV aj. V našich podmínkách činí délka slunečního svitu kolem 1 500 hodin ročně (ne všechny jsou energeticky využitelné). Přesto je právě ohřev TUV jednou z velmi vhodných aplikací využití sluneční energie. Návratnost systémů se pohybuje přibližně od 5-7 let.

Přímá **přeměna slunečního záření na elektřinu** (fotovoltaické panely) není příliš rozšířená. Důvodem je značná pořizovací cena, dlouhá návratnost investice a také časový nesoulad mezi výrobou a spotřebou, a tedy nutnost elektřinu skladovat (nebo dodávat do sítě). Může se však velmi dobře uplatnit v ostrovních provozech, tedy tam, kde by vybudování přívodu elektřiny bylo velmi drahé vzhledem k předpokládaným odběrům či provozu. Proto se může uplatnit v rekreačních objektech, při napájení jednoúčelových zařízení (např. parkovacích automatů, jednotlivých světel veřejného osvětlení, pro doplnění baterií na dovolené v přírodě apod.).

### 6.3.2. SLUNEČNÍ ABSORBERY A KOLEKTORY



Obrázek č. 9 – Solární termické kolektory k ohřevu TUV v SPŠ Zlín.

Dopadající energie slunečního záření se zachycuje sběračem – **absorbérem**. Absorbční plocha pohlcuje dopadající sluneční záření. Dopadající tok fotonů<sup>1</sup> rozkmitá atomy povrchové vrstvy, a tak dochází k přeměně na tepelnou energii. Vzhledem k proměnlivosti intenzity slunečního záření není účinnost absorbéru stálá a mění se také v závislosti na teplotě a povětrnostních podmínkách v okolí. Proto jsou absorbéry jako takové používány dnes

již jen pro specifická zařízení a pro ohřevy bazénů a podobně. Prosté absorbéry jsou vyrobeny z plastů, technických textilií a dalších materiálů.

Pro dokonalejší využití byl absorbér uzavřen do krycí „skříně“ s předním zasklením a vznikl **sluneční kolektor**. Vpředu je absorbční plocha chráněna krycím sklem, zabráňujícím nadměrnému ochlazování sběrače okolním vzduchem, chrání jej před znečištěním a mechanickým poškozením. Zadní strana sběrače je ze stejného důvodu chráněna tepelnou izolací, uloženou ve vaně kolektoru.

<sup>1</sup> Foton – částice světla (elektromagnetického záření).

Konstrukce kolektoru umožňuje použití dokonalejších absorpčních ploch s vysokou účinností zachycování dopadajícího slunečního záření (absorbtivitou), nízkým zpětným vyzařováním (emisivitou), a tím také s podstatně vyšší účinností a dosahovanými pracovními teplotami.

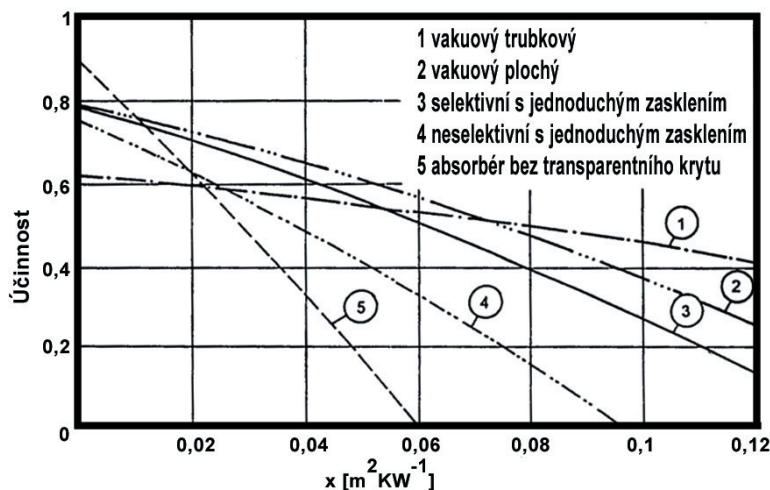
Mezi dodavateli jsou bohužel i firmy, které tyto pojmy at' vědomě nebo z neznalosti zaměňují a uvádějí tak zákazníkovi v omyl. Absorbtivita 97 % neznamená 97 % účinnost kolektoru. Vzhledem k tomu, že účinnost kolektoru je závislá na dopadající intenzitě slunečního záření, tepelném toku, teplotě okolí, uvedených vlastnostech absorberu a řadě dalších vlivů, dosahuje účinnost u plochých kolektorů v létě 80 % i více, v zimních pak i méně než 10 %.

Na trhu je **široká škála slunečních kolektorů** v různých cenových relacích a kvalitě. Jaká jsou kritéria výběru slunečních kolektorů? Energetická účinnost, cena, životnost, uživatelský komfort.

## Energetická účinnost

Energetická účinnost je definovaná jako poměr intenzity tepelného toku odebraného z kolektoru k příkonu, tj. intenzitě slunečního záření dopadajícího na transparentní kryt kolektoru. Energetická účinnost je jednoznačně určená:

- velikostí optických ztrát (sluneční absorptivita konverzní vrstvy absorberu a propustnost transparentního krytu), které jsou prakticky nezávislé na teplotě;



Graf č. 3 – Průběh účinnosti pro jednotlivé druhy slunečních kolektorů (archiv autora).

- velikostí tepelných ztrát (směrem do okolí kolektoru), závislou na rozdílu teplot povrchu absorbéru a vzduchu v okolí kolektoru.

Velikost optických a tepelných ztrát znázorňuje tzv. „účinnostní charakteristika kolektorů“, jejichž obecné průběhy pro různé konstrukční typy kolektorů a nekrytý absorbér jsou uvedeny na obrázku.

