

# Facility management

Energetický management a vytápění budov

připravil: doc. Ing. et Ing. Petr Junga, Ph.D.

# Energetický management

# Důvod využívání systému

- **Každý objekt (areál) vykazuje určité nároky na energie pro zajištění jeho provozu** (míra nároků se liší v závislosti na velikosti a zaměření organizace).
- **Sledování energetické náročnosti budov a provozu technických zařízení** je důležité s ohledem na zvyšující se náklady na energie, jako významné položky v celkových nákladech podniku.
- **Okolo 50 % z globální spotřeby energie se spotřebuje na vytápění, chlazení budov a provoz technických zařízení.**

# Cíle energetického managementu

- **Energetický management** je řídicí proces zajištění energetických potřeb s cílem **zvyšovat energetickou účinnost a snižovat náklady** = hospodárné nakládání s energiemi.
- Cílů je dosahováno především **snižováním energetické náročnosti budov** (zlepšování tepelně-technických vlastností budov) a **technických zařízení** (provoz zařízení), využívání **tepelných zisků** a **obnovitelných zdrojů energie**.

# Energetický management a legislativa

- Základní normou pro řízení je **ČSN EN ISO 50001 Systémy managementu hospodaření s energií**.
- Hlavními legislativními předpisy jsou **platná znění zákonů** (a jejich prováděcích vyhlášek):
  - zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií,
  - zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích,
  - zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie,
  - zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu.

# Nástroje energetického managementu

- **Mezi nástroje energetického managementu řadíme:**
  - **legislativní nástroje** (zákon o hospodaření energií, stavební zákon a jejich prováděcí vyhlášky, normativy),
  - **plánovací nástroje** (územní plánování zahrnující územní energetickou koncepci, energetická politika organizace apod.),
  - **statistické nástroje** (bilance, časové řady, statistické zpracování sledovaných údajů apod.),
  - **technické nástroje** (sledování spotřeby, systémy MaR apod.),
  - **analytické nástroje** (průkazy energetické náročnosti budov, energetické posudky, energetické audity apod.).

# Procesy energetického managementu

- **Hlavními procesy energetického managementu dle ČSN EN ISO 50001 jsou:**
  - **plánování** (stanovení cílů a navržení procesů k dosažení výsledků energetické politiky organizace),
  - **provádění** (zavádění navržených procesů),
  - **kontrola** (monitoring, měření a sběr energetických dat; kontrola procesů vzhledem k energetické politice a cílům organizace, legislativním požadavkům),
  - **jednání** (provádění opatření pro další zlepšování efektivity energetického managementu).

# Činnosti energetického managementu

- **Mezi základní činnosti energetického managementu patří:**
  - **monitorování** (měření a sběr primárních dat, kontrola faktur a chování pracovníků z hlediska nakládání s energiemi),
  - **vyhodnocování** (analýza údajů, časových řad, modelování procesů, vyhodnocování nákladovosti a rentability navržených opatření apod.),
  - **plánování** (cílových hodnot spotřeby, nových opatření, odstávek, oprav, kontrol apod.),
  - **rozhodování** (o kontrolách, úpravách metodiky, periodách sledování, personálním zajištění, spolurozhodování o realizaci opatření),
  - **řízení** (operativní řízení energetického hospodářství),
  - **nařizování** (oprav, kontrol),
  - **kontrola** (systému monitoringu, odběrných míst, energetických zařízení, prováděných činností, dopadů realizovaných opatření).



# Oblasti energetického managementu

- Dle cílů a prováděných činností rozdělujeme energetický management na:
  - **vnitřní** energetický management,
  - **vnější** energetický management,
  - **krizový** energetický management.

# Oblasti energetického managementu

- **Vnitřní energetický management**

- jedná se o **přímé působení energetického managementu** v rámci budov a areálů vlastní organizace,
- vedle řídicí funkce plní i **kontrolní funkci**, kdy se sledují jednotlivé činnosti a hledají se nenáročná řešení pro úspory energie,
- **odpovědnost za implementaci** a realizaci energetického managementu zde připadá provozním ředitelům (nebo správcům objektů / areálů).

# Oblasti energetického managementu

- **Vnější energetický management**
  - jedná se o řešení energetického hospodářství jako komplexu (celku),
  - zohledňuje i vlivy **vnějšího prostředí**,
  - vychází především z **energetické politiky organizace**, případně dalších dokumentů.

# Oblasti energetického managementu

- **Krizový energetický management**
  - řeší především problematiku **prevenci vzniku a řešení vzniklých krizových situací**,
  - provádí **analýzy** a navrhuje **metodiky** řešení,
  - určuje potencionálně **slabá místa** systému s vyšším rizikem vzniku poruch, havárií apod.
  - navrhuje možná řešení krizových situací, s cílem **minimalizovat negativní dopady**.

# System řízení energetického managementu

- **Úroveň 1 (základní úroveň)**

- jednoduchá **nízkonákladová opatření** zaváděná na základě sledování a vyhodnocení činností v provozu,
- pořizují se **záznamy** zjištěných skutečností a jejich vyhodnocování (jednoduché, bez použití specializovaných software),
- jedná se především o **školení pracovníků** (zejména obsluhy technologických zařízení) s cílem dosažení změny chování a tím vzniku úspor.

# System řízení energetického managementu

- **Úroveň 2 (pokročilá – s využitím IT/IS)**
  - jedná se o pokročilejší verzi úrovně 1,
  - při energetickém managementu je již **plně využíváno počítačové podpory** s aplikací vhodného software (jednodušší verze programů),
  - jednoduchý software **eviduje** zjištěné skutečnosti, umožňuje **sledování energetických toků** a jejich **analýzu, fakturaci**.

# System řízení energetického managementu

- Úroveň 3 (komplexní – využití IT/IS pro energetický management celé budovy či areálu)
  - jedná se o **technologicky nejvyspělejší, provozně a investičně nejnáročnější** úroveň energetického managementu,
  - **vyšší efektivita energetických úspor** této úrovně vyžaduje vyšší investiční i provozní náklady,
  - tato úroveň je typická pro tzv. **inteligentní budovy**, s automatizovaným systémem MaR.

