

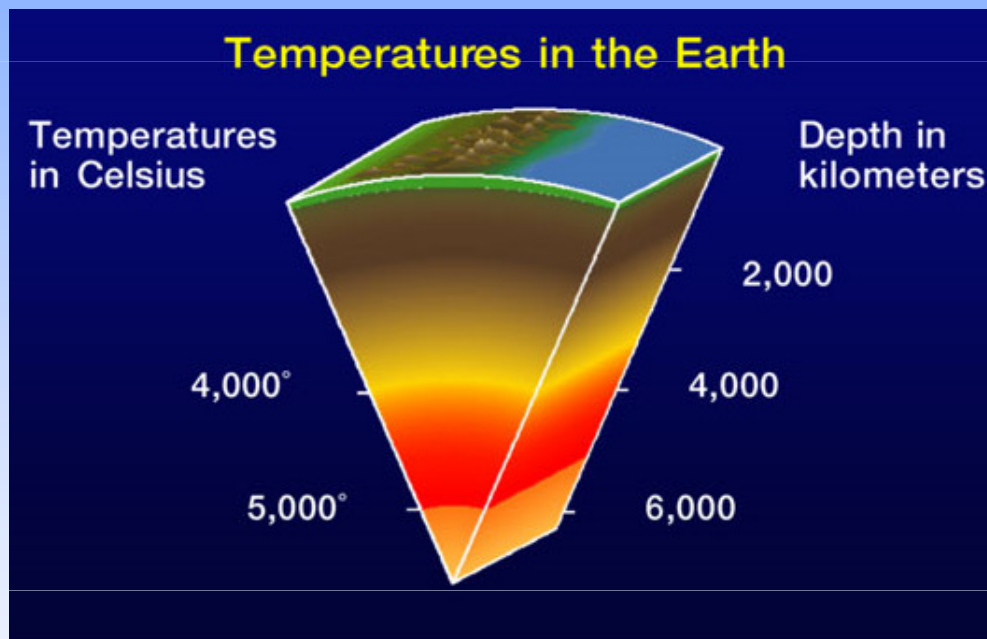
Geotermální energie



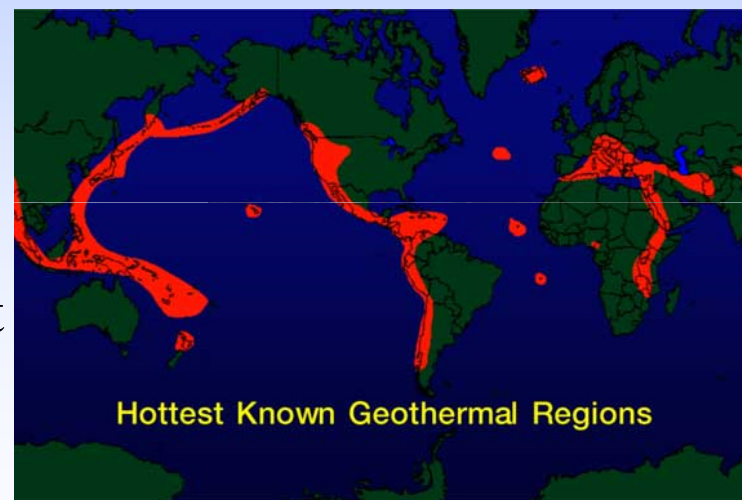
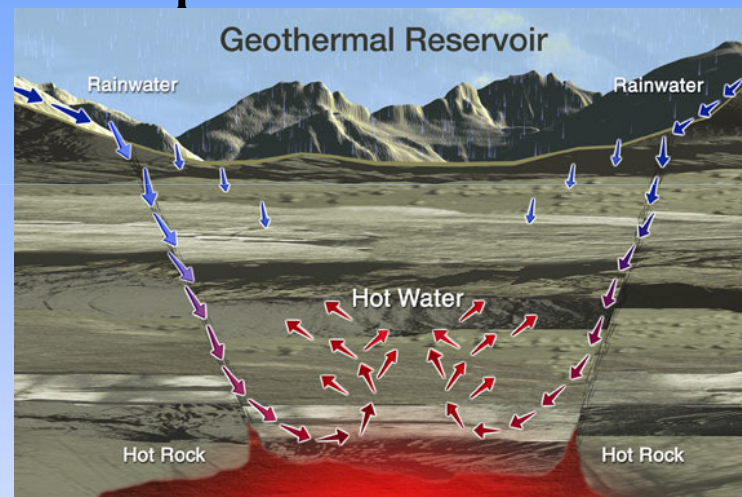
Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Energie z hlubin

Teplo z nitra země je přenášeno na povrch vodou nebo párou.



Zemské teplo jako zdroj vytápění lze využít v místech geotermální anomálie, kde prostupuje k povrchu s mnohem větší hustotou.



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Druhy geotermální energie

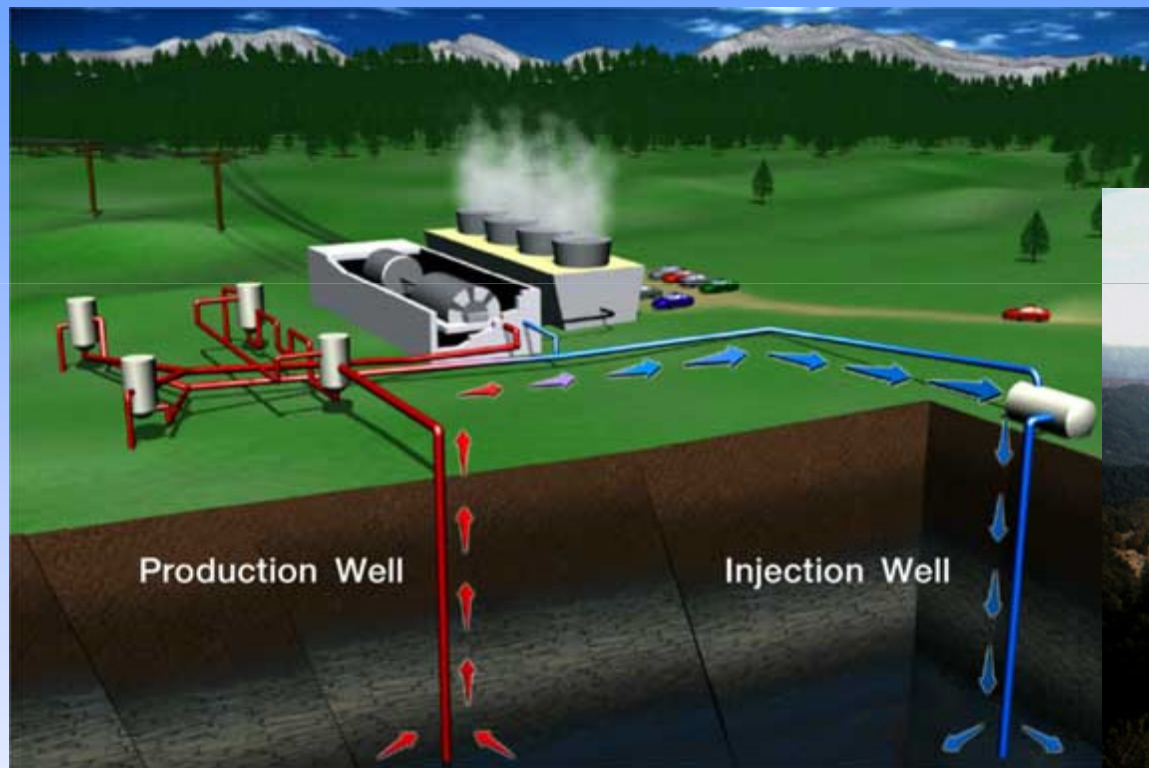
Nízkoteplotní zdroje – desítky až stovky metrů pod povrchem, teploty do 150 °C, vytápění, tepelná čerpadla

Středně teplé zdroje - teploty 150 - 200 °C, využívají se jak pro vytápění budov, tak k výrobě elektřiny.

Vysokoteplotní zdroje - jsou ukryty několik kilometrů pod povrchem, mají teplotu nad 200 °C a jsou určeny pro přímou výrobu elektrické energie.



Geotermální elektrárny na suchou páru



Pomocí navrtaných sond a sběrného potrubí se odvádí pára pod přirozeným tlakem až 10 Mpa s teplotou 200 až 250 °C.



Zatím největší geotermální elektrárna světa – The Geysers s 20 bloky o výkonu 1,224 MW – pracuje od roku 1962 v Kalifornii.

Geotermální elektrárny na mokrou páru

Ve vhodných lokalitách navrtány vydatné zdroje horké vody s teplotou 180 až 380 °C.

Lokality – Japonsko, Island Mexiko, Karbská oblast, Filipíny, Nivý zéland.

Výkony – 10 až 60 MW

Tento typ elektráren je nejběžnější.



Geotermální elektrárna na mokrou páru v East Mesa v Kalifornii.

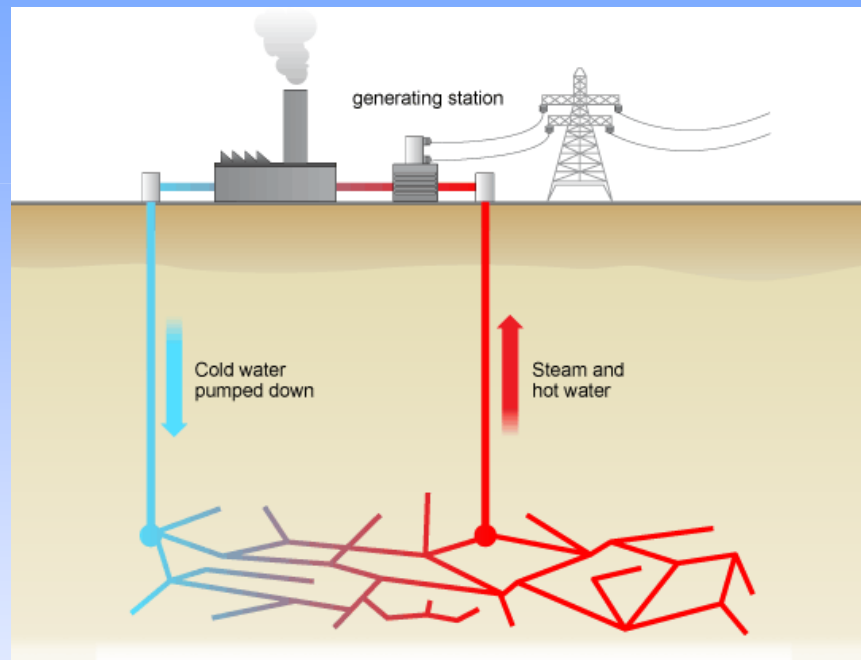
Geotermální elektrárny ostatní

GE s binárním cyklem



Horká voda v tzv. **binárním systému** je využita k ohřátí jiné pracovní kapaliny s nižším bodem varu (propanu, izobutanu, freonů).

Metoda Hot-Dry-Rock (HDR)

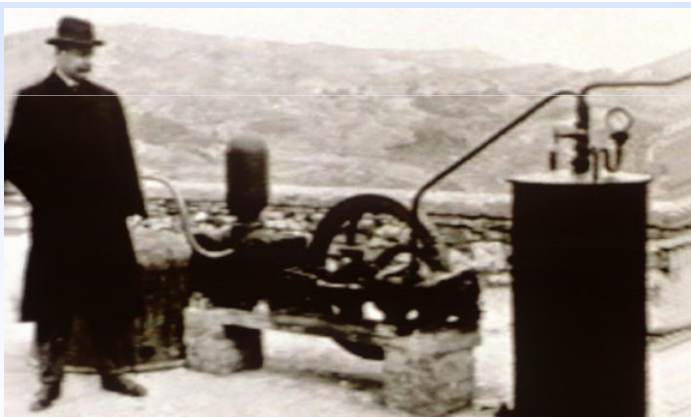


Do jednoho až dvou vrtů (hloubka až 8 km) se vhání voda, která se ohřeje až na 150 °C a jako mokrá pára se čerpá na povrch.

Největší geotermální elektrárny

Celkový instalovaný výkon geotermálních elektráren ve světě se počítá na přibližně 8 000 MW

ZEMĚ	NÁZEV	PROVOZOVATEL	INSTALOVANÝ VÝKON
USA Kalifornie	The Geysers	Calpine Corp	955 MW
Itálie	Larderello	Enel Green Power	487 MW
Filipiny	Palinpinon	National Power Corp	193 MW
Filipiny	Mahanagdong	CE Generation	180 MW
Nový Zéland	Wairakei	Contact Energy Ltd	172 MW



1904 objevil Piero Ginori Conti v italském Larderellu princip geotermální elektrárny.

Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Další využití geotermální energie



Reykjavik v roce 1932 vytápěný fosilními palivy a v současnosti při vytápění podzemní vodou o teplotě 80 °C.

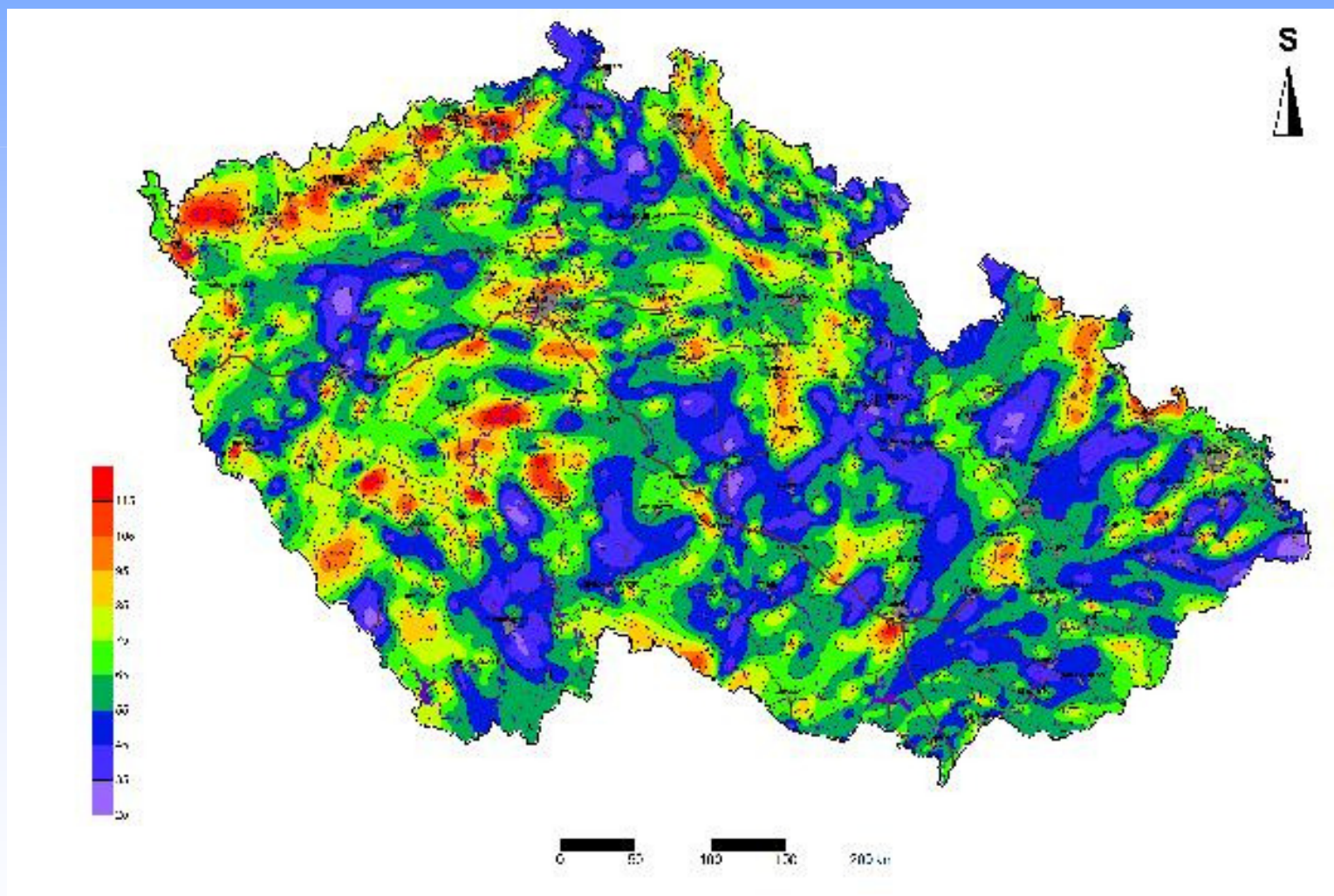


Zimní koupel v Modré laguně

Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Geotermální energie v ČR

Současné využívání na Děčínsku a Liberecku.



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

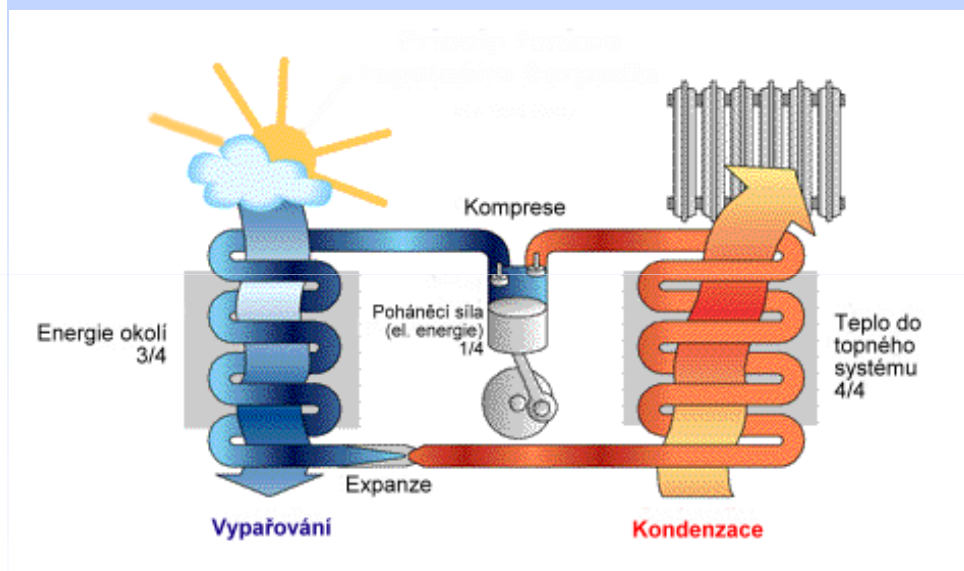
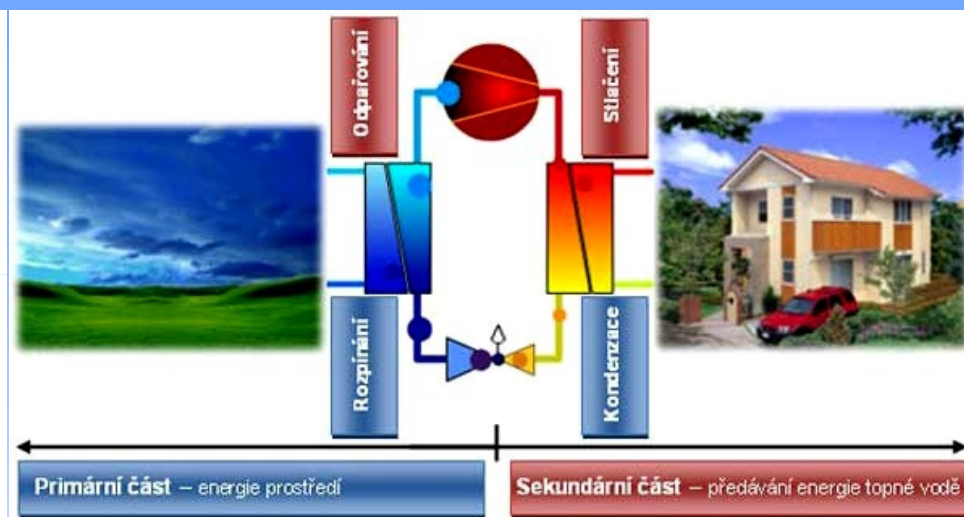
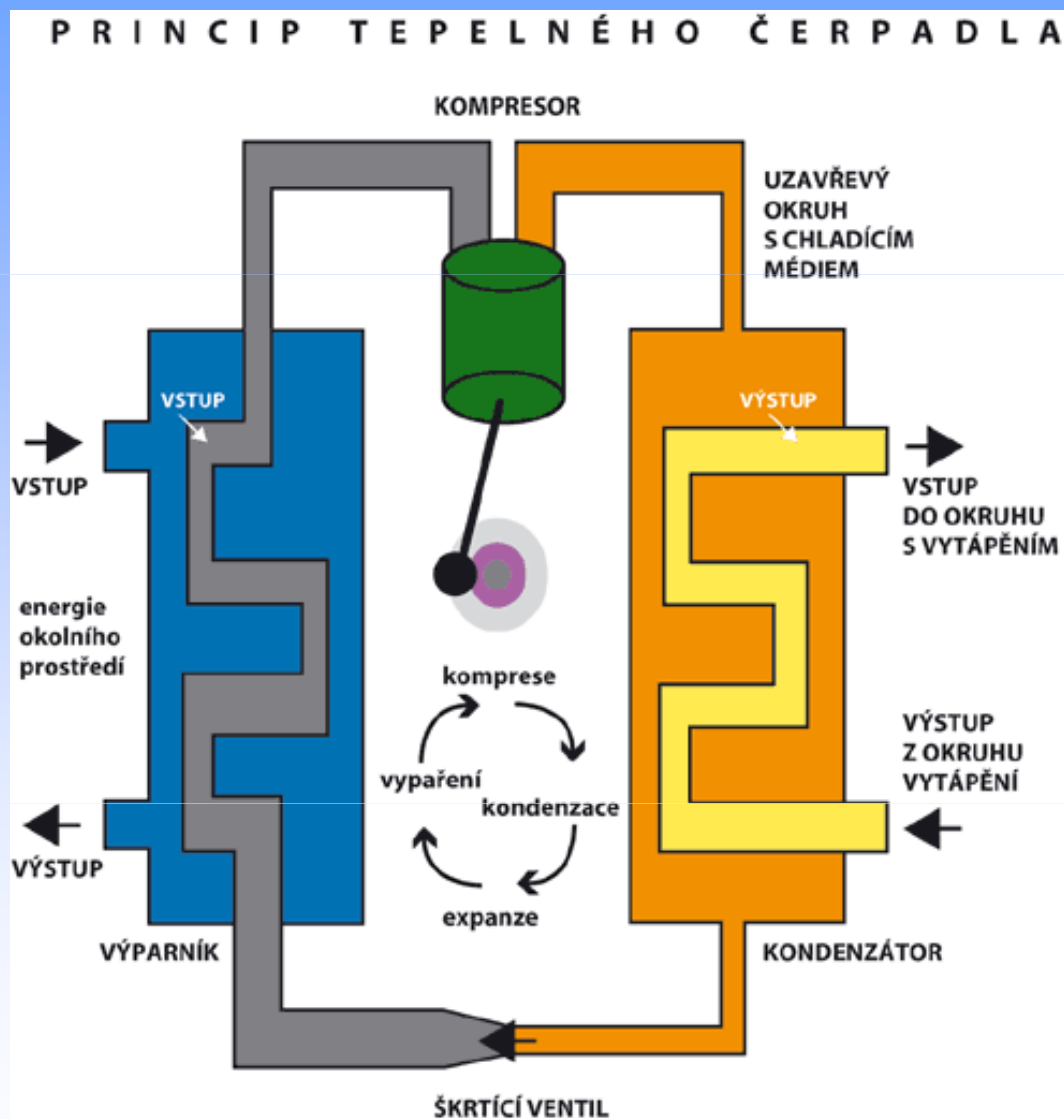
Energie prostředí

- **Tepelná čerpadla se řadí mezi alternativní zdroje energie.**
- **Tepelná čerpadla představují vysoce energeticky úsporný zdroj tepla.** Každá jednotka energie užitá k získání teplotní energie se vrátí alespoň 3x.
- **Odnímají nízkopotenciální teplo z okolního prostředí** (vody, vzduchu nebo země), **převádějí ho na vyšší teplotní hladinu** (cca 55°C) a následně umožňují teplo účelně využít pro vytápění nebo ohřev teplé vody
- Tepelné čerpadlo se většinou skládá ze dvou částí - **venkovní a vnitřní**
- **Venkovní část** zajišťuje odebírání tepla ze zvoleného "zdroje" (země, vzduchu, vody)
- **Vnitřní jednotku** na první pohled nerozeznáme od běžného plynového kotle nebo ohřívače vody

Energie prostředí

- **Princip funkce tepelného čerpadla**
- Tepelné čerpadlo je zařízení, které pomocí kompresoru a chladiva (podobně jako chladnička) přečerpává nízkopotenciální energii, obsaženou v okolním vzduchu, vodě nebo zemině, na vyšší teplotní úroveň (cca od 55°C), která je dostačující pro plnohodnotné vytápění objektů.
- **První děj - vypařování:** Od vzduchu, vody nebo země odebírá teplo chladivo kolující v tepelném čerpadle a tím se odpařuje (mění skupenství na plynné).
- **Druhý děj - komprese:** Kompresor tepelného čerpadla prudce stlačí o několik stupňů ohřáté plynné chladivo, a díky fyzikálnímu principu komprese, kdy při vyšším tlaku stoupá teplota, jako teplotní výtah vynese ono nízkopotenciální teplo na vyšší teplotní hladinu, cca od 55°C.
- **Třetí děj - kondenzace:** Takto zahřáté chladivo pomocí druhého výměníku předá teplo vodě v radiátorech, ochladí se a zkondenzuje. Radiátory toto teplo vyzáří do místnosti. Ochlazená voda v topném okruhu se vrátí nazpět k druhému výměníku pro další ohřátí.
- **Čtvrtý děj - expanze:** Průchodem přes expanzní ventil se vrací chladivo nazpět k prvnímu výměníku, kde se opět ohřeje.