*Miloslav Mužík, Libor Lenža*

## 6.4. ENERGIE DŘEVA (BIOMASY)

**Spalování biomasy** je nejstarším známým způsobem získávání energie. Dřevo bylo **historicky nejstarším palivem** a ještě v polovině minulého století krylo 90 % potřeb primárních energetických zdrojů. Biomasa zůstává dominantním palivem v rozvojových zemích. Biomasa v podobě dřeva patřila v nedávné minulosti k hlavnímu zdroji energie. Ještě dnes představuje pro  $\frac{3}{4}$  světové populace žijící v rozvojových zemích spalování biomasy hlavní zdroj primární energie.

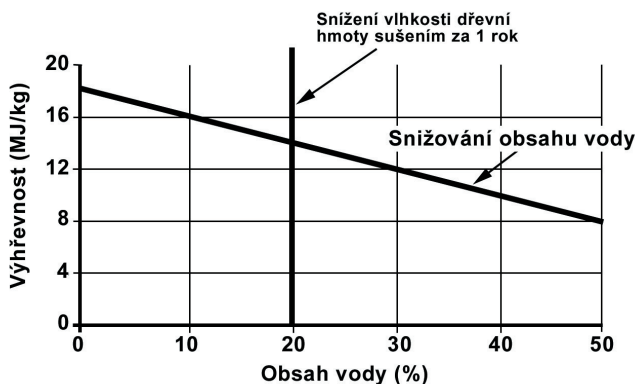
Pokusme se spalování zjednodušeně popsat. Nejprve je nutné spalovaný materiál sušit (na přijatelné procento vlhkosti). Palivo se v topeništi postupně ohřívá, přičemž dochází k rozkladu organických látek na hořlavé plyny a zuhelnatělý zbytek – dochází k **pyrolýze**. Zuhelnatělý zbytek na roštu vytváří za přístupu vzduchu oxid uhelnatý, který se spaluje na oxid uhličitý (spalování pevných složek). Hoření je z chemického hlediska **oxidace**, to znamená, že pro tento proces je nutná přítomnost dostatečného množství kyslíku (ze vzduchu).

Obecně máme **dvě metody získávání paliva**:

1. **Využití dřevního a organického odpadu ke spalování** (komunální odpady, odpadní dřevěné hmoty, zemědělský odpad);
2. **Pěstování rychle rostoucích rostlin**,
  - a. **dřeviny** (tzv. rychle rostoucí): výmladkové plantáže topolů a vrb na zemědělské půdě;
  - b. **nedřevnaté rostliny**: čirok, šťovík uteuša, energetické obilí a mnoho dalších;
  - c. **palivové dříví** (v některých případech).

Důležitým parametrem každého paliva je jeho **výhřevnost**. Biomasa je velmi složité palivo, neboť podíl prchavé složky je velmi vysoký. Některé uvolněné plyny se při tom začínají spalovat až při teplotě 900 °C. **Obsah vody** energetickou hodnotu biomasy snižuje, neboť část energie se spotřebuje na její odpaření. Je

proto nutné před spálením biomasu vysušit. V praxi však nelze biomasu vysušit úplně, např. podíl vody v suchém dříví dosahuje 20 %.



Graf č. 4 - Růst výhřevnosti dřeva s klesajícím obsahem vody. Příroženým vysycháním klesne obsah vody ve dřevě za 1 rok o 20 %.

Existuje i druhá strana mince. V některých rozvojových zemích je kácení lesů a vývoz dřeva jediným zdrojem příjmů. Pokud takového využití biomasy není **účelně regulováno a stabilizováno** na nezbytné úrovni, odpovídající přirozené schopnosti reprodukce biomasy, může dojít k osudným ekologickým následkům (ubývání deštných pralesů, degradace biosféry, ztráta fotosyntetického potenciálu, aj.). Moderní využití energie biomasy spalováním má **velkou perspektivu**, zaměří-li se na odpady či na jinak těžko využitelné porosty. Spolu s využitím dalších obnovitelných zdrojů tak lze v mnohých venkovských oblastech **obnovit energetickou soběstačnost**, pro zemědělské oblasti typickou.

Shrňme si **základní přednosti biomasy**:

- obnovitelný zdroj bez škodlivých výpusť obsahujících síru;
- dostatečně známá a vyvinutá technologie, i když výzkum není u konce a slibuje další výrazný pokrok;
- spalování odpadů a jejich energetické využití pomáhá řešit problém zavádění bezodpadových technologií.

Spalování biomasy však má i své **problémy a nedostatky**:

- celkově omezený energetický potenciál;

- potřeba velkých počátečních investic;
- relativně nízká výhřevnost vztažená na jednotku hmotnosti vyžaduje manipulaci s velkými objemy biomasy.

Důležitým ukazatelem využitelnosti paliva je nejen jeho výhřevnost, ale také (a snad především) jeho cena. Vývoj ceny paliv z biomasy je zatím velmi nestabilní a možné výkyvy není možné spolehlivě předpovídat. Předpokládá se však, že se zavedením funkčního trhu (burzy) biopaliv se ceny stabilizují a vznikne regulérní a funkční trh s touto komoditou.

#### 6.4.1. DRUHY PALIV

Z hlediska vytápění rodinných domků a menších bytových objektů připadají do úvahy následující druhy paliva:

- 1) kusové dřevo;
- 2) dřevní štěpky;
- 3) dřevní brikety;
- 4) dřevní pelety.

Pokud bychom výběr zúžili na samotné rodinné domy, přichází v úvahu hlavně kusové dřevo, dřevní brikety a pelety. **Peleta** je granule o rozměrech cca 5 × 20 mm vyrobená ze slisovaného dřevního odpadu. Její předností je, že ji lze nasypat do zásobníku pro automatické doplňování paliva. **Dřevní brikety** představují slisovaný dřevní odpad nejrůznějších tvarů (kvádry, válce) a jsou dostupné běžně i ve velkých obchodech. Výrobci kotlů však často sami nabízejí pravidelné dodávání paliva.