# Energetická náročnost budov

- **Posuzování vychází zejména z požadavků:**
  - směrnice 2010/31/EU o energetické náročnosti a její implementace zákonem č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií,
  - vyhlášky č. 268/2009Sb., o technických požadavcích na stavby a
  - soustavou ČSN 730540 Tepelná ochrana budov.



# Energetická náročnost budov

- Pro posuzování energetické náročnosti budov využíváme několik základních nástrojů:
  - **energetický štítek obálky budovy,**
  - **průkaz energetické náročnosti budov,**
  - **energetický posudek,**
  - **energetický audit.**

# Průkaz energetické náročnosti budovy

- Legislativně u novostaveb **zaveden od r. 2006** (novelou zákona č. 406/2000 Sb.), je **povinnou součástí dokumentace pro stavební povolení a ohlášení stavby** (dle vyhlášky č. 499/2006 Sb.).
- Tzv. **PENB** (laicky nesprávně nazývaný „energetický štítek“) je dnes nejdůležitější dokument, zpracováváný **povinně pro všechny novostavby i pro opravy** a rozsáhlejší změny užívání stávajících budov, při jejich **prodeji či pronájmu**.
- Povinnost vlastníka mít zpracovaný PENB **od 1.1.2013 platí obecně pro novostavby, opravy a větší změny staveb, prodeje nebo pronájmy budov** – zde zatím možnost **výjimky** (nahradit PENB doložením faktur za energie za dobu 3 let, což je v rozporu se směrnicí ES → výjimka bude zrušena), u **pronájmu** ucelené části budovy nebo bytové jednotky, povinné od 1.1.2016.

# Průkaz energetické náročnosti budovy

- **Přísnější podmínky** mají veřejné budovy (první termín již od 1.7.2013).
- Stanoveny **termíny** pro plnění povinnosti pořízení PENB u všech ostatních budov – **bytové nebo administrativní budovy**
  - 1.1.2015 > 1500m<sup>2</sup> energeticky vztažné podlahové plochy;
  - 1.1.2017 > 1000m<sup>2</sup>;
  - **1.1.2019 < 1000m<sup>2</sup>.**
- **Ostatní budovy**
  - 1.1.2018 > 1500m<sup>2</sup>;
  - 1.1.2019 > 350m<sup>2</sup>;
  - **1.1.2020 < 350m<sup>2</sup>.**

# Průkaz energetické náročnosti budovy

- **Výjimku z povinnosti mít zpracovaný PENB tvoří:** historické stavby, rekreační objekty a objekty menší jak 50m<sup>2</sup>, a při převodu vlastnických práv mezi příbuznými.
- **U památkových objektů a dalších starších budov** se vždy posuzuje proveditelnost, efektivnost a doba návratnosti (téměř vždy formou energ. auditu) opatření s cílem najít **nákladově optimální úroveň** opatření.
- **Platnost průkazu je 10 let**, pokud nedochází k prodeji, pronájmu, rozsáhlé opravě nebo změně stavby, pak není povinnost obnovovat.

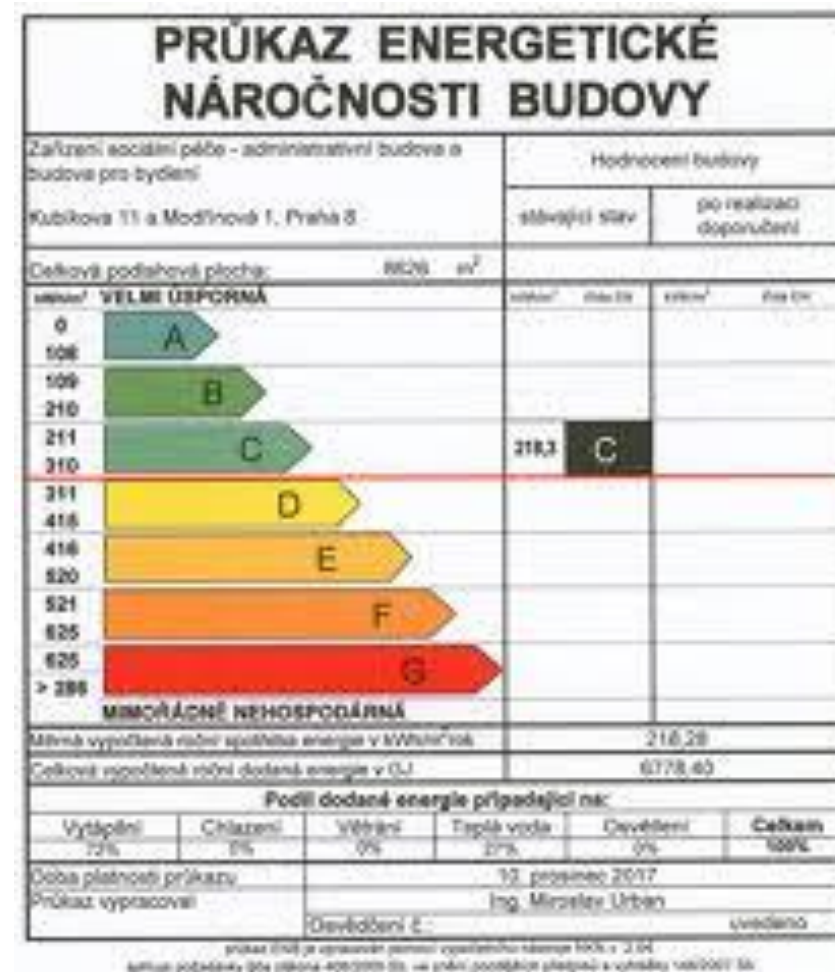
# Průkaz energetické náročnosti budovy

- **PENB komplexně hodnotí nakládání s energiemi** v rámci budovy (vytápění objektu a ohřev TV, větrání a klimatizace, elektro).
- Součástí PENB je i hodnocení tepelné ochrany budov, tzv. **energetický štítek obálky budovy**, hodnotící **pouze energetické vlastnosti stavebních konstrukcí**.

