



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU



NÁRODNÍ
PLÁN OBNOVY

Školení energetických poradců a manažerů

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Podpora vzdělávání a zvyšování odborných kompetencí energetických poradců a manažerů poskytujících poradenské služby v oblasti energetiky, klimatu a renovací budov.



Ministerstvo životního prostředí



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY



ŠKOLENÍ ENERGETICKÝCH PORADCŮ A MANAŽERŮ



Podpora vzdělávání a zvyšování odborných kompetencí energetických poradců a manažerů poskytujících poradenské služby v oblasti energetiky, klimatu a renovací budov.

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU



NÁRODNÍ
PLÁN OBNOVY

Ministerstvo životního prostředí



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY



Lektor: Ing. Milan Bělík, Ph.D.

Školitel: Česká fotovoltaická asociace, Ústav Fotovoltaiky a Elektromobility, z.ú.

Ing. Milan Bělík, Ph.D.

Ing. Petr Maule, LL.M., MBA

JUDr. PhDr. Petr Maule, MBA

Ing. Milan Hošek

Principy dimenzování a provozní souvislosti systémů zdrojů tepla, otopných soustav a přípravy TUV



Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Základy tepelné bilance budovy

Celková tepelná ztráta budovy

Tepelná ztráta
prostupem

Tepelná ztráta
větráním

Základy tepelné bilance budovy

- **Tepelná ztráta prostupem**

- $\Phi_p = \Sigma (U \cdot A \cdot b) \cdot (t_{ai} - t_{ae}) = \Sigma (U \cdot A \cdot b) \cdot (\Delta t)$
- Množství tepla procházející stavebními konstrukcemi v důsledku teplotního rozdílu

- **Tepelná ztráta větráním**

- $\Phi_{vv} = c \cdot n \cdot V / 3600 \cdot (t_{ai} - t_{ae}) = c \cdot n \cdot V / 3600 \cdot (\Delta t)$
- Teplo potřebné k ohřevu vzduchu vnikajícího do budovy

Klíčové parametry tepelné ztráty prostupem

- Součinitel prostupu tepla konstrukce - U [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]
- Plocha dané konstrukce - A [m^2]
- Součinitel vlivu exteriéru (nevytápěné prostory) - b [-]
- Návrhová vnitřní teplota (standardně $+21^\circ\text{C}$) - t_{ai} [$^\circ\text{C}$]
- Návrhová venkovní teplota (-12°C až -15°C) - t_{ae} [$^\circ\text{C}$]
- Tepelná ztráta – Φ [W]
- Výměna vzduchu – n [-]

Součinitel prostupu tepla U je klíčovým parametrem a vypočítá se jako převrácená hodnota celkového tepelného odporu R_T dané konstrukce

Tepelné ztráty větráním a regionální rozdíly

Násobnost výměny vzduchu (n)

- Starší budovy s netěsnými okny: až 1,0 za hodinu
- Moderní izolované stavby: minimálně 0,1 za hodinu
- Výměna oken a utěsnění obálky budovy může mít zásadnější dopad než samotné zateplení stěn.

Regionální rozdíly

- Praha: návrhová teplota $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, otopné období 216 dní
- Prachatice: návrhová teplota $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, otopné období 253 dní
- Tyto rozdíly ovlivňují nejen potřebný výkon, ale i celkovou roční spotřebu tepla.

Doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla

Popis konstrukce	Typ konstrukce	Požadované hodnoty UN	Doporučené hodnoty UN
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45°	lehká	0,24	0,16
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45°	těžká	0,30	0,20
Stěna venkovní	lehká	0,30	0,20
Stěna venkovní	těžká	0,38	0,25
Okno a jiná výplň otvoru	nová	1,80	1,20

Hodnoty dle normy ČSN 73 0540-2 jsou základem pro výpočty tepelných ztrát U_n

Orientační tepelné ztráty různých typů budov podle stáří výstavby

10 – 15 W/m² - novostavba, pasivní standard

20 – 40 W/m² - novostavba s dobrou izolací

60 – 90 W/m² - starší zateplený dům

100 a více W/m² - starší nezateplený dům

Pro přesné dimenzování tepelných ztrát prostupem a větráním je vždy nutné udělat detailní výpočet!!