Z hlediska dostupnosti a ceny je pro většinu uživatelů stále nejvýhodnější (a také nejpoužívanější) **kusové dřevo**. To si může uživatel sám připravit na potřebnou velikost a uložit si u domu.

**Dřevěné štěpky** různých velikostí a složení se vyrábějí štěpkovačem. Určité omezení pro použití v běžných rodinných domech spočívá v tom, že na trhu jsou k dispozici většinou až kotle o větších výkonech.

Základní informace o typech topenišť, kotlů a krbů naleznete v kapitole 4.1.5. Zdroje na biomasu (dřevo) a 4.2.3. Další typy otopných soustav.

*Libor Lenža*

## 6.5. ENERGIE VĚTRU A VODY

Vzhledem k omezeným možnostem využití těchto obnovitelných zdrojů v běžné praxi se omezíme na pouhou zmínku.

**Energie vody** se dá využít buď přímou přeměnou na mechanickou energii (vodní mlýny, hamry apod.), nebo můžeme mechanickou energii přeměnit na energii elektrickou pomocí vodních turbín. Tento způsob naráží na některé problémy. Jedná se o stavby investičně náročné, které navíc mohou nepříznivě zasahovat do životního prostředí. Velkým problémem je nedostatečný průtok vody nebo jeho silné sezónní kolísání. Ovšem i přes zmiňované problémy má smysl se ve vhodných lokalitách vodní energií zabývat. Výhodou je, že se energie vody přeměňuje na nejušlechtlejší formu energie – elektřinu, kterou je možné neomezeně využít mnohými způsoby.

**Větrná energie** se rovněž potýká s problémy, které jsou velmi podobné. Jde především o investiční náročnost, problémy umístění a především omezené možnosti instalací vzhledem k nedostatečné rychlosti větru a velkým sezónním výkyvům. Velké starosti způsobují větrné generátory umístěné na vysokých sloupech na exponovaných místech krajinářům a ochráncům přírody. Navíc vhodné podmínky se nacházejí vesměs v oblastech přírodních rezervací a chráněných krajinných oblastí. Výhodou je opět výroba elektřiny, která může být přeměněna na jakýkoliv jiný druh energie.

*Libor Lenža*

## 6.6. ALTERNATIVNÍ METODY VÝROBY TEPLA

Kromě tradičních postupů výroby tepla se v posledních letech začínají prosazovat také postupy a technologie, které jsou schopny dosahovat mnohem větší efektivity využití primárních paliv. Jedná se především o **tepelná čerpadla**, kdy počet jejich instalací každým rokem rychle roste. Tepelná čerpadla se vyrábějí od malých výkonů, které jsou určeny pro použití u rodinných domů, až po velké výkony, které mohou obstarat vytápění i velké budovy a objektů. Nutno říci, že se tepelné čerpadlo nehodí do každého objektu, ale jen do takového, který splňuje určité požadavky na tepelně-technické vlastnosti.

**Kogenerační jednotky**, které slouží ke kombinované výrobě tepla a elektrické energie, mohou být poháněny i zemním plynem. V převážné většině nejsou kogenerační jednotky určeny pro rodinné domy nebo malé objekty. Mohou být efektivně využity až ve větších objektech, jejichž provoz umožňuje ekonomické provozování kogenerační jednotky.

### 6.6.1. TEPELNÁ ČERPADLA

V úvodu bychom si měli říci, co je tepelného čerpadlo. **Tepelné čerpadlo** je zařízení, které dokáže využít přírodní teplo o nízké teplotě obsažené ve vodě, zemi nebo vzduchu běžnými způsoby pro vytápění nevyužitelné. Toto přírodní, tzv. **nízkopotenciální teplo**, které je obnovitelným (tedy ekologickým) energetickým zdrojem, však může být pomocí tepelného čerpadla převedeno na teplo s vyšší teplotou, vhodnou pro vytápění nebo pro přípravu TUV.

Díky tomu, že je tepelné čerpadlo schopno využít elektrinu mnohem efektivněji, než kdybychom stejný příkon využili např. v přímotopném nebo akumulacním elektrickém vytápění, stává se tak významným nástrojem snižování energetické náročnosti.

#### Princip tepelného čerpadla:

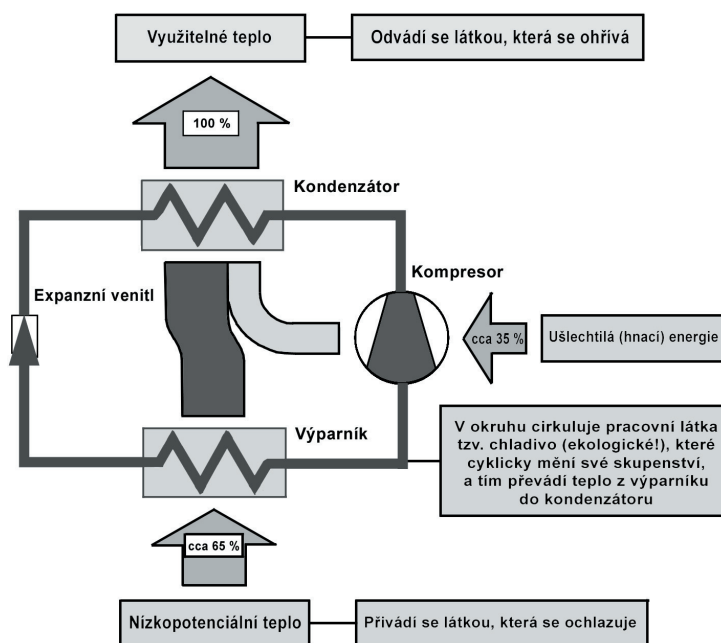
Základem tepelného čerpadla (schéma na obrázku) je chladicí okruh, jehož hlavním prvkem je **kompresor** poháněný zpravidla elektromotorem. Dalšími důležitými prvky jsou dva výměníky (výparník a kondenzátor) a expanzní ventil. Tepelné čerpadlo odebírá z prvního výměníku (výparníku) teplo z prostředí nízkopotenciálního tepla (voda, země, vzduch), tím prostředí ochlazuje a pomocí hnací elektrické energie pohánějící kompresor ho předává do prostředí s vyšší teplotou (otopný systém, teplá voda). Tím ho ohřívá. Teplo převáděné z výparníku do kondenzátoru se přitom zvětšuje o teplo, na které se v kompresoru mění hnací elektrická energie. Topný výkon tepelného čerpadla je dán součtem vložených energií - energie nízkopotenciální a energie elektrické. Poměr topného výkonu tepelného čerpadla a jeho elektrického příkonu je vždy větší než jedna a nazývá se **topný faktor**.