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G
Rodinný dům	< 51	51 - 97	<u>98 - 142</u>	143 - 191	192 - 240	241 - 286	> 286
Bytový dům	< 43	43 - 82	<u>83 - 120</u>	121 - 162	163 - 205	206 - 245	> 245
Hotel a restaurace	< 102	102 - 200	<u>201 - 294</u>	295 - 389	390 - 488	489 - 590	> 590
Administrativní budova	< 62	62 - 123	<u>124 - 179</u>	180 - 236	237 - 293	294 - 345	> 345
Nemocnice	< 109	109 - 210	<u>211 - 310</u>	311 - 415	416 - 520	521 - 625	> 625
Budova pro vzdělávání	< 47	47 - 89	<u>90 - 130</u>	131 - 174	175 - 220	221 - 265	> 265
Sportovní zařízení	< 53	53 - 102	<u>103 - 145</u>	146 - 194	195 - 245	246 - 297	> 297
Budova pro velkoobchod a maloobchod	< 67	67 - 121	<u>122-183</u>	184 - 241	242 - 300	301 - 362	> 362

# Průkaz energetické náročnosti budovy

## – příklady souhrnu (původní do 30. 4. 2013)







# Oprávnění k výkonu specializovaných činností

- Dle §10 zákona 406/2000 Sb. jsou MPO přezkušováni a jmenováni energetičtí specialisté pro:
  - a) zpracování **energetického auditu a energetického posudku,**
  - b) zpracování **průkazu (PENB),**
  - c) provádění **kontroly provozovaných kotlů a rozvodů tepelné energie,**
  - d) provádění **kontroly klimatizačních systémů.**



# Průkaz energetické náročnosti budovy

- **PENB** smí vypracovávat **energetický specialista s oprávněním dle písmena b)** nebo **autorizovaná osoba (ČKAIT)**, která navíc získala osvědčení MPO energetický specialista dle písm. b).



# Energetický posudek

- **Zpracovává se v zákonem upřesněných případech**, v nichž je potom povinnou součástí PENB (a to např.: u novostaveb či změnách staveb s instalovaným zdrojem energie s výkonem  $> 200$  kW; posouzení u energetického hospodářství s celkovým tepelným výkonem  $> 5$  MW, atd.).
- **Energetický posudek smí zpracovávat energetický specialista s oprávněním dle písmena a)** (oprávnění uděluje a seznam vede MPO).

# Energetický štítek

- **Energetický štítek obálky budovy** se může vyskytovat i samostatně a výsledná energetická klasifikace se zpravidla vždy od PENB liší, protože nezahrnuje celkovou energetickou náročnost, ale pouze vlastnosti obálky!
- Energetický štítek obálky budovy **smí zpracovat autorizovaná osoba (ČKAIT).**
- **Nezaměňovat laicky s PENB!**

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY		Hodnocení obálky budovy					
Typ budovy, místní označení Adresa budovy							
Celková podlahová plocha $A_c =$ - m <sup>2</sup>		stávající	doporučení				
CI	VELMI ÚSPORNÁ						
0,30							
0,60		0,82	0,74				
1,00							
1,50							
2,00							
2,50							
	MIMORÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ						
Průměrný součinitel prostupu tepla obvodového pláště budovy $U_{en}$ ve W/(m <sup>2</sup> K)		0,40	0,36				
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty $U_{en}$ pro A/V							
CI	0,30	0,60	(0,75)	1,00	1,50	2,00	2,50
$U_{en}$							
Platnost štítku							
Štítek vypracoval							

# Energetický audit

- Zákon č. 406/2000 zavádí v některých případech povinnost vypracování tzv. **Energetických auditů.**
- Jeho vypracování je povinné:
  - a) **budova nebo energetické hospodářství** mají celkovou průměrnou roční spotřebu energie za poslední dva kalendářní roky vyšší, než je hodnota spotřeby energie stanovená prováděcím právním předpisem,
  - b) **u větší změny dokončené budovy** nejsou splněny požadavky na energetickou náročnost budovy podle § 7 odst. 5 písm. f).

# Energetický audit

- **Energetický audit** obsahuje řadu částí PENB a energetického posudku, ale zásadní rozdíl je v tom, že vždy obsahuje **variantní řešení energeticky úsporných opatření**, včetně jejich **ekonomického zhodnocení a doporučení nákladově optimální varianty**.
- **Struktura energetického auditu** vychází z prováděcí vyhlášky v platném znění.
- Vedle případů **povinných ze zákona** se uplatňuje i **dobrovolně – ve zvláštních případech** (např.: u památkově chráněných objektů; často je požadován v případě spolufinancování z dotačních fondů atd.).

# Energetický audit

- **Grafické souhrnné vyjádření** klasifikace energetické náročnosti budovy vychází z PENB a mělo by zahrnovat jak **vyhodnocení stávajícího stavu, tak i navržených variant.**
- **Energetický audit** smí zpracovat pouze oprávněný **energetický specialista dle písm. a)** (oprávnění uděluje a seznam vede MPO).



# Vytápění budov

# Základní pojmy

- **Vhodné tepelné podmínky prostředí budov závisí na teplotě, rychlosti proudění a vlhkosti, čistotě vzduchu, na povrchové teplotě okolních ploch.**
- **Teplo se vytápěným prostorem šíří vedením, prouděním a sáláním.**



# Základní pojmy

- **Dle spotřebovávaného paliva:**

- **Tuhá paliva** (např. uhlí – hnědé, černé, koks, brikety; dřevo – kusové, štěpky, pelety). Vytápění uhlím spíše na ústupu, dnes znatelný návrat k vytápění dřevem.
- **Plynná paliva** (zemní plyn, svítiplyn, upravený bioplyn). Dnes nejčastější způsob vytápění. Snaha o maximální efektivitu spalovacího procesu – vysoce účinné kondenzační kotle a účinné atmosférické kotle).
- **Elektrická energie** (ve formě **přímotopných** kotlů a těles, **akumulačních** kamen a **tepelných čerpadel**). S výjimkou tepelných čerpadel nejdražší způsob vytápění.
- **Kapalná paliva** (lehký nebo těžký topný olej). Hlavně u centrálních výtopen dálkového vytápění.
- **Sluneční záření** (využití solární energie je dnes velmi se rozšiřující způsob zejména pro ohřev/příhřev TV, případně i topné soustavy)

# Základní pojmy

- **Soustavy vytápění rozlišujeme na:**
  - **místní (lokální) vytápění**, přeměna energie v teplo se realizuje přímo v místnosti;
  - **ústřední (centrální) vytápění**, přeměna energie v teplo probíhá z jednoho zdroje ve zvláštním prostoru (technické místnosti nebo kotelně). Odkud je teplo transportováno do vytápěných místností. Zvláštním druhem ústředního vytápění je dálkové centrální zásobování teplem (CZT), kdy je centrální zdroj pro více objektů.