Dimenzování a provoz plynových kondenzačních kotlů

- **Princip dimenzování** - Dimenzování na celkovou tepelnou ztrátu objektu včetně ohřevu teplé vody
- **Modulace výkonu** - Moderní kotle umožňují plynulé přizpůsobování výkonu (10 - 100%) aktuální potřebě tepla, což zvyšuje účinnost a prodlužuje životnost
- **Legislativní požadavky** - Pravidelné revize, kontroly spalinové cesty, dodržení technických norem pro instalaci

Např.: předimenzovaný kotel bez efektivní modulace by neustále cykloval, což vede k neekonomickému provozu, vyšší spotřebě paliva a rychlejšímu opotřebení. V případě předimenzování výkonu 5 x většího, se bude jednat o cca 4 - 5 % snížení účinnosti kotle, tedy o 4 - 5 % každý rok větší náklad

Dimenzování a provoz tepelných čerpadel

- **Bod bivalence** - Venkovní teplota, při které je výkon tepelného čerpadla roven tepelné ztrátě budovy. Pod touto teplotou je nutné připojit bivalentní zdroj tepla
- **Dimenzování** - TČ se často dimenzují pouze na 60 – 80 % maximální tepelné ztráty objektu (tam, kde máme možnost mít bivalentní zdroj – plyn nebo biomasa)
- **Typy bivalentního provozu**
 - **Paralelní:** TČ pracuje i pod bodem bivalence s doplňkovým zdrojem
 - **Alternativní:** Pod bodem bivalence se TČ vypne a teplo dodává záložní zdroj
 - **Částečně paralelní:** Kombinace obou režimů

Akumulace tepla a její role

Funkce akumulační nádrže

- Funguje jako tepelná „baterie“, která umožňuje oddělit okamžik výroby tepla od jeho spotřeby (za cenu ztrát akumulační nádrže)

Dimenzování objemu

- Pro systémy s radiátory: cca 50 litrů na 1 kW výkonu
- Pro podlahové vytápění: 80 - 100 litrů na 1 kW

Hlavní přínosy

- Optimální režim spalování u kotlů na biomasu, snížení počtu startů a vypnutí kompresoru u TČ

Příprava teplé vody (TUV) a její dimenzování

- Příprava teplé užitkové vody je nedílnou součástí tepelné bilance a může představovat významnou část celkové spotřeby energie, zejména v letních měsících
- Pro minimalizaci provozních nákladů je možné integrovat ohřev TUV se solárními systémy, které dokáží predehřát vodu a výrazně snížit spotřebu energie z hlavního zdroje
- **Orientační objem zásobníku TUV**

Počet osob	Objem zásobníku [l]
1-2	80-100
3-4	100-120
5 a více	120-140

Solární systémy na ohřev TUV

Podle teponosného média:

- vzduchové
- kapalinové

Podle oběhu:

- samotížné
- s nucenou cirkulací

Podle počtu okruhů:

- jednookruhové
- víceokruhové

Podle provozu:

- celoroční
- sezónní
- na tlakovou vodu
- na atmosférický tlak

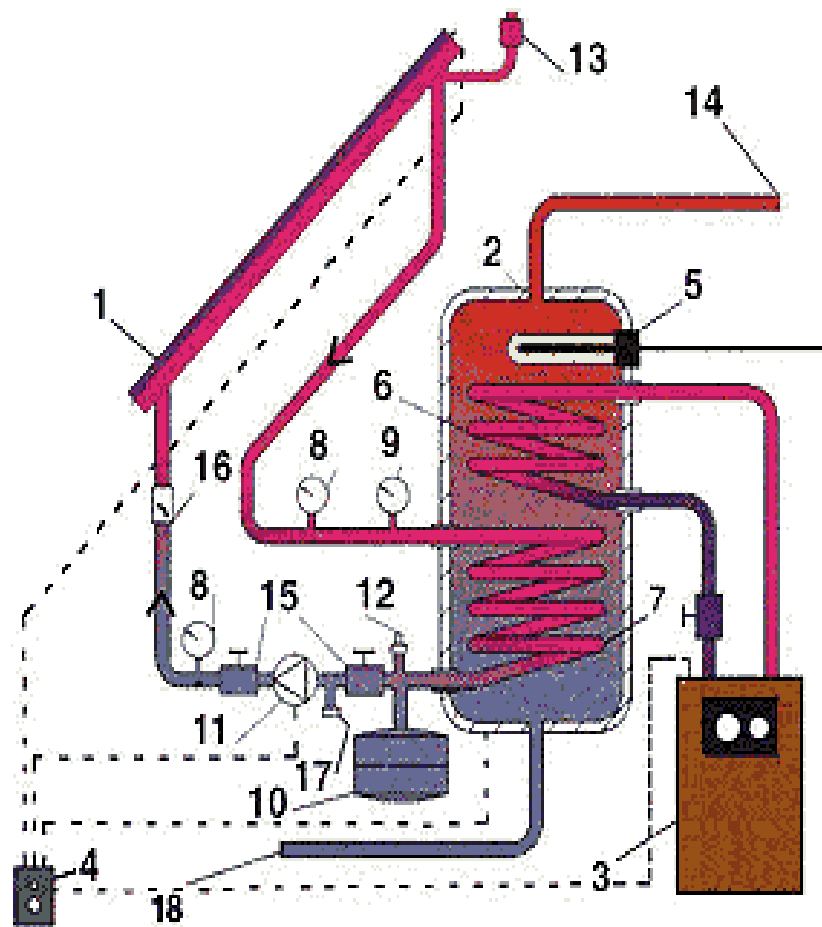
Podle připojení:

- monovalentní
- kombinované



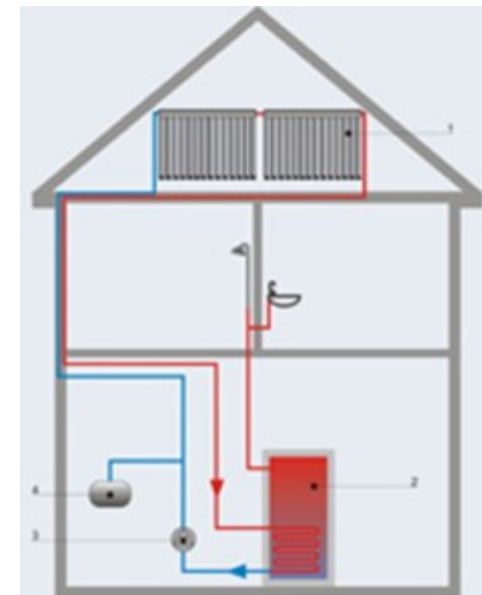
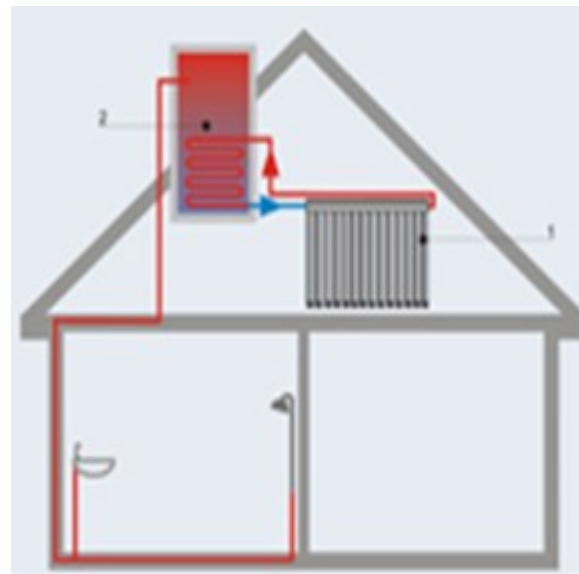
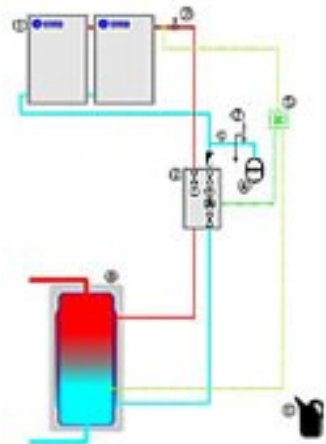
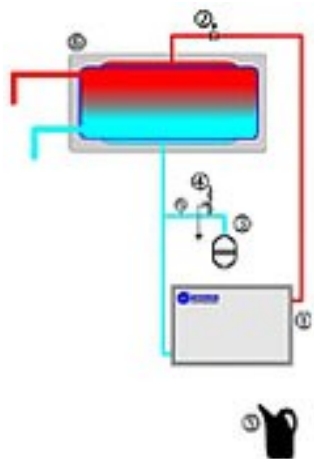
Solární systémy na ohřev TUV