Poměr mezi získanou přírodní energií ve formě nízkopotenciálního tepla a dodanou ušlechtilou energií elektrickou se obvykle pohybuje 2,5 : 1 až 3,5 : 1 (u moderních čerpadel je poměr ještě výhodnější). Znamená to, že z **1 kWh**

---

<sup>1</sup> Dotopový elektrokotel slouží k dotápění systému v případech, kdy na to tepelné čerpadlo svým výkonem nestačí. V praxi se navrhuje raději menší výkony tepelných čerpadel, než odpovídá nejnižším možným venkovním teplotám. Šetří to investiční i provozní náklady, zařízení pracuje v optimálnějším režimu a zvýšená potřeba tepla v období několika málo dnů s velmi nízkými teplotami je pokryta právě dotopovým elektrokotlem.

**elektrické energie lze získat 2,5 až 3,5 kWh energie tepelné.** Za výhodných podmínek lze získat i více (4 až 5 kWh). Pracovní látkou chladicího okruhu je tzv. chladivo, které v zařízení trvale obíhá a cyklicky mění své skupenství (z kapalného na plynné a naopak). Ve výparníku tepelného čerpadla při odebrání přírodní nízkopotenciální energie dochází k přeměně skupenství z kapalného na plynné. Chladivo se v kompresoru stlačí, tím se zahřívá na vyšší teplotu, a v kondenzátoru kondenzuje, tedy při odevzdávání tepla zpět mění plynné skupenství na kapalné. Použité chladivo v tepelném čerpadle musí splňovat ekologické, bezpečnostní a hygienické požadavky. Výrobci šetrní k okolnímu prostředí používají bezfreonová chladiva, která při případném úniku do ovzduší nemohou narušit ozónovou vrstvu Země.



Obrázek č. 9 – Schéma principu tepelného čerpadla.

Při úvaze využít tepelné čerpadlo jako zdroj tepla pro objekt by mělo předcházet kritické zhodnocení možností a požadavků. Tepelné čerpadlo je nutno provozovat s co nejnižší výstupní teplotou vody v otopném systému. Je proto dobře použitelné u podlahového vytápění nebo otopného systému navrženého

na **nízký teplotní spád**. Vytápění objektu by mělo být nastaveno dle ekvitermní křivky s co nejlepším topným faktorem. Tepelné čerpadlo by mělo být využito i pro ohřev TUV. Provoz systému v souvislosti s nutnou dobou provozu dotopového elektrokotle<sup>1</sup> by měl být zajištěn tak, aby jeho provoz minimalizoval.

Abychom docílili **optimální funkce tepelného čerpadla** a celého otopného systému, je potřeba vytápěcí systém hydraulicky vyvážit. Výhodné je použití tepelného čerpadla i pro ohřev vody v bazénu.

V současné době je v ČR instalováno asi 3500 ks (rok 2003) tepelných čerpadel a každoročně se počet jejich instalací zdvojnásobuje.

### Hlavní důvody proč použít tepelné čerpadlo:

1. **Energetický a ekonomický důvod** - tepelné čerpadlo svým provozem snižuje energetickou potřebu zdroje tepla u výrobce elektrické energie, a tím i celkové provozní náklady za vytápění v objektu.
2. **Ekologický důvod** - tepelné čerpadlo z 60 až 70 % využívá přírodní energii. Snižuje emise tím, že samo žádné emise neprodukuje a zařízení vyrábějící potřebnou elektrickou energii pro chod tepelného čerpadla jí může vyrobit méně právě o tu část, kterou získá z přírodních zdrojů.

### Hlavní druhy tepelných čerpadel:

Jak jsme již uvedli výše, existuje několik základních variant tepelných čerpadel z hlediska zdroje nízkopotenciálního tepla. Z tohoto hlediska tepelná čerpadla rozdělujeme na:

#### Tepelná čerpadla typu země-voda:

Jsou zatím nejrozšířenějším systémem tepelných čerpadel u nás. V primárním okruhu, zpravidla z plastového potrubí, proudí voda s přísadami, které z ní dělají nemrznoucí kapalinu. Délka těchto potrubí je závislá na tom, jak a kam se budou ukládat. Při **horizontálním ukládání** pod nezamrznou hloubku je nutný pozemek, který je tímto znehodnocen pro případnou další výstavbu.