# Lokální vytápění

- **Místní vytápění**

- krbové vložky, krbová kamna,



- kachlová kamna,



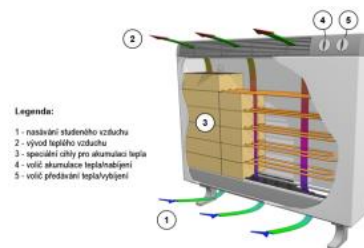
- plynová otopná tělesa (tzv. wafky),



- elektrická otopná tělesa (ohřívače, konvektory),



- elektrická akumulční kamna.



# Ústřední vytápění

- Centrální zdroj tepelné energie s následným rozvodem topnou soustavou po objektu.
- Kotle na různé druhy paliv (u tuhých a kapalných paliv nutno zajistit skladovací prostory).
- Nejčastější řešení v případě nemožnosti



# Centrální zásobování teplem

- teplovodní  $\leq 115 \text{ }^\circ\text{C}$
- horkovodní  $> 115 \text{ }^\circ\text{C}$
- parní  $> 115 \text{ }^\circ\text{C}$
- nízkoteplotní do  $65 \text{ }^\circ\text{C}$
- **Hlavní části systému**
  - výroba tepla v tepelném zdroji (kotli)
  - distribuce tepla
  - předávací stanice (PST)



# Centrální zásobování teplem

- **Výhody**

- žádný přímý nákup paliva,
- žádné přímé skladování paliva,
- žádné přímé zbytky po spalování,
- u elektráren zlepšení efektivity procesu (teplo + elektřina),
- nižší emise škodlivých látek,
- nízkoteplotní (provozovány při 25 °C až 35 °C).

- **Nevýhody**

- nutná distribuční síť tepla,
- náročnější údržba a provoz.



# Rozvod tepelné energie

- **Materiály potrubí topných systémů**
  - ocel,
  - měď,
  - plast (PP, PE),
  - kombinované materiály (kov/plast).



# Rozvod tepelné energie

- **Teplonosné médium**

- voda,
- pára (plyn).

- **Teplotní gradient (spád),**

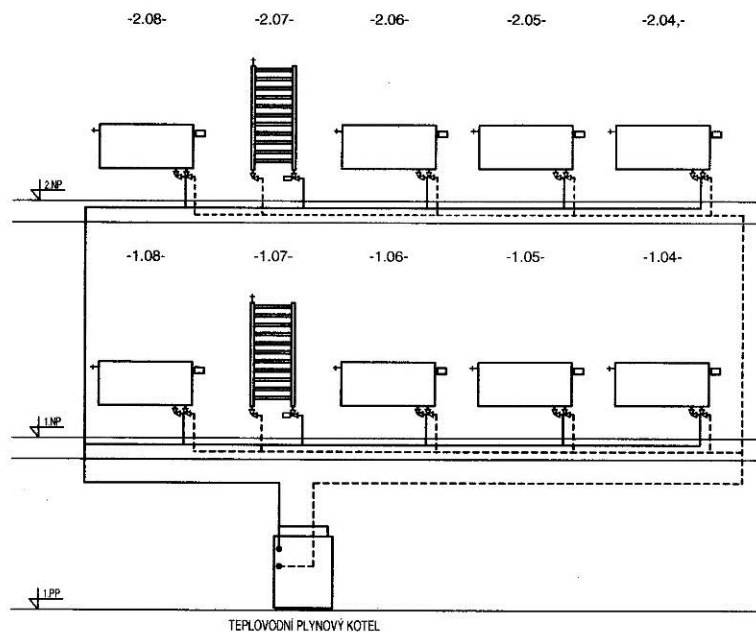
individuální výpočet dle konkrétního celkového řešení systému otopné soustavy např.:

- 90/70
- 75/65
- 70/55
- **55/45**
- **45/35**
- **35/25**

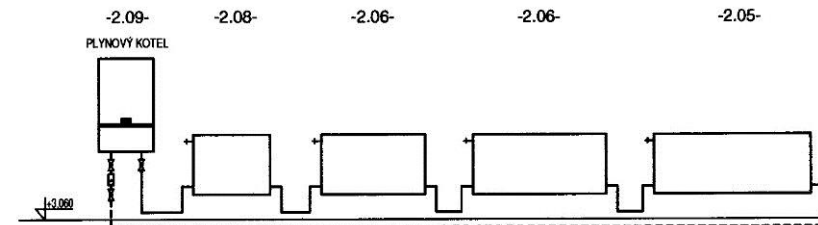


# Rozvod tepelné energie

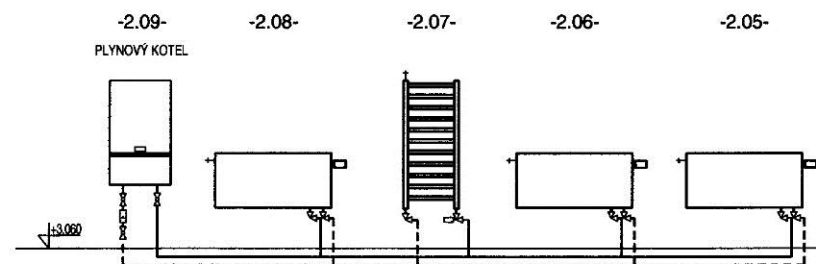
- **Trubní rozvod v budovách**
  - jednotrubkové otopné soustavy,
  - dvojtrubkové otopné soustavy.