- Absorbér
- Kolektor
- Solární zásobník
- Teplonosné médium
- Armatury
- Čerpadla
- Řízení, regulace
- Izolace



Solární systémy na ohřev TUV

Samotížné x s nucenou cirkulací



Solární systémy na ohřev TUV

Absorbér

- Základní součást systému
- Dobrá tepelná vodivost
- Maximální absorpce – 95%
- Minimální emise – 5%
- Velká teplosměnná plocha
- Dobré napojení na trubkový registr

Materiály:

Cu, Al

TiNOX, Al_2O_3 , Ni – selektivní vrstva



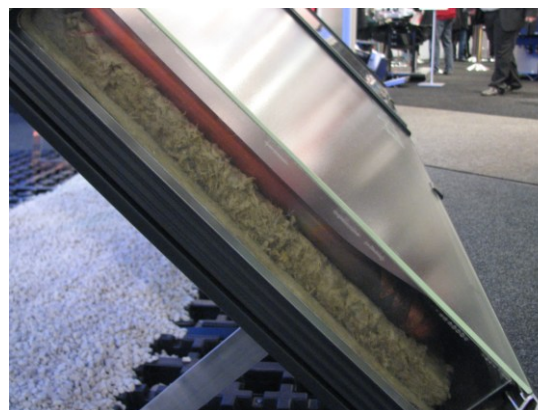
Kolektor

- Vylepšený absorbér
- Tepelná izolace
- Konstrukční prvky

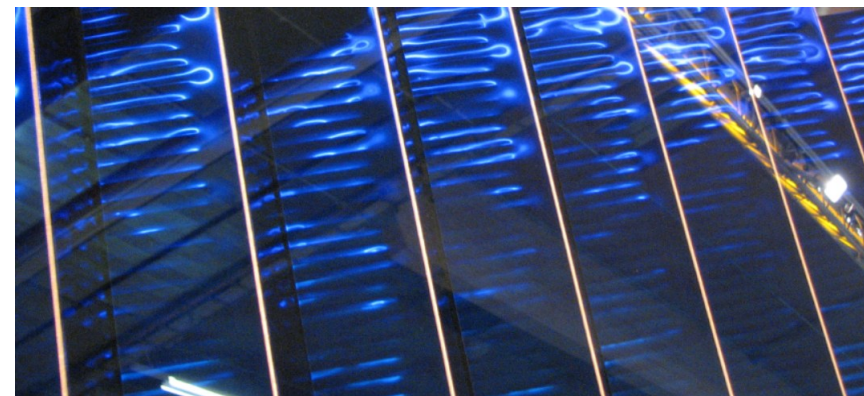
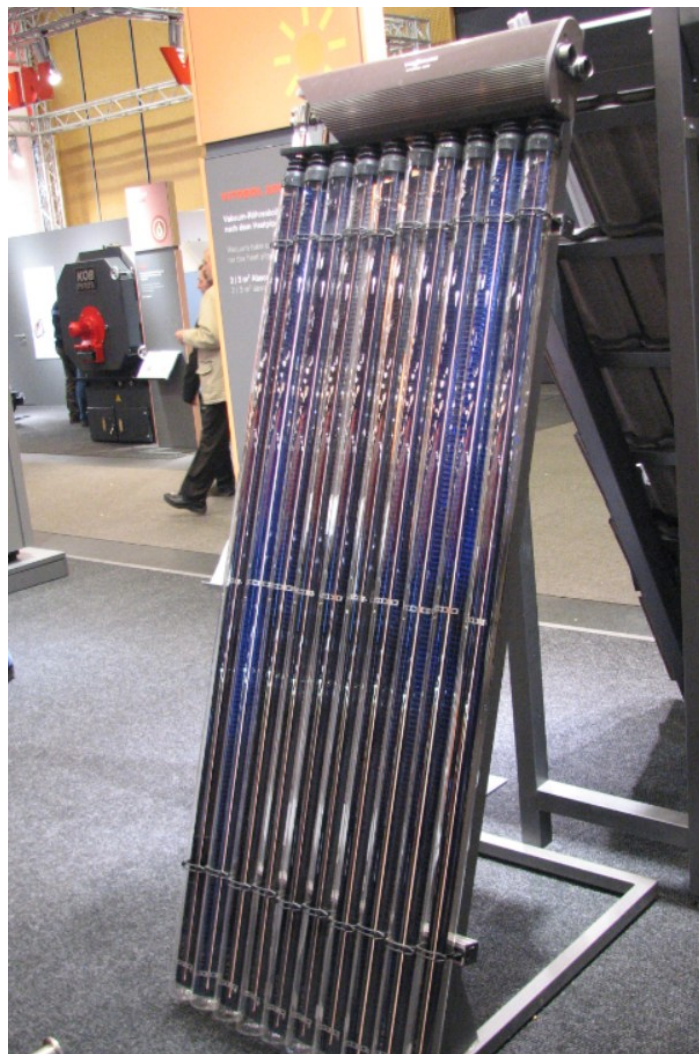
Typy kolektorů:

akumulační
průtočné

ploché (termický)
ploché vakuové
trubicové vakuové



Solární systémy na ohřev TUV



Solární systémy na ohřev TUV



Solární systémy na ohřev TUV



Solární systémy na ohřev TUV



Příklady - solární systémy na ohřev TUV



Příklady - solární systémy na ohřev TUV



Příklady - solární systémy na ohřev TUV



Srovnání pořizovacích a provozních nákladů

Plynový kondenzační kotel

- Pořizovací náklady: cca 50 000 – 70 000 Kč
- Dotace: žádné
- Provozní náklady: závislé na ceně plynu, vyšší

Tepelné čerpadlo vzduch-voda

- Pořizovací náklady: cca 250 000 – 350 000 Kč
- Dotace: až 130 000 Kč
- Provozní náklady: závislé na ceně elektřiny, nižší

Technicko-ekonomická bilance a další faktory

Charakteristika	Plynový kondenzační kotel	Tepelné čerpadlo vzduch-voda
Účinnost	Až 110% (dle spalného tepla)	Až 350% a více (SCOP)
Ekologický dopad	Emise CO2	Bezemisní provoz
Prostorové nároky	Kompaktní, tiché	Vyšší nároky, venkovní jednotka
Provoz a údržba	Nutné revize a čištění	Nenáročný provoz
Otopná soustava	Flexibilní pro radiátory	Optimální pro nízkoteplotní systémy

Návratnost investice do tepelného čerpadla se pohybuje v rozmezí 7 až 12 let, v závislosti na mnoha faktorech! (tarifu, dodavateli elektřiny, výroba elektřiny částečně z FVS, teploty otopné vody v soustavě, ...)

Efektivita TČ v závislosti na typu budovy

Novostavby a zateplené budovy

- V moderní, kvalitně izolované novostavbě s nízkými ztrátami a nízkoteplotním otopným systémem bude TČ pracovat efektivně po celý rok

Starší nezateplené objekty

- V nezateplené budově s vysokými tepelnými ztrátami bude TČ v mrazivých měsících pracovat pod bodem bivalence s výraznou podporou drahého elektrického bivalentního zdroje

Efektivnost TČ je závislá na skutečné venkovní teplotě, na tepelných ztrátách budovy a na teplotě otopné vody. Pro starší objekty může být ekonomicky výhodnější zvolit jiný typ vytápění (plyn, kogenerace, biomasa)

Optimální volba vytápění dle typu budovy

Novostavby

- Tepelné čerpadlo jako jednoznačně výhodnější volba díky nízkým provozním nákladům a dostupnosti dotací.

Rekonstruované zateplené budovy

- Tepelné čerpadlo jako ekonomicky i ekologicky nejlepší řešení.

Starší nezateplené objekty

- Plynový kotel nebo hybridní systém jako ekonomicky výhodnější volba.

Závěr a dotazy



- Dimenzování a výběr topného systému je komplexní inženýrský problém, který vyžaduje systematický a na datech založený přístup. Neexistuje univerzálně nejlepší řešení
- Pro správné dimenzování a návrh celého systému je vždy doporučeno obrátit se na kvalifikovaného projektanta v oboru techniky prostředí staveb (TZB) nebo energetického specialistu

Provádění rozhodování jen na základě orientačních odhadů nebo zjednodušených výpočtů z kalkulátorů může vést k závažné nebo totální chybě!