Pro **vertikální uložení** se pak realizuje jeden nebo několik vrtů, které se po založení kolektorů zaplní, aby došlo k trvalému a stabilnímu spojení zemního kolektoru s okolní horninou. Významnou měrou se na délkách horizontálních nebo vertikálních kolektorů podílí geologické složení hornin, do kterých se ukládají. Tyto, s instalací tepelného čerpadla související, stavební a vrtné práce významně ovlivňují celkovou cenu instalace. Poddimenzovaná délka kolektoru nebo výskyt závad na kolektoru vedou k problémům s chodem tepelného čerpadla – nápravu je obtížně realizovat. Provádění vrtů podléhá schvalovacím řízením, a ne vždy je

kladné vyřízení bez problémů.

Dobře instalované tepelné čerpadlo země-voda se **vyznačuje vyrovnanou úrovní topného výkonu**, ale je zatíženo právě náročností souvisejících stavebních prací, které se na celkové ceně instalace významně podílejí.

### **Tepelná čerpadla typu voda-voda:**

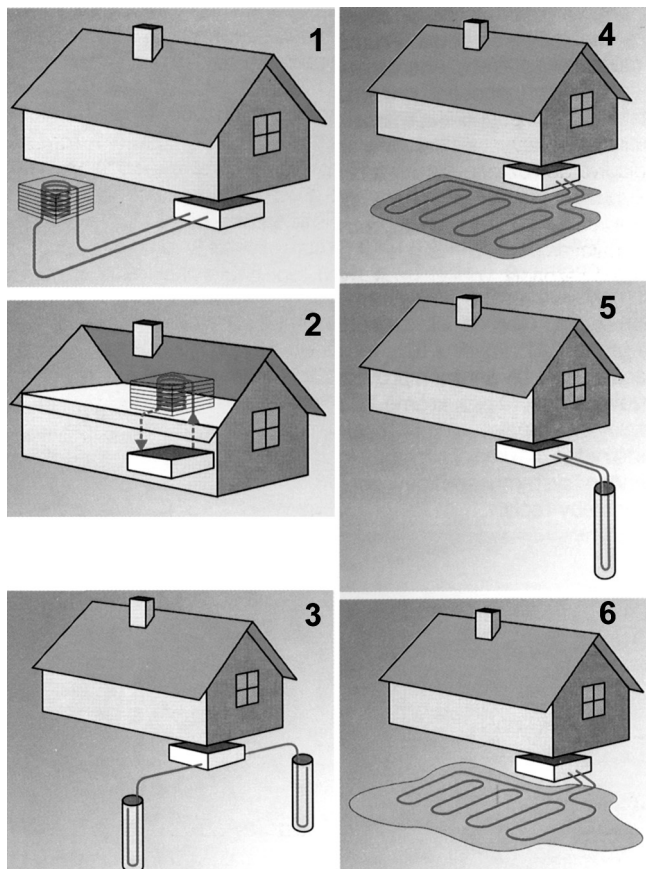
Systém voda-voda předpokládá, že bude využívána „spodní“ voda, jejíž teplota ani v zimě nepoklesne pod  $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pro běžný rodinný domek je potřeba přečerpávat ze sací do vsakovací studny přes tepelné čerpadlo  $2\text{--}3\text{ m}^3/\text{hod}$ . Toto množství je třeba mít k dispozici trvale, hlavně v období, kdy nejvíce venku mrzne a přitom se jedná o období, kdy zemské vláhý je minimum. Dostatečné množství spodní vody bývá tím hlavním problémem, který limituje použitelnost tohoto, jinak energeticky velmi výhodného systému. Podmínkou je i to, že zmíněná spodní voda musí splňovat výrobcí stanovená fyzikální a chemická kritéria, aby nedocházelo k zanášení nebo poškození výměníků tepelného čerpadla na tzv. „studené straně“. Proto je poměrně složité splnit všechny potřebné předpoklady pro úspěšné provozování systému voda-voda, přičemž nikdy se nedá vyloučit, že dnes splněné podmínky nemohou být za nějaký čas zcela jiné. Ani ztrátu vody v okolních studnách nelze nikdy vyloučit.

### **Tepelná čerpadla typu vzduch-voda:**

Tepelná čerpadla vzduch-voda doznala během posledních let, díky generačnímu zvratu v technologii kompresorů, zásadních změn. Tepelná čerpadla vzduch-voda s pístovými kompresory používanými dříve (u některých výrobců a u větších výkonů ještě i dnes) byla ekonomicky použitelná do venkovních teplot těsně pod  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nové generace kompresorů s označením Scroll, zcela změnily provozní charakteristiky tohoto systému tepelných čerpadel a posunuly jejich provozní schopnost až do venkovních teplot mínus  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , což jsou teploty, které se v našich klimatických podmínkách vyskytují jen mimořádně a když, tak pouze krátkodobě. Venkovní průměrná teplota v topném období se u nás na převážné většině území pohybuje v rozmezí  $+3\text{ až }+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ! Při těchto teplotách kvalitní tepelné čerpadlo vzduch-voda s podlahovým vytápěcím systémem dosahuje topného faktoru  $3,3\text{ až }3,4$ .

Tepelná čerpadla vzduch-voda nevyžadují prakticky žádné stavební práce pro primární zdroj energie (jako jsou studny, hlubinné vrty nebo zemní rýhy pro pokládku kolektorů). **Instalace těchto tepelných čerpadel je velmi snadná a tímto i levnější** v porovnání s ostatními druhy. Provozně se sice v závislosti na

teplotě venkovního vzduchu mění tepelný výkon tepelného čerpadla (tím i topný faktor), ale není to tak významné. Dnů, kdy je venkovní teplota trvale pod 0 °C je poměrně málo, a v těchto obdobích pomůže v rámci bivalentního provozu doplňkový tepelný zdroj (ten se používá i u ostatních systémů tepelných čerpadel). Nevýhodou systému je určitá hladina hluku vyzařovaného do okolí. V poslední době, se podařilo jeho hodnotu díky technickým úpravám a zlepšením výrazně omezit.