Soupradá otopná soustava – Tichelmannovo zapojení



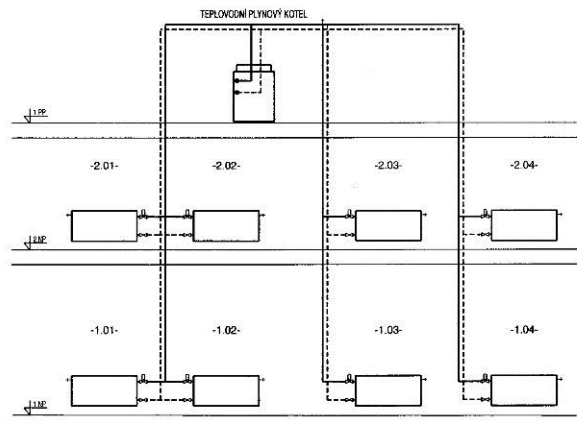
Jednotrubková otopná soustava



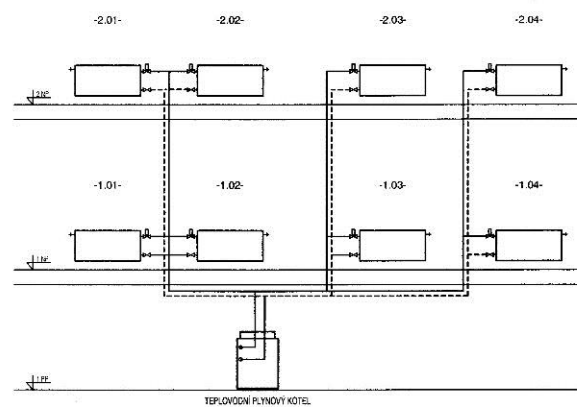
Etážová soustava s protiproudým dvoutrubkovým zapojením

# Rozvod tepelné energie

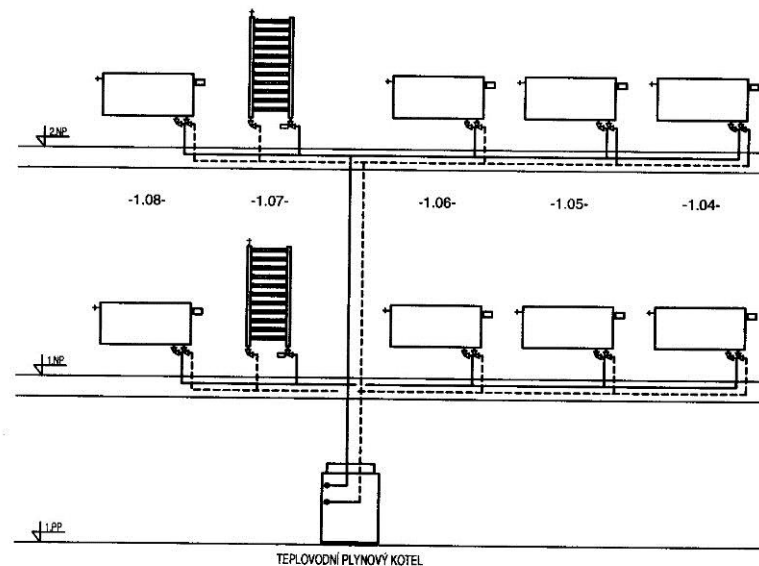
- Možnosti umístění trubních rozvodů



Otopná vertikální soustava s horním rozvodem



Otopná vertikální soustava se spodním rozvodem



Otopná horizontální soustava se spodním rozvodem

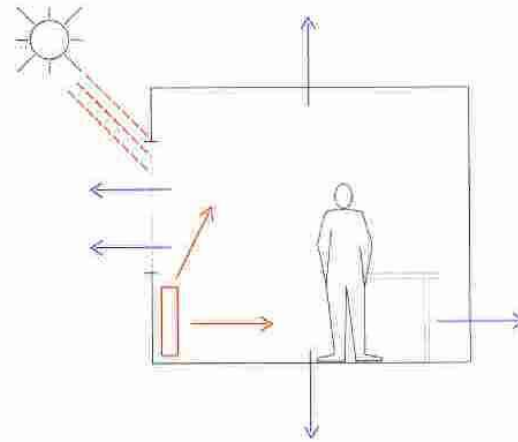
# Otopná tělesa a plochy

## Dělení otopných ploch:

- Dle konstrukce otopné plochy
  - **desková, článková, trubková,**
  - **konvektory,**
  - **sálavé panely,**
  - **velkoplošná** (podlahové, stropní, stěnové, vytápění).
- Podle převládajícího způsobu sdílení tepla
  - **kondukcí** (vedením)
  - **konvekcí** (prouděním),
  - **radiací** (sáláním)

# Otopná tělesa a plochy

- Funkcí otopných ploch je zajistit **tepelnou pohodu** v místnosti a **tepelnou rovnováhu**.