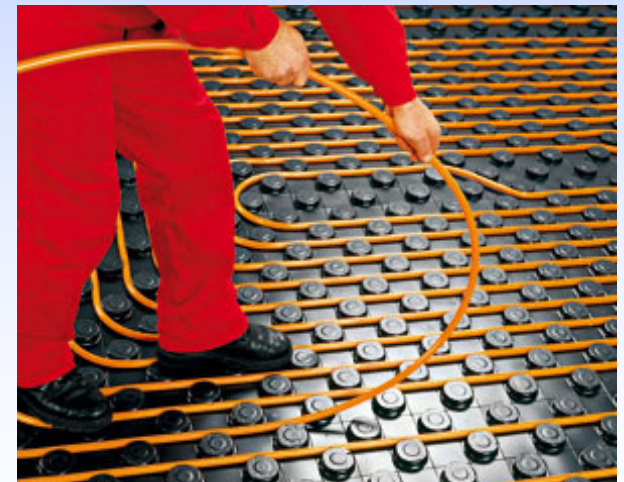
Energie prostředí



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Energie prostředí

- Tepelná čerpadla se vyrábějí od topných výkonů cca 4 kW pro byty, přes cca 12 kW pro rodinné domy až po stovky kW pro velké objekty.
- Výhody:
- nízká spotřeba elektřiny pro vytápění
- technologie šetrná k životnímu prostředí – obnovitelný zdroj energie
- možnost získání výhodného tarifu za elektřinu
- Nevýhody:
- vysoká pořizovací cena (150.000 až 400.000,-Kč na rodinný dům) – ceny z roku 2010
- složitější instalace a nutnost zavést nízkoteplotní topnou soustavu – vhodné je podlahové vytápění

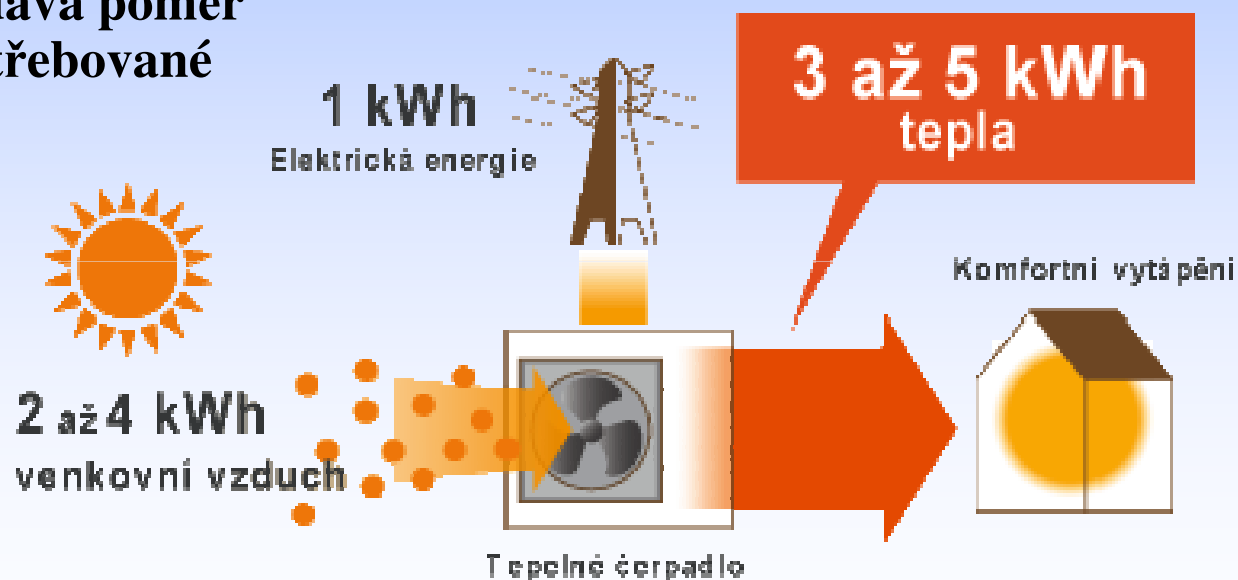


Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Energie prostředí

- Tepelný výkon, spotřeba elektřiny a topný faktor
- Tepelný výkon tepelného čerpadla je dán součtem energie odebrané z okolního prostředí (ze země, vody nebo vzduchu) a elektrické energie dodané pro pohon kompresoru
- Topný faktor slouží k porovnání efektivity provozu jednotlivých tepelných čerpadel
- Topný faktor je bezrozměrné číslo, které lze přirovnat k účinnosti udávané běžně u ostatních zdrojů tepla
- Hodnota topného faktoru pohybuje v rozsahu 2,5 až 4 a čím je toto číslo větší, tím je provoz tepelného čerpadla efektivnější
- Matematicky topný faktor udává poměr získané tepelné energie a spotřebované elektrické energie

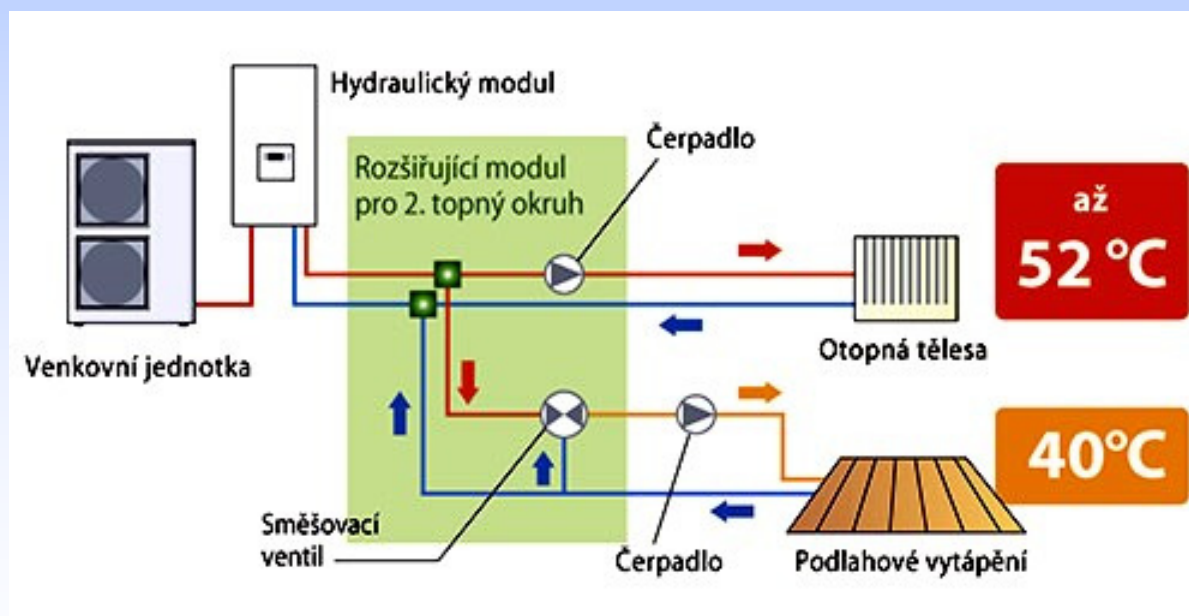
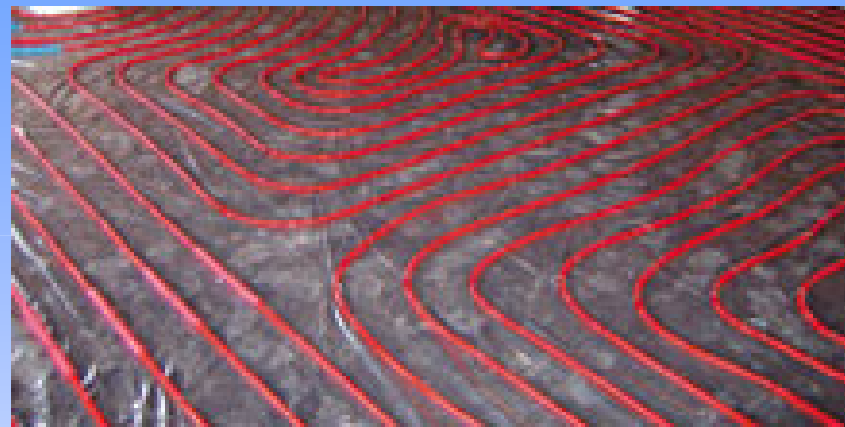


Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Energie prostředí

- **Topný faktor příznivě ovlivňují následující skutečnosti:**
- Co **nejvyšší teplota nízkoteplotního zdroje**, ze kterého je teplo odebíráno. Z tohoto hlediska je nejvýhodnějším primárním zdrojem podzemní voda (příp. geotermální prameny).
- Co **nejnižší teplota teplotnosné látky** (topné vody nebo vzduchu) v topné soustavě. Vhodné je tedy podlahové vytápění nebo nízkoteplotní velkoplošná tělesa (postačí teplota cca 40°C).
- **Vhodné fyzikální a chemické vlastnosti chladiva**, nemůžeme je nijak ovlivnit, jsou dány použitým chladivem od výrobce.
- **Dobré konstrukční provedení tepelného čerpadla**, rovněž závisí pouze na výrobcu.