Obrázek č. 11 – Možnosti zapojení tepelného čerpadla (TČ). 1 - TČ vzduch/voda, výměník je umístěn vně budovy; 2 - TČ vzduch/voda, výměník je umístěn v budově; 3 - TČ voda/voda, teplo je odnímáno přecherpávané vodě, voda je odebírána z jedné studny (sací) a je vypouštěna do druhé (vsakovací); 4 - TČ země/voda, teplo je odnímáno půdě prostřednictvím nemrznoucí kapaliny; 5 - TČ země/voda, teplo je odnímáno z vrtu prostřednictvím nemrznoucí kapaliny; 6 - TČ voda/voda, teplo je odnímáno z vodní masy (rybník, řeka apod.).

(Obrázky převzaty z letáčku vydaného společností EkoWATT, Praha 2002).

Systém vzduch-voda umožňuje **dvě variantní řešení**, buď může být kompaktní tepelné čerpadlo vnitřního provedení (lze umístit do sklepa dílny, garáže apod.), vzduch se k tepelnému čerpadlu přivádí přes stěnu hlukově a tepelně izolovanými hadicemi z vnější strany opatřenými žaluziemi. Jinou možností (pokud není v objektu dostatek místa) je použití tepelného čerpadla pro venkovní instalaci. Zařízení je pak umístěno mimo dům a uvnitř je jen akumulční zásobník topné vody, řídicí automatika, elektrické a hydraulické příslušenství.

(Zdroj: TČ – firemní článek; Ing. Slováček)

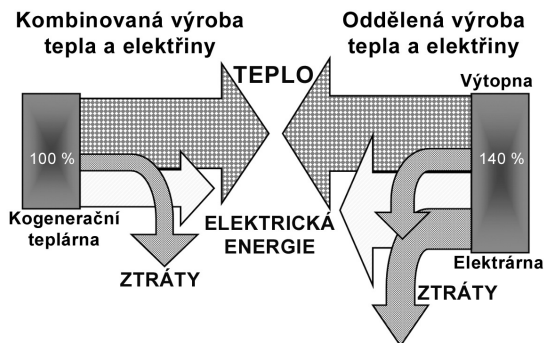
Petr Belica

## 6.6.2. KOGENERAČNÍ JEDNOTKY

Kombinovaná výroba tepla a elektrické energie je velmi perspektivní technologie, která umožňuje **snížit spotřebu neobnovitelných fosilních paliv díky mnohem vyššímu energetickému využití paliva.**

V základě rozlišujeme čtyři typy kogeneračních zařízení:

1. s parní turbínou
2. s plynovou turbínou
3. s pístovým spalovacím motorem
4. s parním strojem



Obrázek č. 12 – Porovnání účinnosti výroby energie běžným způsobem odděleně (elektrárna, výtopna) a kombinované výroby tepla a elektřiny.

Podstata výhod kogenerace spočívá v lepším energetickém využití paliva. Lépe je princip patrný na obrázku, na kterém je porovnání účinnosti výroby elektřiny a tepla odděleně s výrobou elektřiny a tepla ve společném zařízení – kogenerační jednotce.

V menších výkonových aplikacích jsou vesměs využívány pístové spalovací motory. Ostatní aplikace jsou využívány především v elektrárnách či teplárnách, kde je možné využít vyšších výkonů, i akceptovat vyšší náklady.

Existují i kogenerační jednotky na bázi pístových motorů, které jsou schopny pracovat nejen na zemní plyn, ale například i na bioplyn nebo skládkový plyn. Použití těchto netradičních zdrojů však závisí na jejich kvalitě (obsahu metanu a nežádoucích příměsí), a ne vždy se jedná o bezproblémové technologie. Aplikace na bázi pístových motorů využívajících jako palivo zemní plyn, jsou v dobře navržených a provozovaných systémech, ekonomicky zajímavé a jsou nesporným přínosem. Navíc dnes existují i aplikace využívající tzv. **trigenerace**, to je výroby elektrické energie, tepla a chladu.

Vzhledem k omezené možnosti použít kogenerační technologii v rodinných a bytových domech se touto technologií dále zabývat nebudeme.

Libor Lenža

## 7. Kde hledat pomoc a co mě to bude stát?

Pokud jste dočetli až sem, možná se vám bude následující seznam míst a možností energetického poradenství hodit.

### 7.1. Co je to EKIS ČEA

Poradci na střediscích EKIS ČEA o sobě občas tvrdí, že: „*Radíme lidem a institucím, jak lépe využít přírodní zákony ve svůj prospěch a přitom přírodě neuškodit.*“ ... a mají pravdu!

Poradenství vykonávají vybraní energetičtí poradci, kteří prokáží odpovídající odbornou způsobilost, na základě osvědčení vydaného pro příslušné časové období. Tito poradci působí v **Energetických konzultačních a informačních střediscích (EKIS)**. Střediska pracují díky finanční podpoře v rámci části **A Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro příslušný rok** (dále jen Program) s poskytují nejširší veřejnosti bezplatné poradenské služby v otázkách zvyšování účinnosti užití energie a snižování dopadů na životní prostředí.

Kromě fyzických středisek, kam si můžete pro radu či konzultaci zajít, najdete i **virtuální středisko na adrese: [www.i-ekis.cz](http://www.i-ekis.cz)**. Seznam fyzických středisek EKIS ČA najdete na stránkách České energetické agentury:

<http://www.ceacr.cz/?page=strediska>

**Náplň EKIS ČEA** je rozdělena do devíti odborných zaměření:

- I. územní energetické plánování
- II. energetické audity, energetické průkazy
- III. výrobní a rozvodná zařízení energie
- IV. kombinovaná výroba elektřiny a tepla
- V. obnovitelné a druhotné zdroje energie, palivové články
- VI. energeticky úsporná opatření, snižování emisí sklen. plynů - průmysl
- VII. energeticky úsporná opatření, snižování emisí sklen. plynů, veřejný sektor
- VIII. moderní postupy, technologie a materiály
- IX. financování projektů s návazností na fondy Evropské unie

## 7.2. KDO JSOU TO ENERGETIČTÍ AUDITOŘI A K ČEMU JSOU?

Institut nezávislé osoby, který by posuzovala energetickou hospodárnost budov, provozů a technologií zavedl **Zákon o hospodaření energií** č. 406/2000 Sb. ze dne 25. října 2000. Přesnější vymezení a obsah pojmu energetický auditor najdete v části první, hlavě IV. § 10 výše uvedeného zákona.