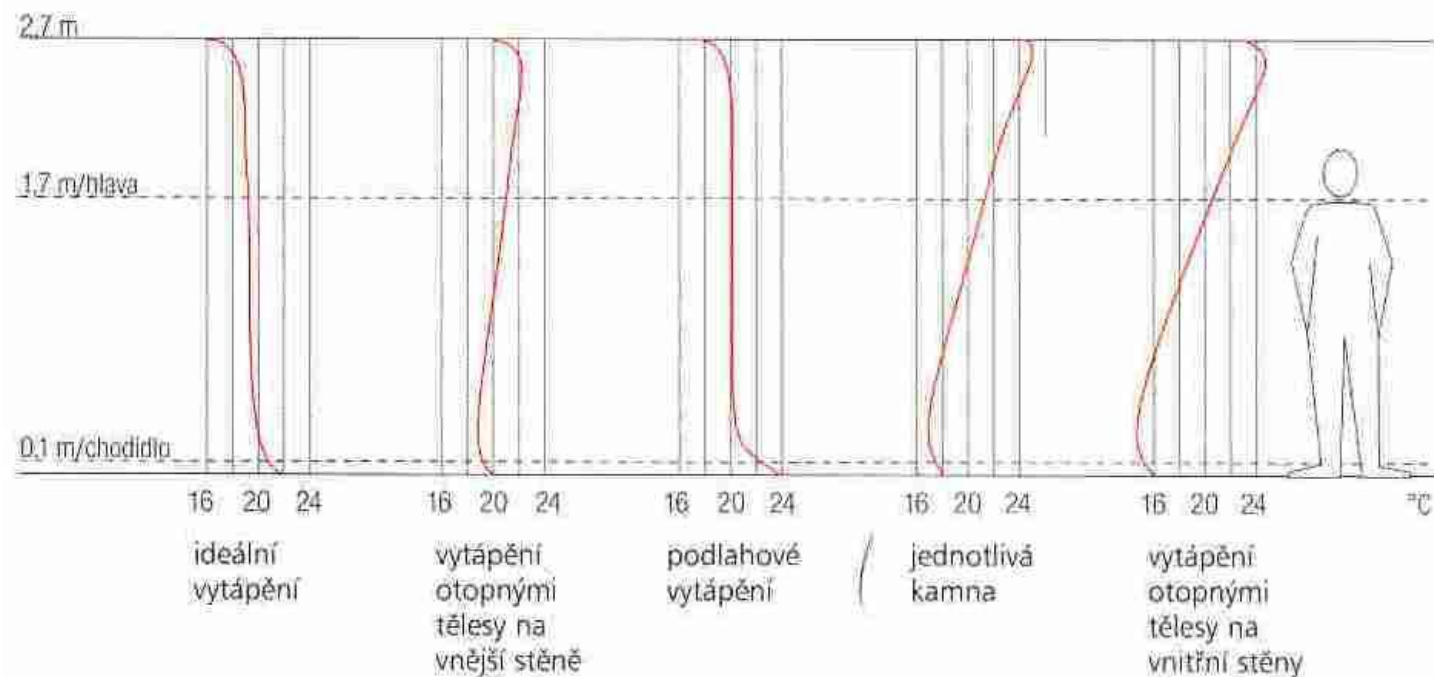


Obr. 4.73  
Udržování tepelné rovnováhy v místnosti

$$\begin{array}{c} \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \\ \text{tepelný výkon otopného} \\ \text{tělesa} \\ + \text{ vnitřní tepelné zisky} \\ + \text{ solární zisky} \\ \text{---} \\ \text{(při konstantní teplotě} \\ \text{v místnosti } t_p) \end{array} = \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{tepelné ztráty místnosti} \end{array}$$

# Otopná tělesa a plochy

- Rozvrstvení teploty v místě pobytu člověka



Obr. 4.76  
Rozvrstvení teploty  
v místě pobytu člověka

# Otopná tělesa a plochy

- **Desková otopná tělesa**

- velmi malý objem vody, výborná regulace,
- při řazení za sebou se snižuje tepelný výkon až o 40%,
- profilování pláště těles zvyšuje tepelný výkon.



# Otopná tělesa a plochy

- **Článeková otopná tělesa**

- skládají se z jednotlivých článků a spojují se vsuvkami,
- dobře se přizpůsobují tepelné ztrátě místnosti,
- dobře se přizpůsobují dispozici místnosti,
- dobře regulovatelné, malý obsah vody,
- 60 až 70 % tepla sdíleno konvekcí,
- 30 až 40 % tepla sdíleno radiací.



# Otopná tělesa a plochy

- **Trubková a žebříková otopná tělesa**

- skládají se z jednotlivých článků a spojují se svary,
- dobře se přizpůsobují dispozici místnosti,
- dobře regulovatelná, malý obsah vody,
- možnost osazení el. topné vložky.

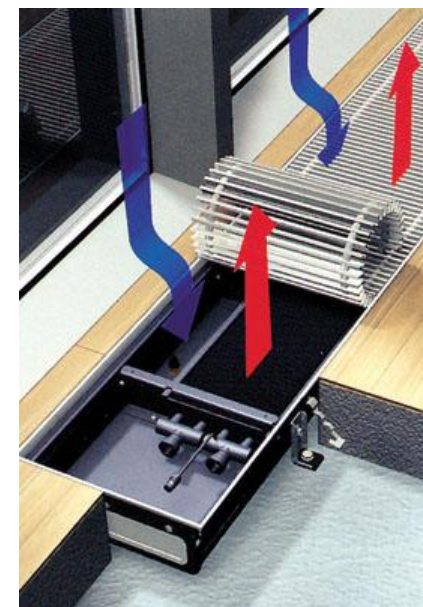




# Otopná tělesa a plochy

- **Konvektory**

- převládá přestup tepla konvekcí,
- vzduch proudí nuceně nebo přirozeně,
- rychlejší pokles topného výkonu při změně objemového průtoku,
- vhodné pro vytápění velkých místností.



# Otopná tělesa a plochy

- **Sálavé panely**

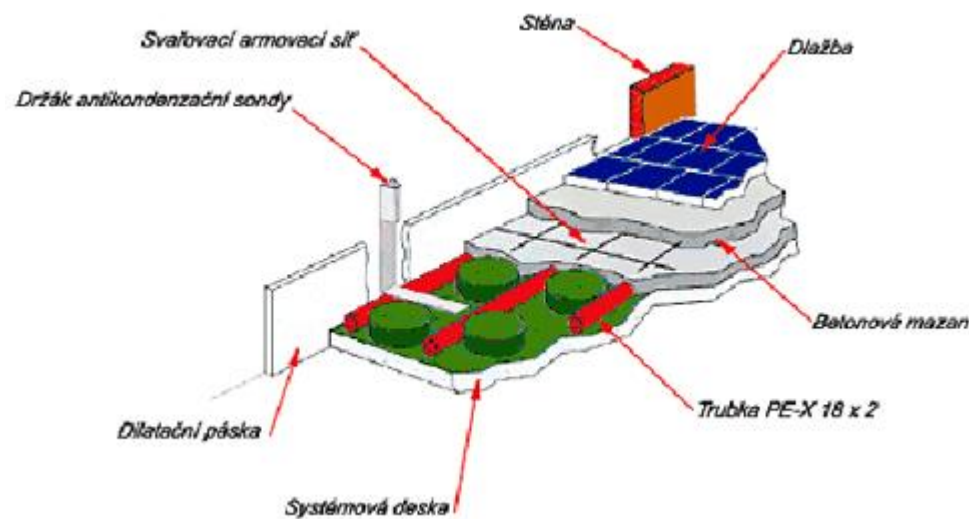
- převládá přestup tepla radiací,
- pro vytápění velkých prostor,
- trouby uložené vedle sebe, spojené plechovými deskami, svrchu kryty tepelnou izolací s reflexní vrstvou.