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

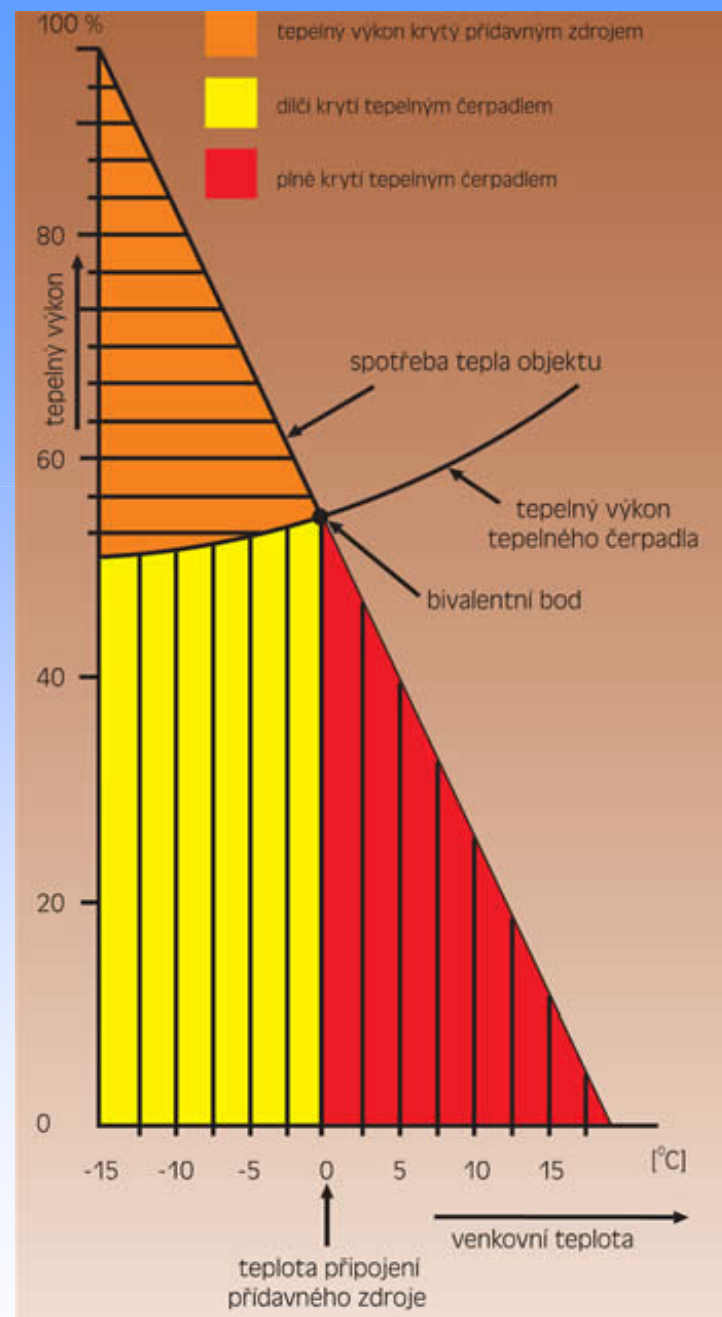
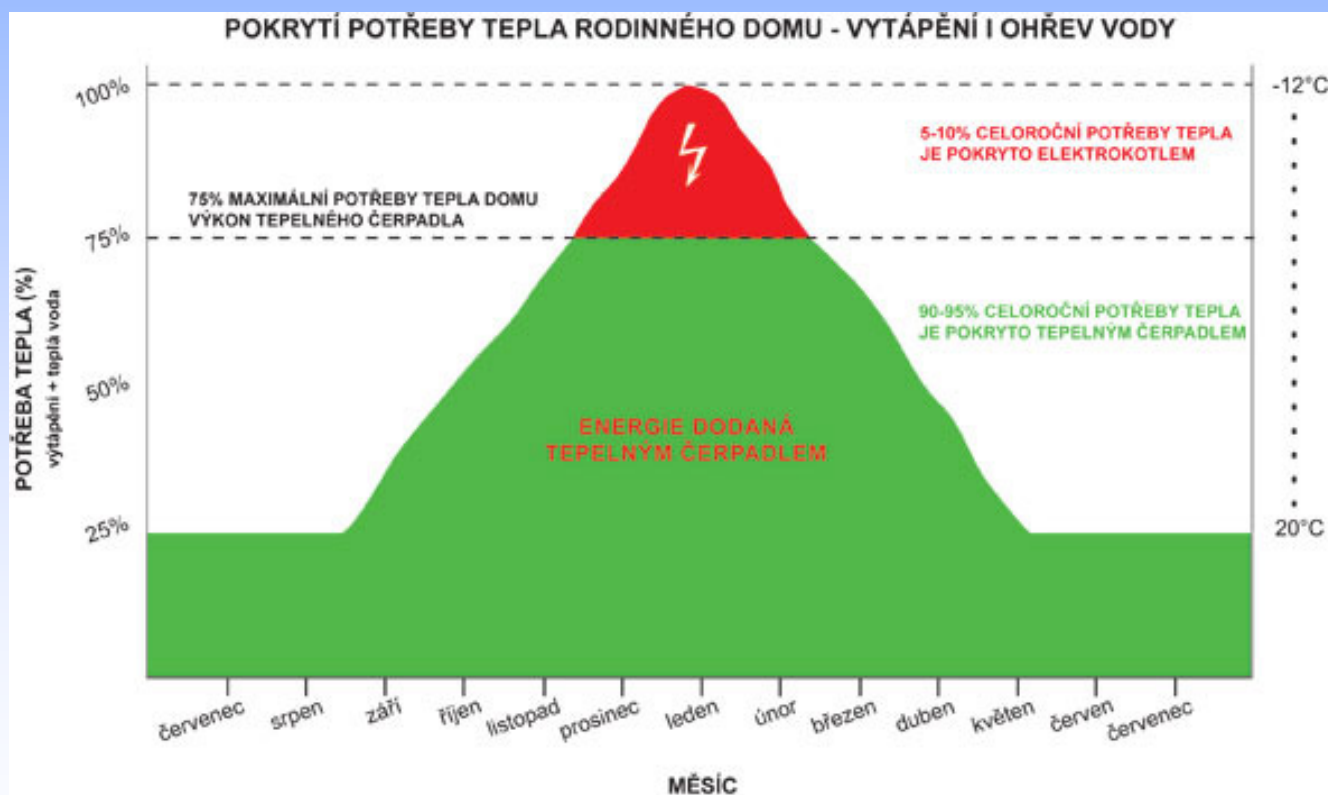
Obnovitelné zdroje energie

Energie prostředí

- Kombinace tepelného čerpadla s druhým zdrojem, který je v provozu pouze při nízkých venkovních teplotách, se nazývá **bivalentní zapojení**.
- Nejčastěji se jako druhý zdroj používá elektrokotel nebo plynový kotel.
- Mnoho moderních tepelných čerpadel má v sobě elektrokotel vestavěný, takže nevyžaduje žádné další investiční náklady na druhý zdroj tepla.
- Tepelné čerpadlo se běžně navrhuje na krytí přibližně 60% až 75% tepelných ztrát.
- Jeho výkon potom postačuje přibližně do venkovní teploty kolem -2°C (tzv. teplota bivalence).
- Při nižších teplotách dochází k automatickému sepnutí druhého zdroje tepla.

Energie prostředí

Pokrytí potřeby tepla při bivalentním zapojení

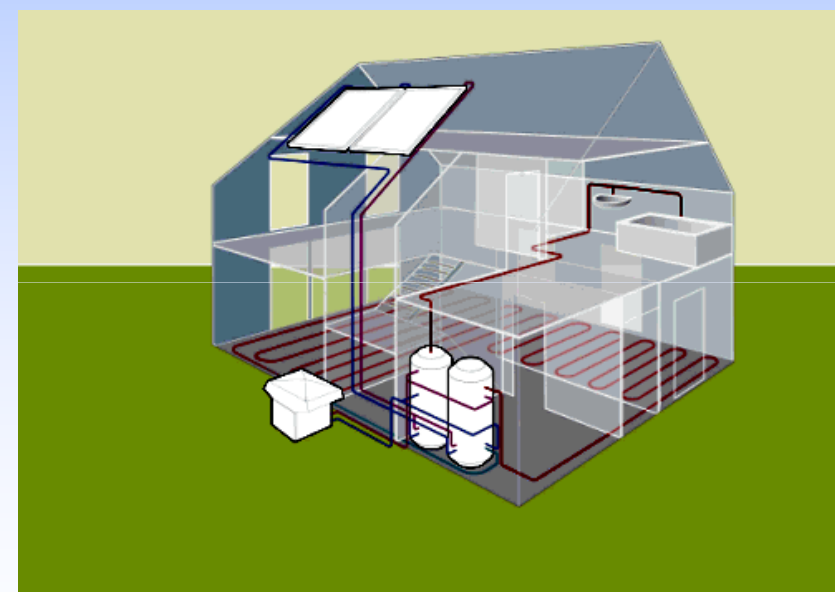
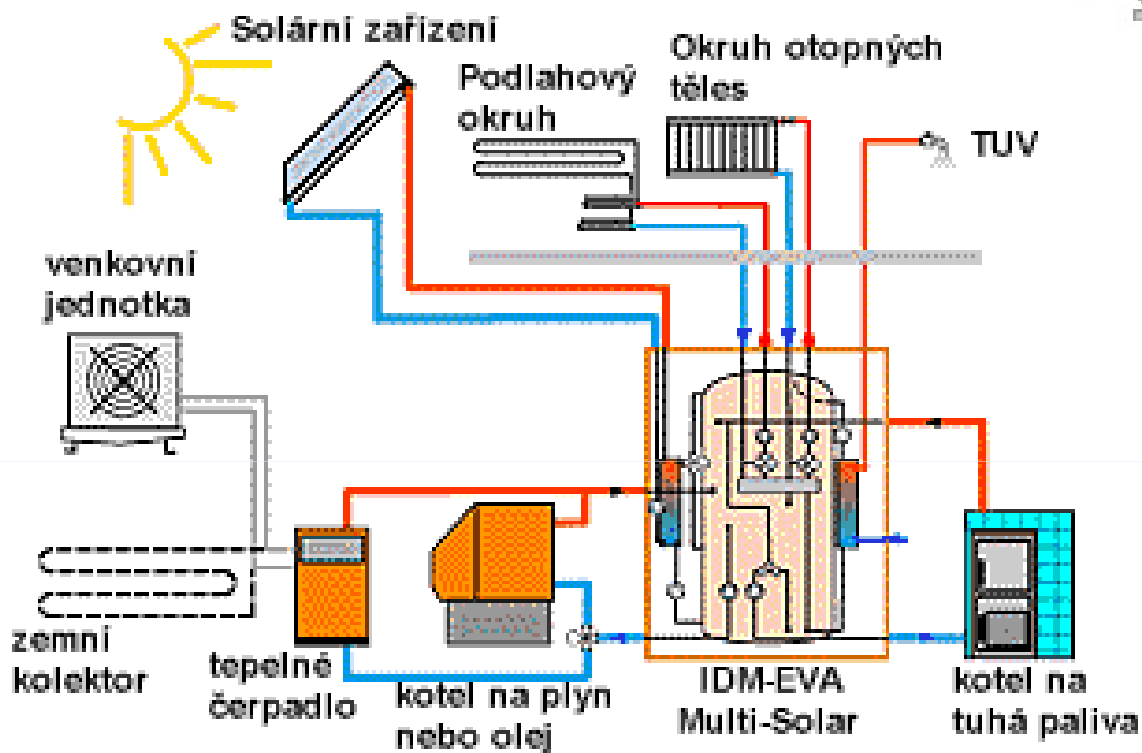
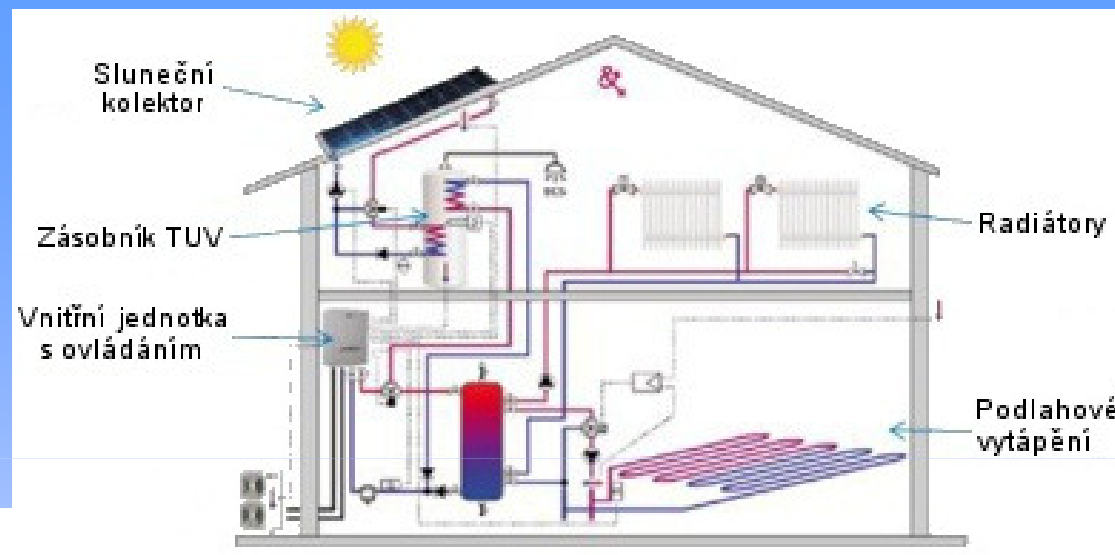


Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Energie prostředí

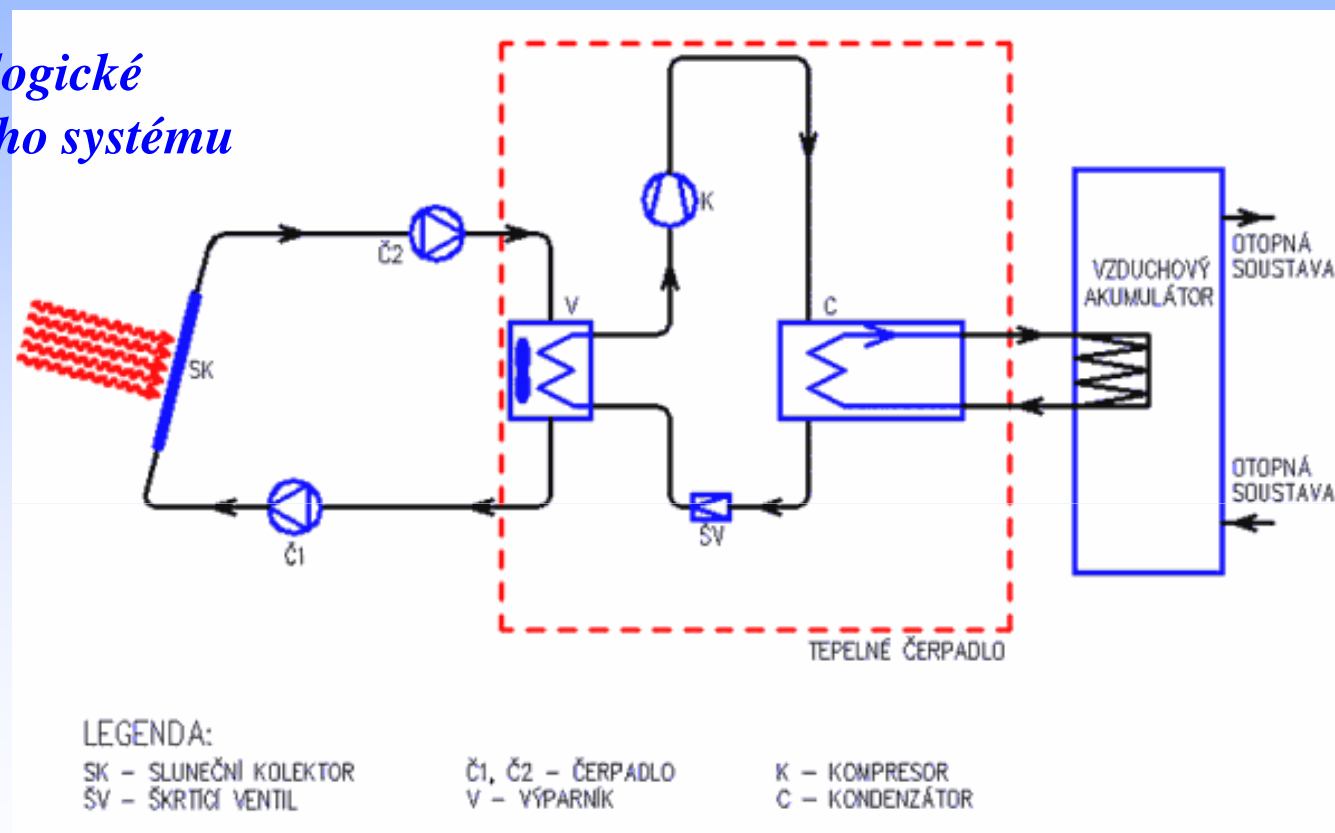
Bivalentní systémy



Energie prostředí

V kombinovaném systému se při poklesu teploty pod teplotu bivalence aktivuje solární kolektor a tepelná energie získaná solárním systémem je využita pro zvyšování teploty na vstupu tepelného čerpadla. Zvýšením teploty na vstupu TČ docílíme zvýšení topného faktoru celého systému. Hlavním přínosem takto sestaveného kombinovaného systému je vysoká účinnost solárního systému.

Zjednodušené technologické schéma kombinovaného systému



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Energie prostředí

- **Zdroje tepla pro tepelná čerpadla**
- **přírodní obnovitelné zdroje** (voda, vzduch, zeminy, horniny)
- **průmyslové zdroje** (odpadní vody a jiné kapaliny při různých technologiích, teplý odpadní vzduch např. z důlních jam apod.)
- převládají aplikace využívající přírodních obnovitelných zdrojů
- **Základní způsoby odběru tepla:**
 1. Ze země
 2. Z vody
 3. Ze vzduchu
 4. Vzájemná kombinace uvedených způsobů
 5. Ostatní

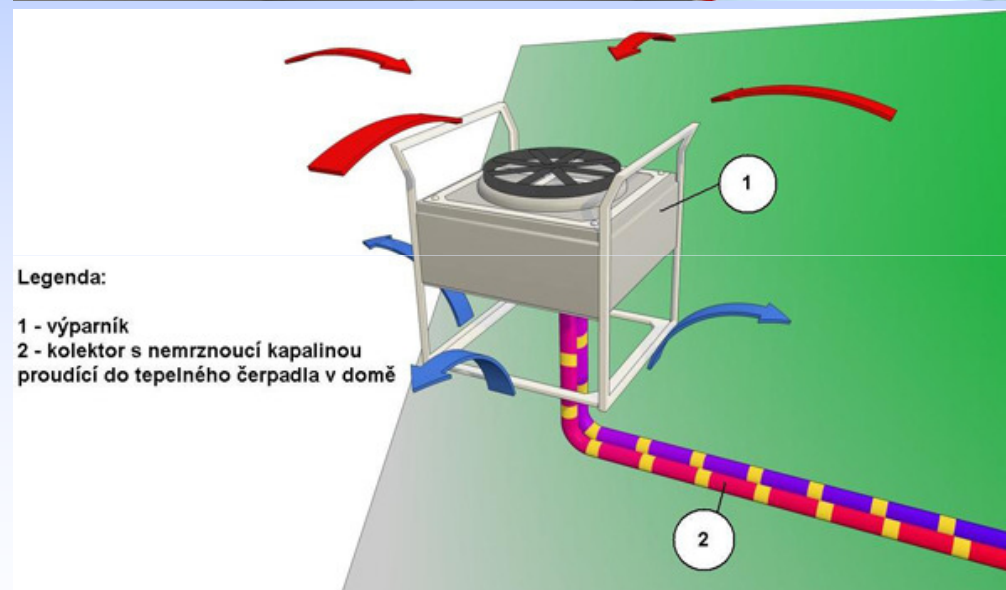
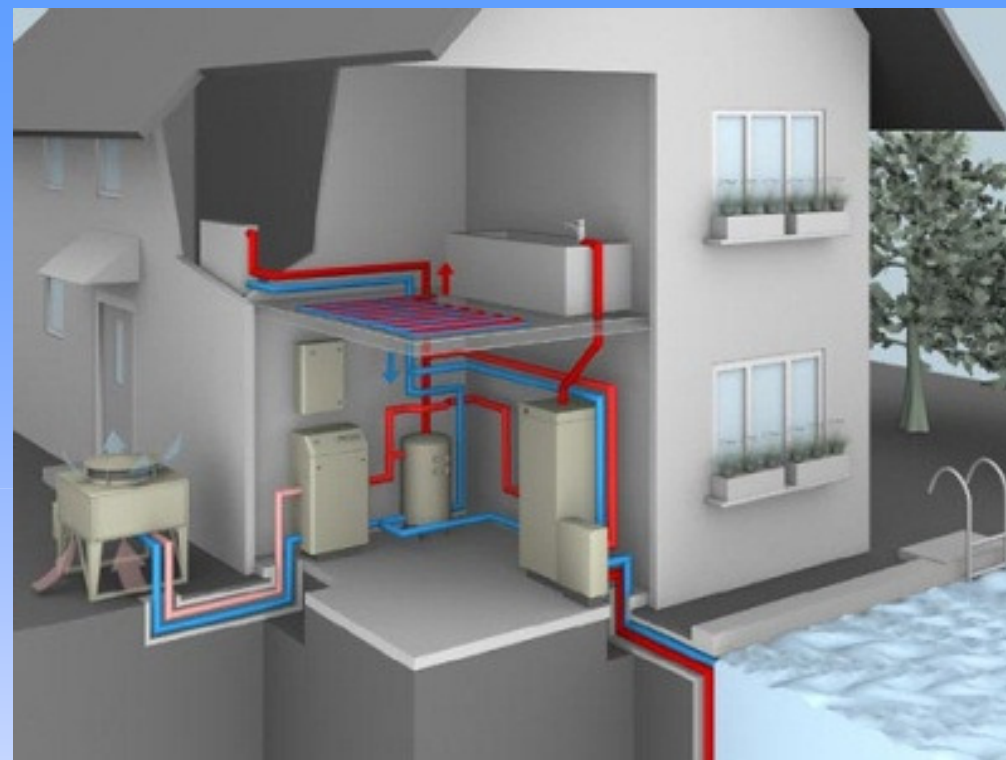
Energie prostředí

- **Rozdělení a princip značení tepelných čerpadel**
- Tepelná čerpadla se vždy označují podle toho, odkud teplo odebírají a jaké látce teplo předávají.
- Prakticky to znamená, že např. tepelné čerpadlo "vzduch/voda" odebírá teplo z okolního vzduchu a předává vodě do topného systému.
- Tepelné čerpadlo "vzduch/vzduch" předává teplo vnitřnímu vzduchu a je tedy určeno pro teplovzdušné vytápění nebo klimatizaci.
- Nejobvyklejší kombinace jsou **vzduch/voda, země/voda, voda/voda, vzduch/vzduch**.
- Tepelná čerpadla "země/voda" a "voda/voda" jsou totožná a liší se pouze ve venkovní části, která získává energii ze země nebo z vody.

Energie prostředí

1. Tepelné čerpadlo vzduch – voda

- Výhody:
- jednoduchá a relativně levná instalace TČ
- tepelná energie vzduchu je 100% obnovitelná a nemůže se „vyčerpat“
- v letních měsících může TČ zajišťovat chlazení objektu
- ohřev užitkové nebo bazénové vody v letních měsících je maximálně efektivní
- Nevýhody:
- možnost zvýšeného hluku v těsném okolí venkovní části TČ
- tepelné čerpadlo umístěno na zahradě domu



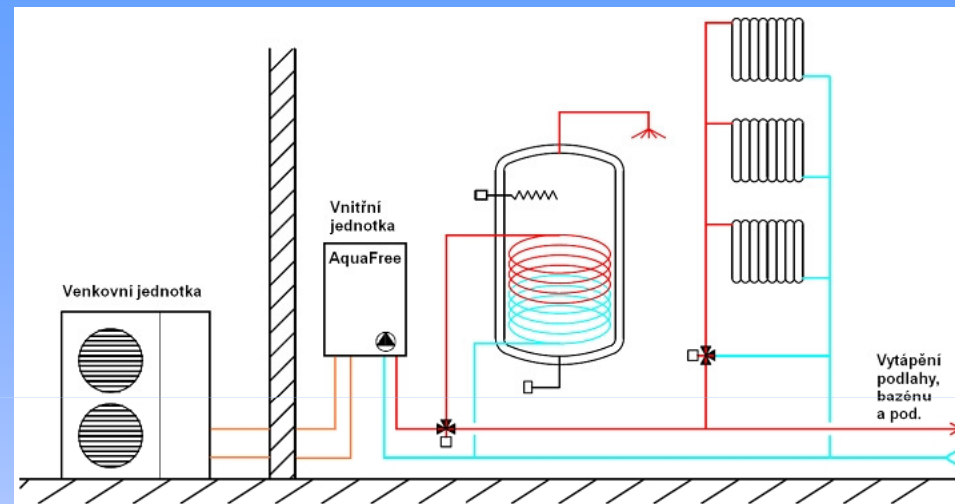
Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Energie prostředí