**Energetický auditor** je fyzický osoba, která je zapsána do seznamu energetických auditorů vedeného ministerstvem (MPO). Energetický auditorem se může fyzická osoba stát až poté, co složí odbornou zkoušku, je odborně způsobilý, bezúhonný a je způsobilý k právním úkonům.

**Úkolem energetických auditorů** je provádět audity domů, budov, technologií, i komplexů budov a technologií z pohledu nakládání s energiemi. Jinými slovy posoudit a vypracovat o svých zjištěních závěrečnou písemnou zprávu - energetický audit. Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu ČR ze dne 25. října 2001 č. 213/2001 Sb. uvádí podrobnosti energetického auditu.

Dobrý energetický auditor vám nejen odpoví na vaše otázky, ale podrobně vás seznámí s obsahem své zprávy a především s navrhovanými opatřeními,

jejich ekonomickou návratností a dalšími důležitými fakty. Energetičtí auditoři jsou zde pro nás, abychom lépe hospodařili s energiemi a prováděli taková energeticky úsporná opatření, která jsou také ekonomicky efektivní. Podrobnosti o energetickém auditu najdete v příloze pod číslem kapitoly 8.3.

Kompletní seznam autorizovaných energetických auditorů naleznete na stránkách MPO ČR.

*Libor Lenža*

## 8. Přílohy

### 8.1. OBRAZOVÁ PŘÍLOHA

Viz barevná příloha v publikaci.

### 8.2. ENERGETICKY ÚSPORNÁ OPATŘENÍ V BYTOVÝCH DOMECH

I když je drtivá část publikace věnována především rodinným domům, je potřeba se alespoň v základních rysech zmínit o možnostech energeticky úsporných opatření v bytových domech.

Bytové domy mají řadu specifik, které vyplývají z velikosti bytového domu, typu konstrukce a použitých materiálů, ale také vlastnických vztahů. Základní východiska jsou však stejná.

**Zateplení obvodového zdiva** bytových domů je jednou z cest snížení celkové energetické náročnosti domu. Problémem je však skutečnost, že se k tomuto kroku musejí odhodlat všichni nájemníci, kteří se také musejí podělit o vzniklé náklady, které nebývají malé. Problém nákladů a jejich rozpočítání vzniká i v případech jediného vlastníka, který bytové jednotky pronajímá.

Jednoznačně doporučujeme **vnější zateplení**, které je mnohem méně problematické než zateplení vnitřní. Kontaktní zateplovací systém nebo zateplovací systém s předsazenou fasádou jsou cestou ke snížení spotřeby tepla a zvýšení tepelné pohody v bytech. V každém případě je nezbytně **nutná odborná konzultace s odborníkem** a samotný návrh zateplení a projekt je potřeba svěřit zkušenému projektantovi. Samotnou realizaci pak zkušené firmě s dobrými referencemi. Použité materiály by měly být certifikovány jako systém, aby nedošlo k problémům s použitím nesourodých prvků.

Do stejné kategorie problémů patří i **zateplování střech a stropů**. Kde lze aplikovat obdobné systémy používané pro jednotlivé typy střech (plochá pochůzí,

plochá, šikmá, sedlová apod.). Pokud jste nuceni na domě opravit zatékající střechu, zkuste se zamyslet nad možností položení tepelně-izolačního materiálu. Možností zateplení střech je celá řada. Můžeme zvolit konstrukci jednoplášťovou nebo dvouplášťovou s odvětranou vzduchovou mezerou, elegantní je varianta tzv. obrácené (zelené) střechy, kdy plochu střechy můžeme osázet nenáročnými rostlinami. I zde platí jednoznačná zásada porady s odborníkem.

Neměli bychom zapomínat ani na **tepelnou izolaci vnitřních konstrukcí**. Jedná se především o stěny mezi nevytápěnými chodbami (jinými prostory), které stěnou sousedí s vytápěnými byty, typickým případem bývá strop sklepních prostor, který je podlahou pro přízemní byty. V obou případech lze zateplení celkem bez větších problémů realizovat. Měli bychom se držet zásady, že tepelně-izolační vrstva by měla být umístěna vždy na straně chladnějšího prostoru.

Dalším velkým problémem jsou **okna**. Kvalita oken používaných při stavbě panelových domů je mnohdy velmi problematická, vesměs velmi špatná. Je možné volit kompletní opravu (repasi) oken nebo jejich výměnu. Při **repasi** je obvykle opraveno nebo vyměněno kování oken, závěsy, je instalováno těsnění případně vyměněno vnitřní sklo za izolační dvojsklo (pokud to umožňuje stav a dimenze závěsů) nebo jednoduché sklo s pokovením.

Rozhodnete-li se pro **výměnu**, volte raději okna kvalitní, která budou respektovat např. i další zamýšlené kroky rekonstrukce bytového domu (zateplení). Rozdíl v ceně mezi nejlevnějším a nejdražším typem oken nebývá příliš velký, ale tepelně-izolační parametry se mohou podstatně lišit. Proto pozorně vybírejte!