# Otopná tělesa a plochy

- **Podlahové vytápění**

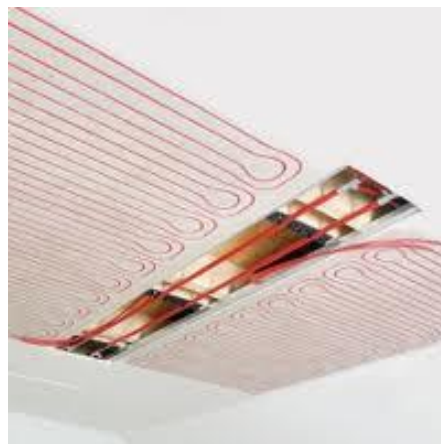
- soustava trubek uložena v monolitické vrstvě (anhydritu nebo betonové mazanině),
- povrchová teplota max. 27 až 29 °C (fyziologické hledisko),
- teplovodní nebo elektrické odporové,
- měrný tepelný výkon 80 W/m<sup>2</sup>.



# Otopná tělesa a plochy

- **Stropní vytápění**

- trubky uložené ve stropní konstrukci,
- povrchová teplota max. 35 °C, fyziologické hledisko,
- měrný tepelný výkon 140 W/m<sup>2</sup>,
- u nás méně rozšířené (cena), v nemocnicích.





# Otopná tělesa a plochy

- **Stěnové vytápění**

- podobné uspořádání jako podlahové (vyvinulo se z něj),
- nejideálnější z hlediska tepelné pohody (člověk fyziologicky nejlépe reaguje na boční sálání),
- nízkoteplotní, energeticky úsporné,
- málo používané, investičně nákladnější než podlahové, značné omezení při rozmístění zařizovacích předmětů v interiéru.

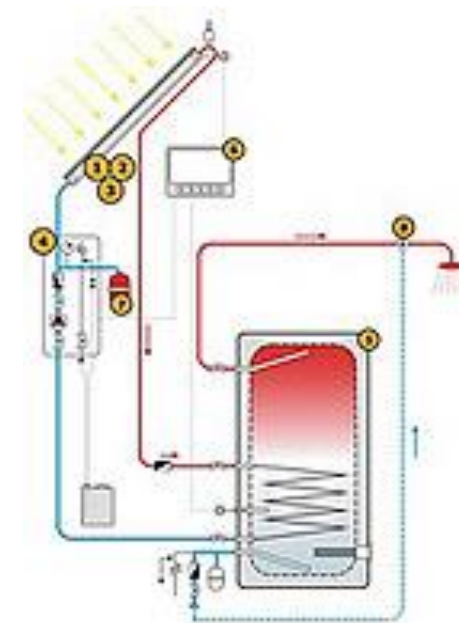
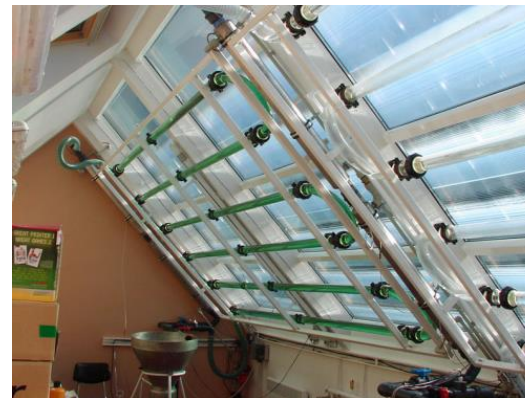


# Otopný systém – regulační prvky

- **Regulace teploty v místnosti**
  - ekvitermní regulace,
  - interní regulace.
- **Zařízení pro regulaci systému**
  - **termostatické ventily** (tepelná roztažnost kapaliny ve ventilu působí na píst),
  - **elektrotermické (motorické) ventily** (elastický element ve ventilu je odporově ohříván, roztahuje se a působí na píst),