Tepelná čerpadla, která využívají tepla obsaženého ve venkovním vzduchu, se vyrábějí ve třech odlišných variantách:

a) Samostatná venkovní a vnitřní jednotka

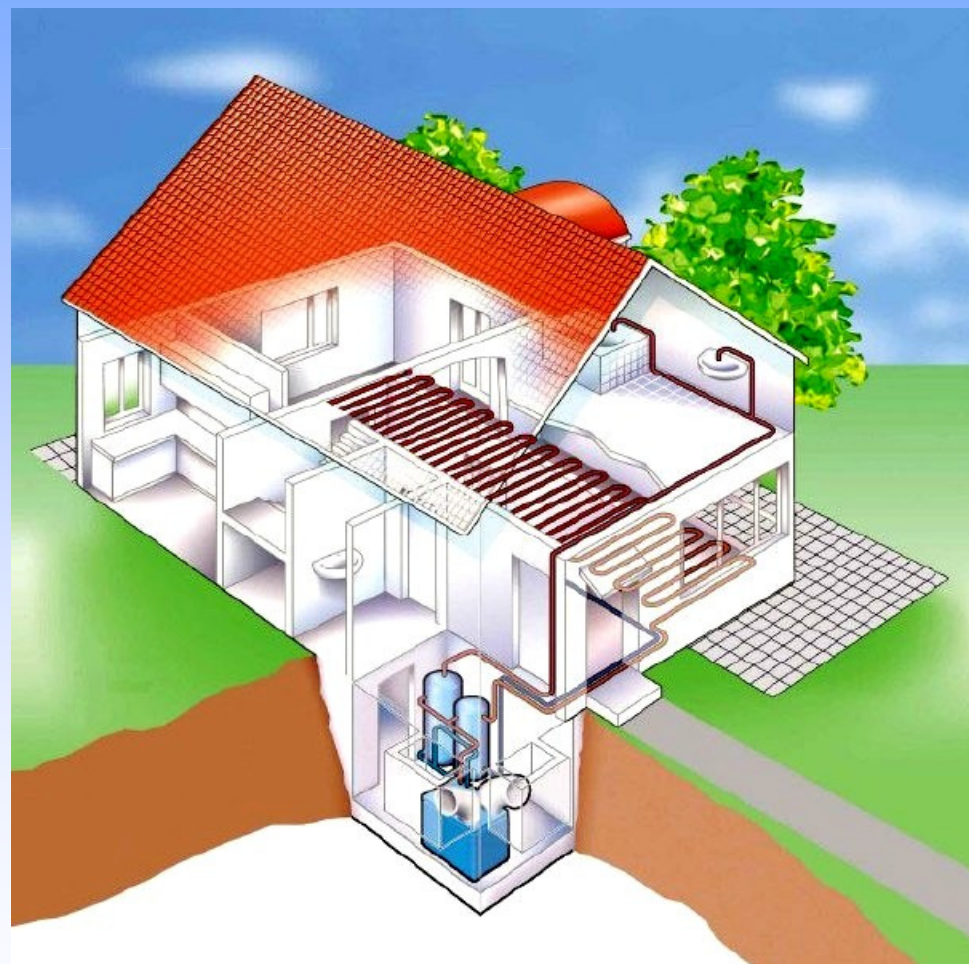


Energie prostředí

b) Kompaktní provedení venkovní



c) Kompaktní provedení vnitřní



Energie prostředí

2. Tepelné čerpadlo země – voda

a) Kolektor - voda

Výhody:

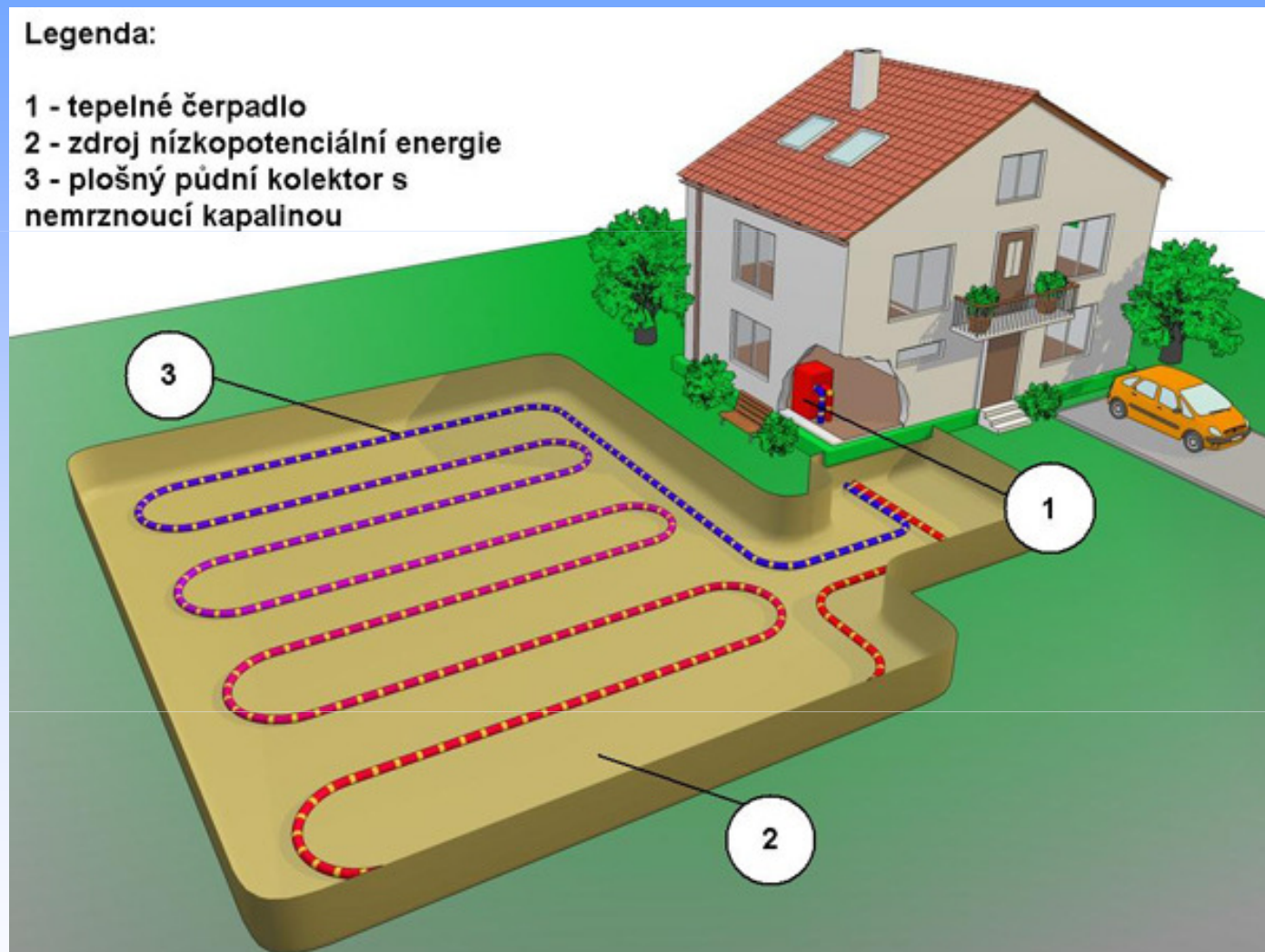
- stabilní výkon málo závislý na venkovní teplotě
- bez rušivých prvků na zahradě
- dlouhá životnost

Nevýhody:

- omezení zastavěnosti pozemku
- možnost „vychlazení zeminy“

Legenda:

- 1 - tepelné čerpadlo
- 2 - zdroj nízkopotenciální energie
- 3 - plošný půdní kolektor s nemrznoucí kapalinou



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Energie prostředí

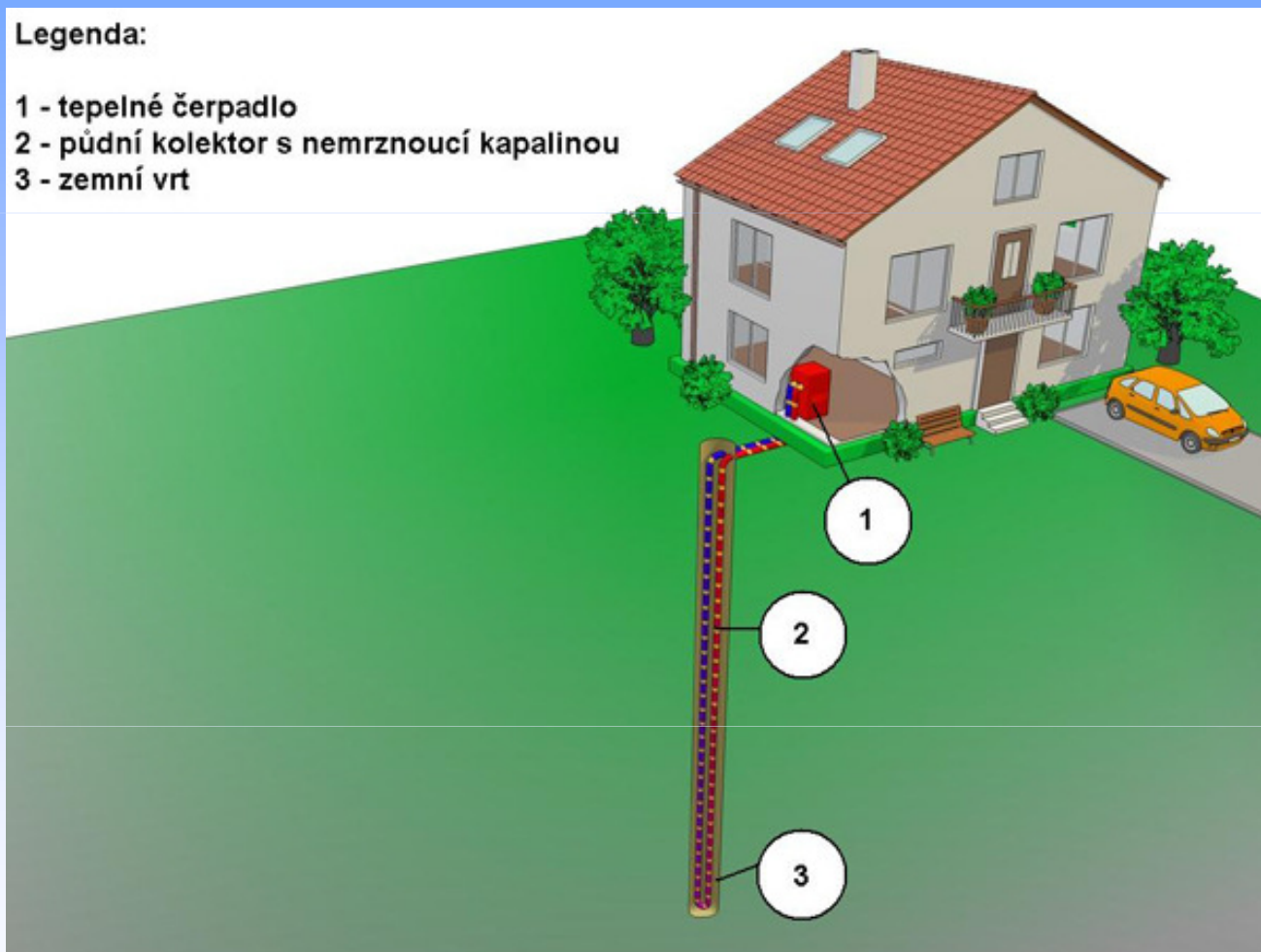
b) Vrt - voda

Výhody:

- stabilní výkon nezávislý na venkovní teplotě
- konstantní teplota geotermálních vrtů (8 až 12°C)
- žádný rušivý prvek na zahradě
- dlouhá životnost

Nevýhody:

- vyšší pořizovací cena
- velký stavební zásah u domu při hloubení vrtu
- nutné povolení vodohospodářského ústavu
- možnost „vychlazení zeminy“



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Energie prostředí

3. Tepelné čerpadlo voda – voda

a) Studna – voda

Výhody:

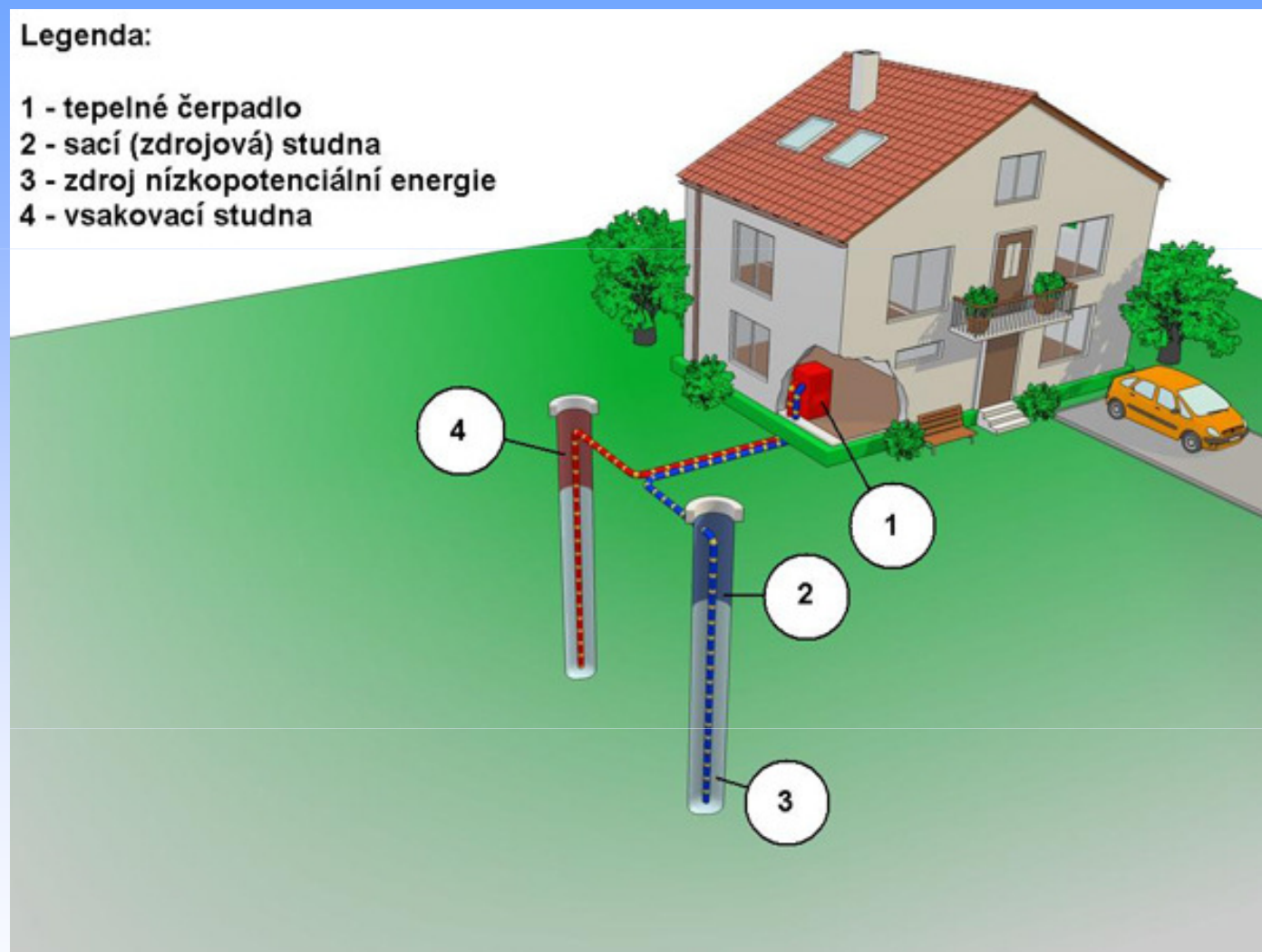
- stabilní výkon
nezávislý
na venkovní teplotě
- vysoká efektivita
provozu