S novými okny však nezapomeňte na nezbytné větrání místností, které kdysi zabezpečovaly nepříliš kvalitní okna. Po výměně oken je nutné zajistit pravidelný **režim větrání**, jinak se můžeme dočkat nemilého překvapení v podobě plísní, vlhkých stěn a dalších problémů. Některé typy oken mají možnost využít **mikroventilaci**, kdy je možné zvýšit provzdušnost okna jeho bezpečným pootevřením nebo využít speciálních konstrukcí mikroventilace.

U starých oken ve velmi špatném stavu dochází k velkým ztrátám tepla **větracím vzduchem**, který uniká netěsnostmi. Vyměníte-li okna a naučíte-li se větrat, šetříte další nemalou část tepla v místnostech. V mnohých domech lze větrat také pomocí technických centrálních šachet, které mohou odvádět vzduch z místností se zvýšenou tvorbou vlhkosti (koupelen, kuchyně apod.).

Nemalým zdrojem úspor může být úprava regulace a použití **termostatických ventilů**. Ty jsou schopny zabránit přetápění a akceptují tepelné zisky z oslunění nebo vnitřních zdrojů (pobyt osob, vaření atd.). Je však nutné upravit hydraulické poměry v celé soustavě, aby mohly všechny její regulační prvky pracovat správně a nedocházelo k problémům. Kontrolou a případnými zásahy (dodatečným zaizolováním) by měly projít i rozvody otopné soustavy i systému přípravy teple

užitkové vody **ve společných prostorách domu**.

Pokud zamýšlíte pojmout rekonstrukci bytového domu komplexně, vyplatí se zadat **zpracování energetického auditu**, který by měl na mnoho otázek odpovědět. Podle zkušeností však **největším problémem** bývají finanční prostředky (jejich nedostatek), a pak velmi častá neschopnost jednotlivých majitelů (nájemníků) domluvit se mezi sebou a postupovat jednotně.

*Ivana Tesaříková, Libor Lenža*

### 8.3. ENERGETICKÝ AUDIT

Energetický audit **slouží k ucelenému obrazu a způsobech využívání všech druhů energií v prověřované jednotce**, nebo jejich jednotlivých částech, a ukazuje účelnost spotřeby energií, efektivnost jejich využívání, určuje velikost energetických ztrát a jejich lokalizaci.

Energetický audit **formuluje cíle**, které vedou ke zvyšování efektivnosti využívání energií, tj. k docílení ekonomicky vhodných a dostupných úspor v celém rozsahu od zdroje přes distribuci včetně spotřeby.

Energetický audit **musí prokázat ekonomickou efektivnost realizace navržených úsporných opatření** a ve vztahu k reálným možnostem zadavatele navrhnout optimální postup. Stává se tak významným nástrojem pro dosahování nejen energetických úspor, ale také pro optimalizaci financování investičních akcí, zaměřených do energetické oblasti.

Na rozdíl od provedené analýzy a návrhu vlastními odborníky spočívá význam energetického auditu v **nezávislosti auditora na vlastníkovi**, managementu apod., a na dodavatelských firmách.

Podrobnosti náležitostí energetického auditu – vyhláška č. 213/2001 Sb. (povinnosti investora prokázat hospodárné užití energie).

Hodnota, od níž vzniká pro organizační složky státu, organizační složky krajů a obcí a příspěvkové organizace **povinnost podrobit své budovy či zařízení energetickému auditu**, se stanoví ve výši **1 500 GJ** celkové roční spotřeby energie.

Hodnota, od níž vzniká pro fyzické a právnické osoby s výjimkou uvedených v § 10 odst. 1 povinnost podrobit své budovy či zařízení energetickému auditu, se stanoví ve výši **35 000 GJ** celkové roční spotřeby energie.

Hodnota, od níž vzniká pro fyzické a právnické osoby povinnost zajistit zpracování energetického auditu, se u budov a areálů samostatně zásobovaných energií stanoví ve výši **700 GJ** celkové roční spotřeby energie.

Celkovou roční spotřebou energie se rozumí součet všech forem energie ve

všech odběrných místech provozovaných pod jedním identifikačním číslem. Pro přepočty se používají následující vztahy:

- elektrická energie                      1 MWh                      3,6 GJ
- plyn    1 000 m<sup>3</sup><sub>n</sub>                      34,05 GJ
- tuhá či kapalná paliva se přepočítávají údajem výhřevnosti udávaným dodavatelem

*Ivana Tesaříková*



## **Průvodce energetickými úsporami a obnovitelnými zdroji energie**

Kolektiv autorů

Ing. Belica Petr, Ing. Hlaváč Josef, Kubešová Marie, Ing. Lenža Libor, Ing. Mužík Miloslav,  
Ing. Panovec Zbislav, CSc., Ing. Tesaříková Ivana, Ing. Wirth Petr

K tisku připravil: TG TISK, s. r. o. Lanškroun

Odpovědný redaktor: Libor Lenža

Spolupráce: Naděžda Lenžová

Obrázky: Libor Lenža, Čestmír Berka

Zadní strana obálky: nahoře vlevo – rodinný domek z 60. let a jeho termovizní snímek;  
nahoře vpravo – zateplování panelového domu;  
dole, zleva – velká polena kusového dřeva, větrné elektrárny  
u Žipotína, solární kolektory na domu Naděje v Otrokovicích

Říjen 2006 Valašské Meziříčí

**Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2006 - část A.**

Vydalo Regionální energetické centrum, o. p. s., Valašské Meziříčí ve spolupráci s TG Tisk, s. r. o., Lanškroun 2006, 1. vydání

Vytiskl: TG TISK, s. r. o., Lanškroun, tel. 465 322 270, e-mail: [info@tgtisk.cz](mailto:info@tgtisk.cz)

ISBN 80-903680-1-8 (TG TISK, s. r. o., Lanškroun)