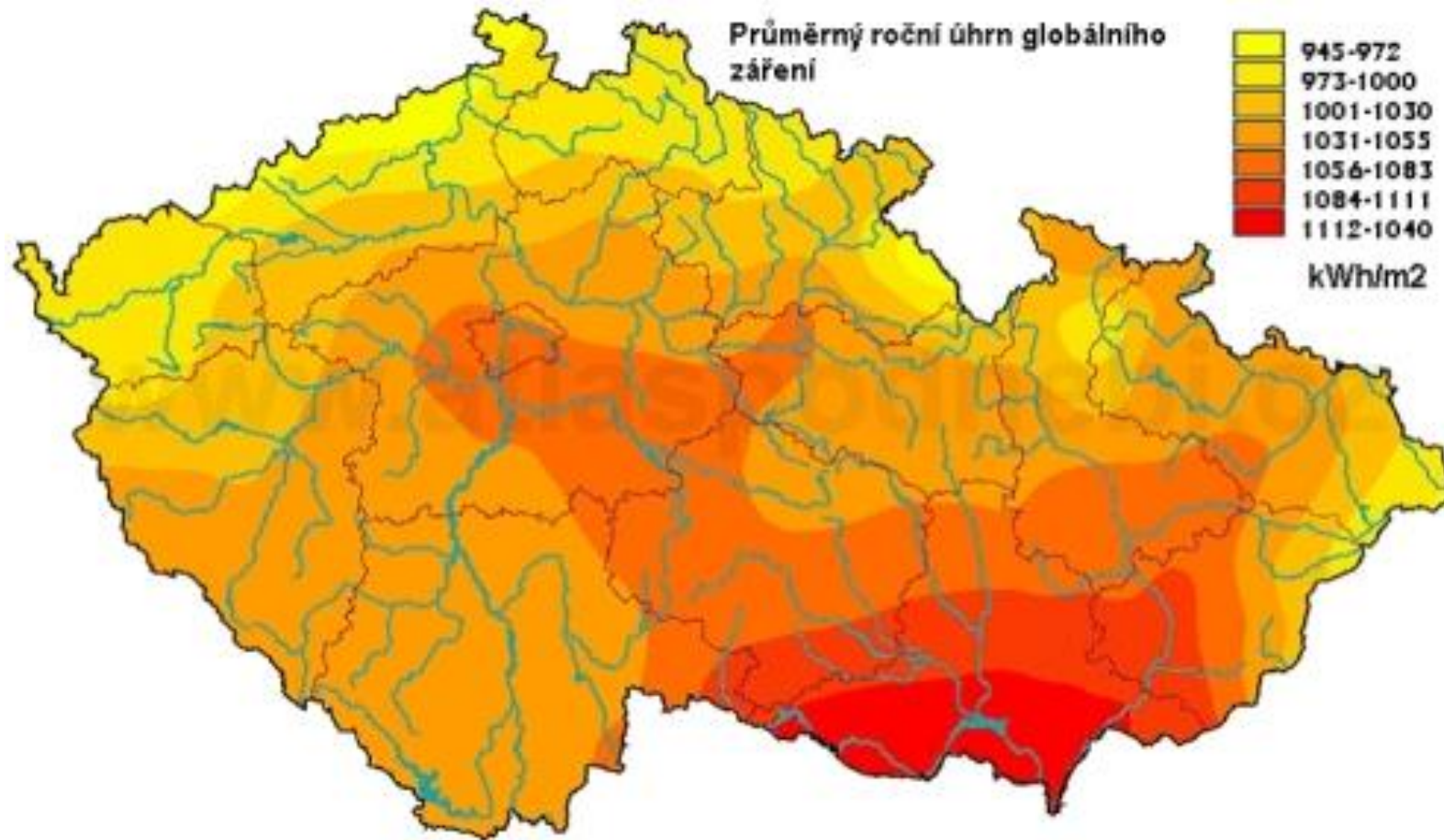
# Obnovitelné zdroje energie – sluneční záření

- Solární kolektory využívají **tepelnou složku** slunečního záření.
- Kolektor – ohřev teplotnosného media – transport media do akumulčního zásobníku (el. přihřev).
- Jsou používána různá technická řešení a uspořádání solárních kolektorů, patří sem zejména:
  - **ploché deskové kolektory,**
  - **vakuové trubkové kolektory,**
  - **koncentrační kolektory.**



# Obnovitelné zdroje energie – sluneční záření

- Geografické předpoklady využití

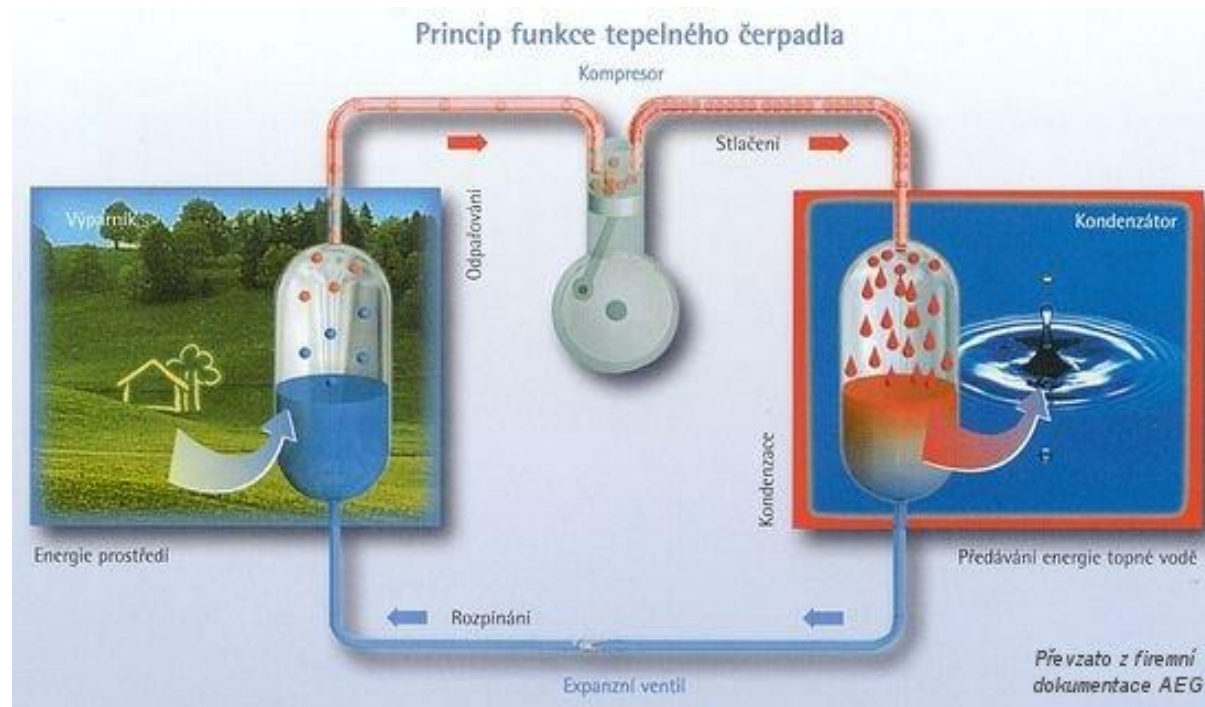




# Obnovitelné zdroje energie – sluneční záření

## Tepelná čerpadla

- Funkce vychází z principu chlazení.
- Využívají se různá technická řešení:
  - vzduch/vzduch,
  - vzduch/voda,
  - země/voda,



# Obnovitelné zdroje energie – biomasa

- **Biomasa**

- využití obnovitelné hmoty organického původu,
- netekutá (spalování, pyrolýza)
- tekutá (bioplynové stanice).