Nevýhody:

- musí se zajistit stálý
přítok do studně
- potřeba druhé,
vsakovací studny
- potřeba filtrace
zdrojové studniční
vody

Legenda:

- 1 - tepelné čerpadlo
- 2 - sací (zdrojová) studna
- 3 - zdroj nízkopotenciální energie
- 4 - vsakovací studna



Energie prostředí

b) Tepelné čerpadlo povrchová voda (řeka, rybník) – voda

Výhody: Velmi nízké náklady na vybudování kolektoru.
Nízké provozní náklady. **Nevýhody:** Vhodné pouze pro objekty ležící v těsné blízkosti vodní plochy.



Energie prostředí

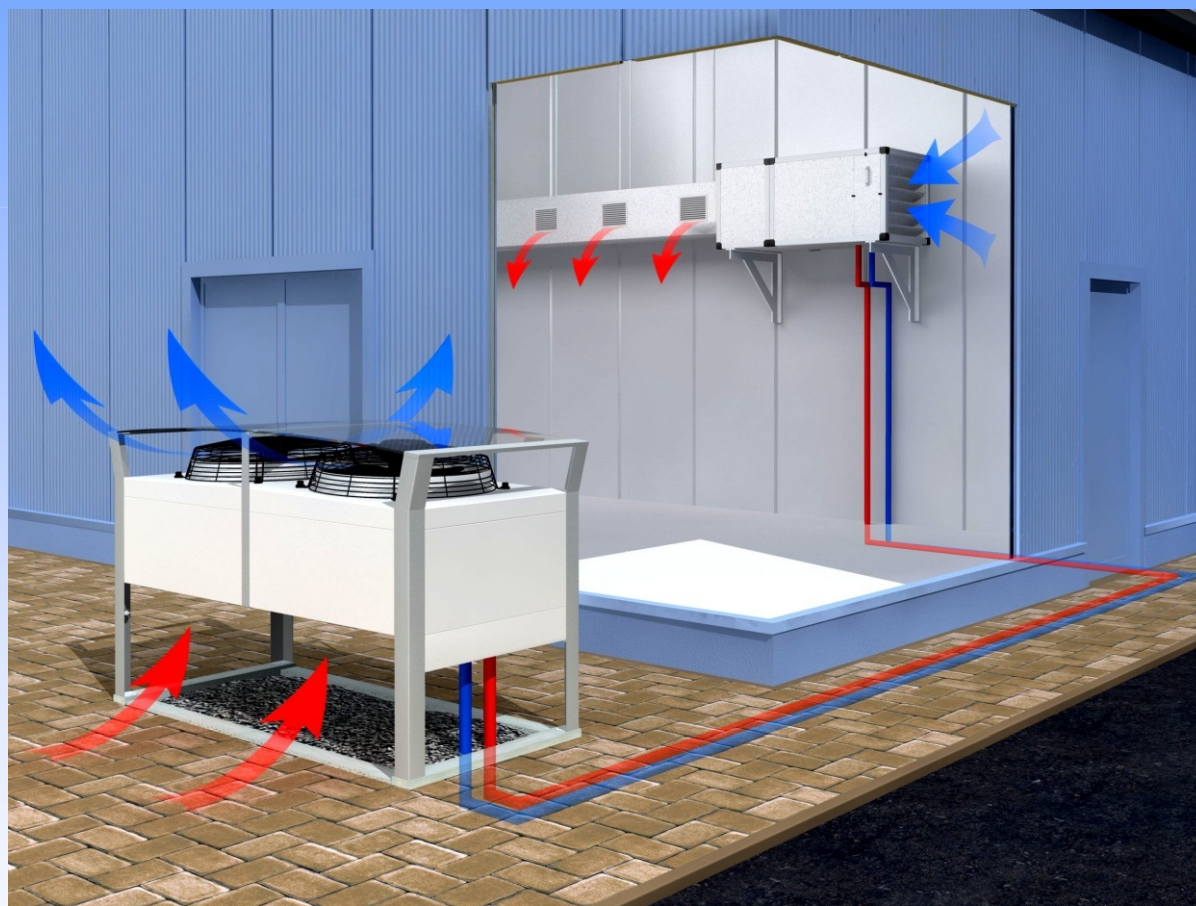
4. Tepelné čerpadlo vzduch – vzduch

Výhody:

- jednoduchá a relativně levná a rychlá instalace TČ
- tepelná energie vzduchu je 100% obnovitelná a nemůže se „vyčerpat“
- v letních měsících může TČ zajišťovat chlazení objektu (nutné speciální radiátory)
- ohřev užitkové nebo bazénové vody v letních měsících je maximálně efektivní

Nevýhody:

- možnost zvýšeného hluku v těsném okolí venkovní části TČ
- TČ umístěno na zahradě domu (esteticky rušivý prvek)

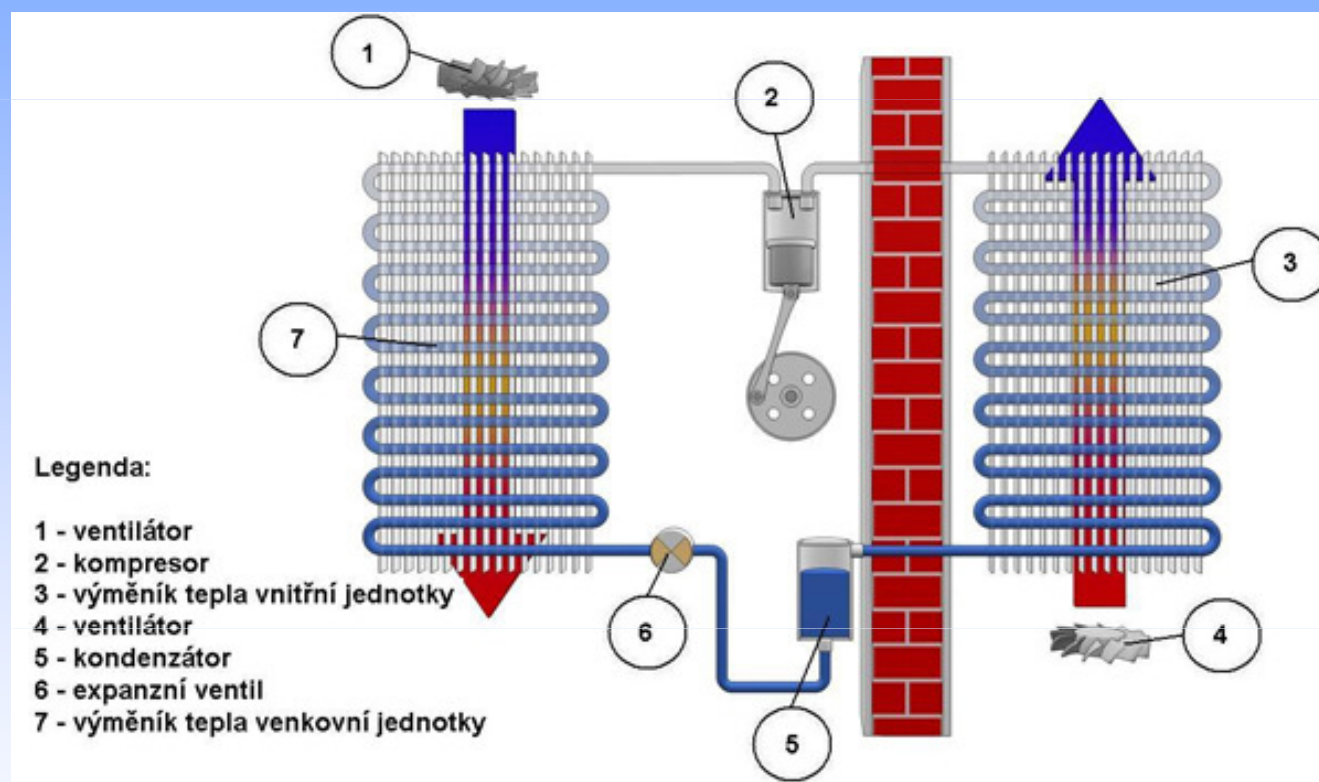


Energie prostředí

5. Tepelná čerpadla vzduch-vzduch (klimatizace)

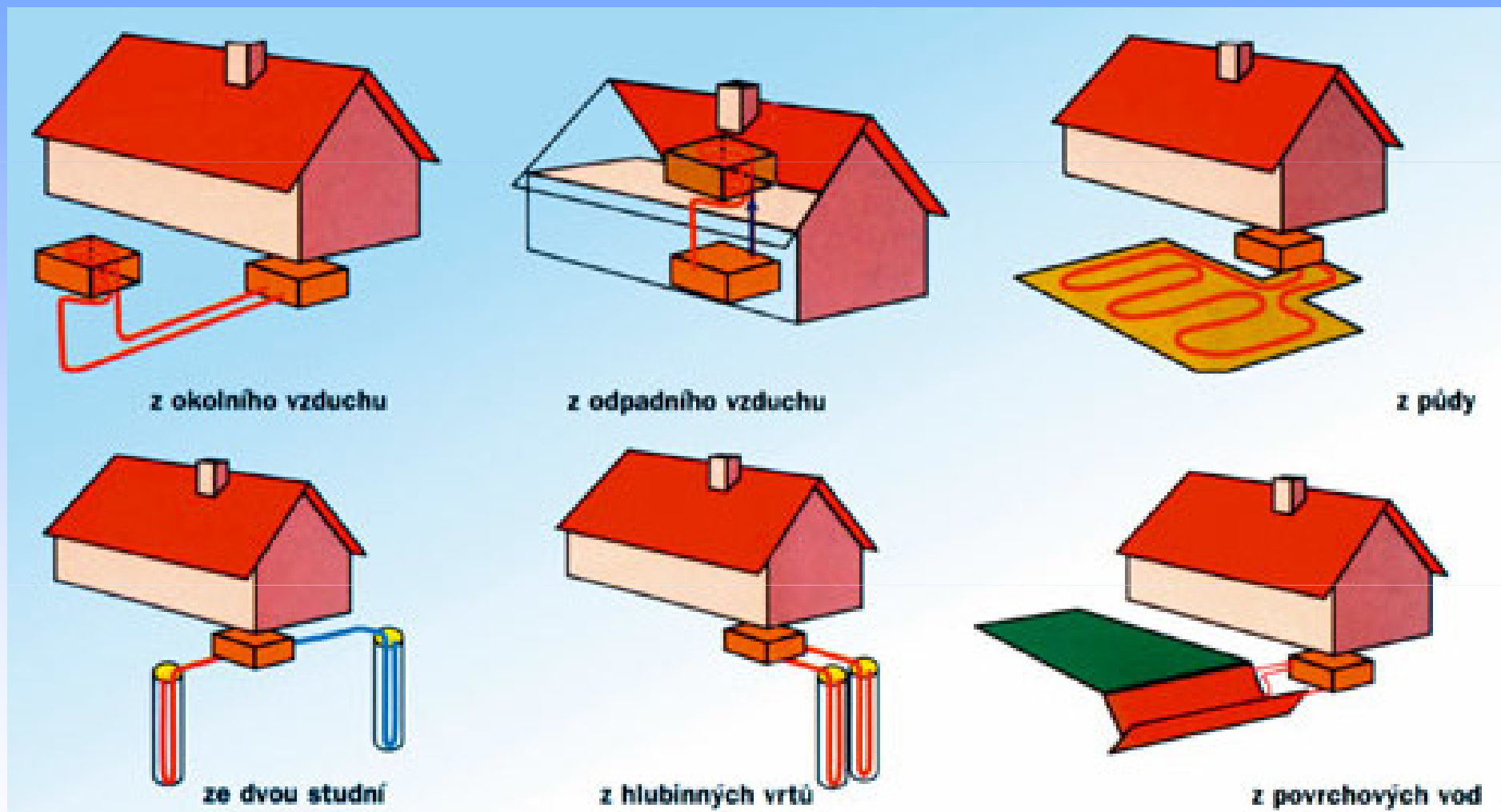
Výhody:

- odpadá nutnost zavedení klasické topné soustavy
- nízký příkon = nízká spotřeba elektřiny
- velmi rychlá distribuce tepla, případně chladu
- veškeré ovládaní pomocí běžného dálkového ovladače
- topí, chladí, odvlhčuje, větrá jako běžný ventilátor
- možnost získat výhodnou sazbu na dodávku elektřiny
- možnost dokonalé filtrace vnitřního vzduchu místnosti



Energie prostředí

Základní způsoby odběru tepla:



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Energie prostředí

1. Ze země

a) plošný kolektor

- horizontální,
- vertikální,
- speciální (tzv. slinky)



slinky



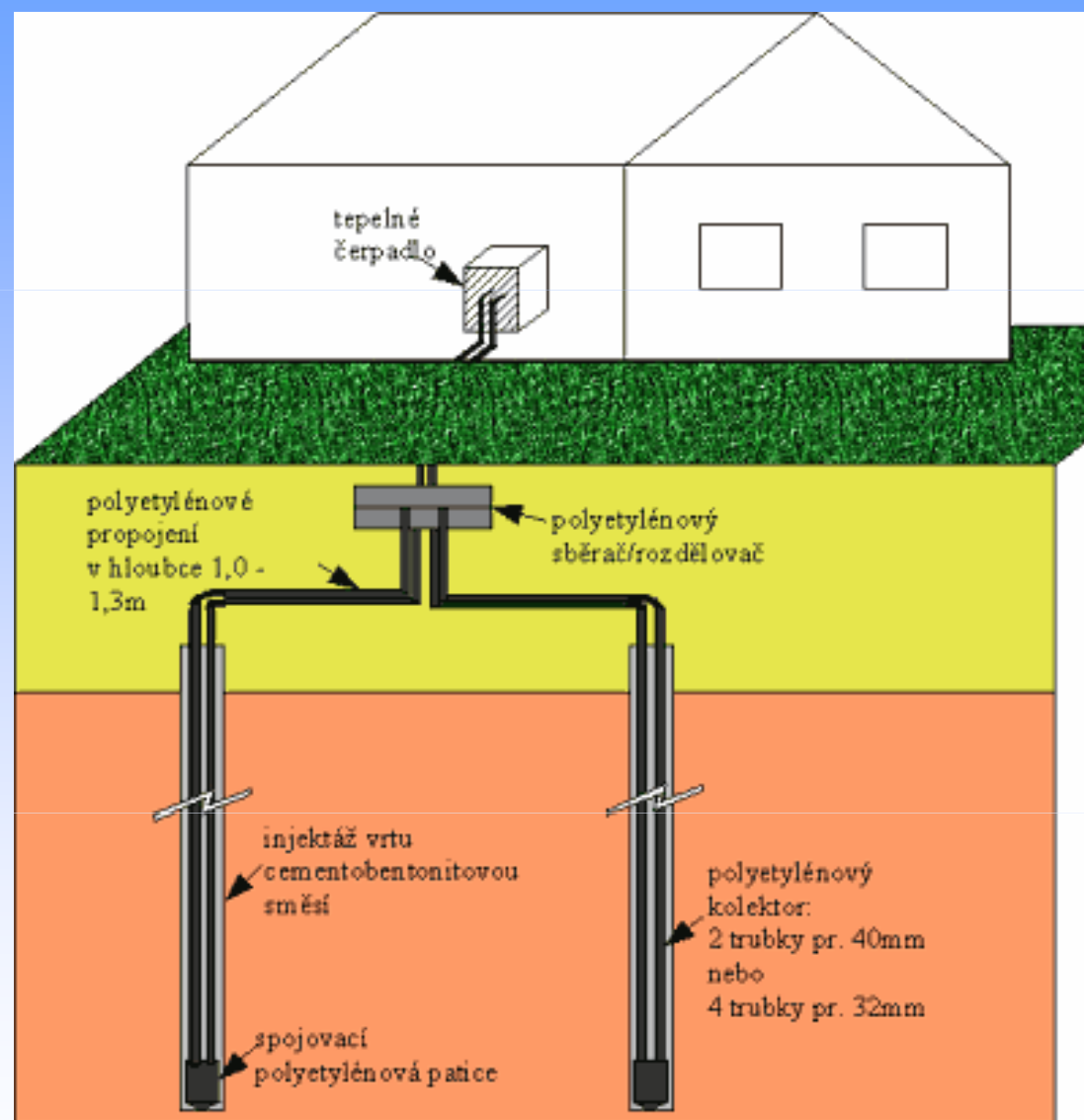
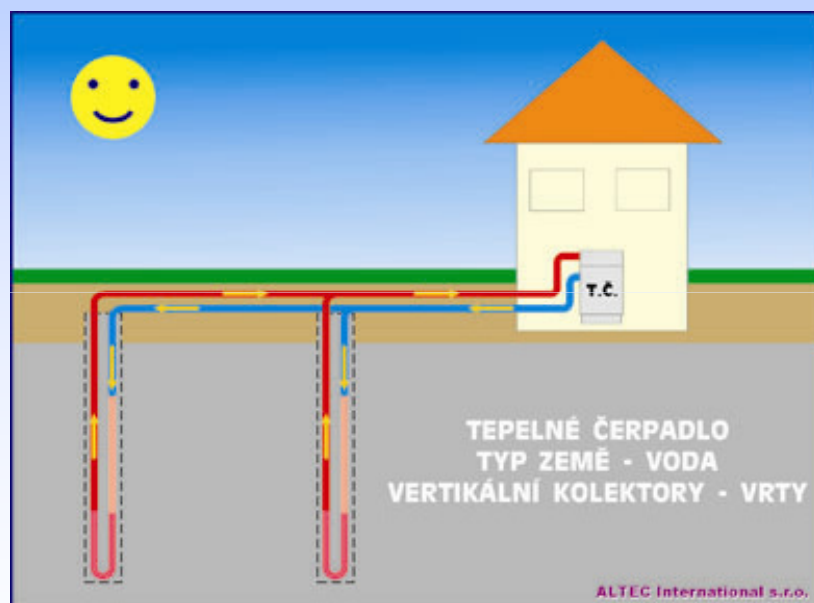
Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Energie prostředí

b) vrty

- geotermální vrty (hloubka běžně 70 až 140m i více)



Energie prostředí

c) energetické piloty

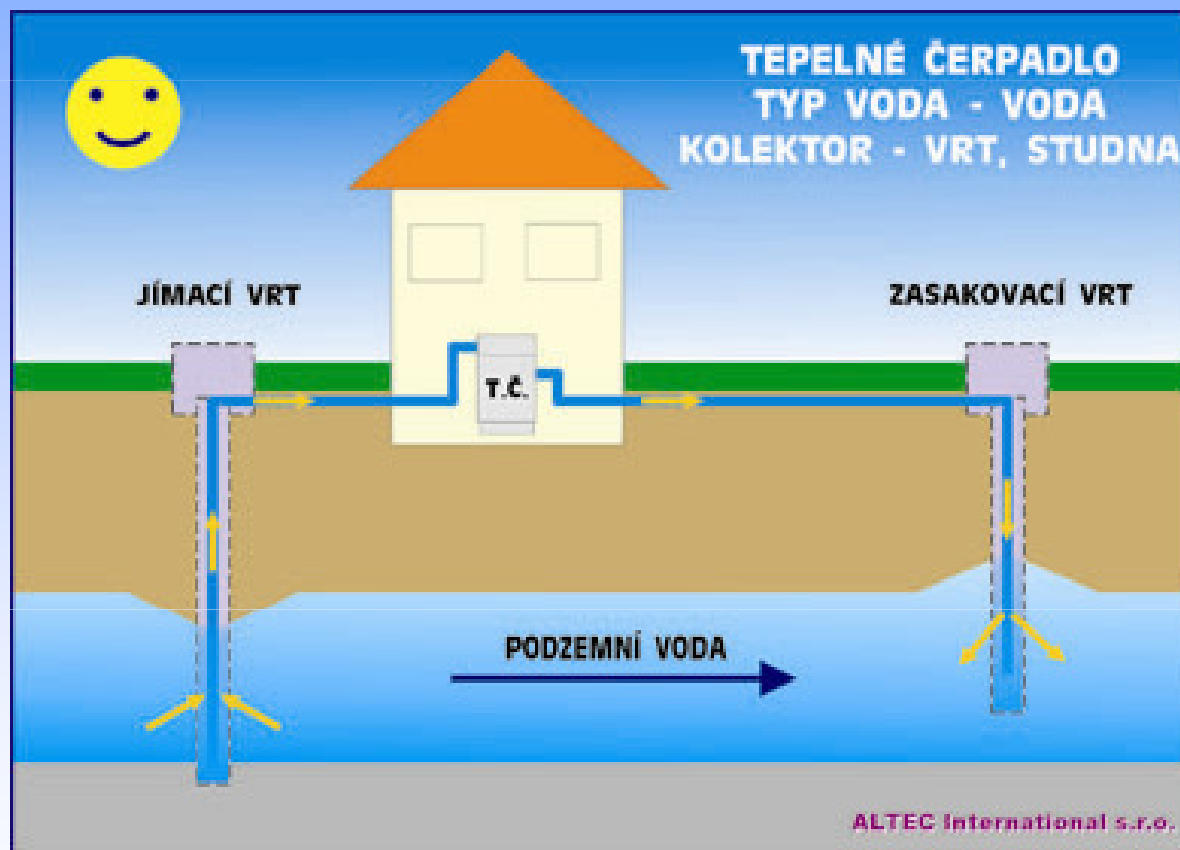
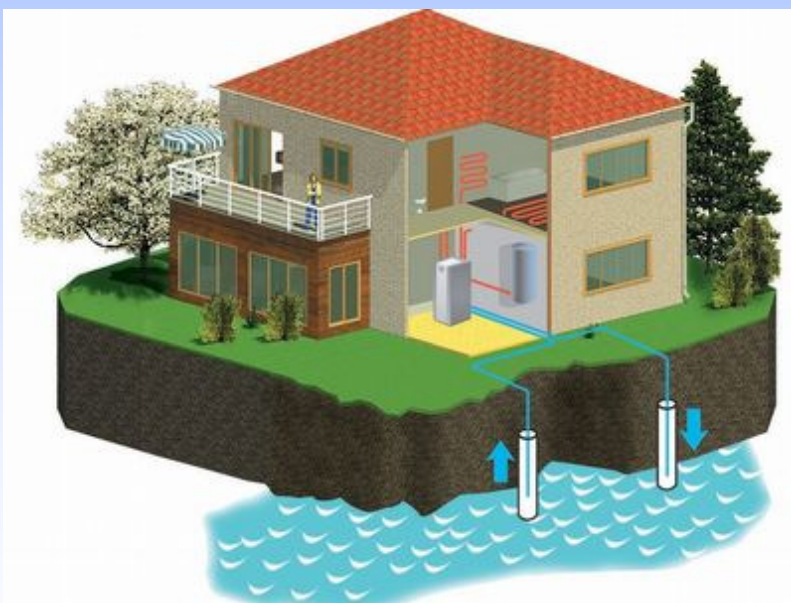
– jsou použitelné pouze u novostaveb jako součást základů stavby (do kovového armovacího roštu je vložena smyčka z potrubí, kterou obíhá nemrznoucí kapalina)



Energie prostředí

2. Z vody

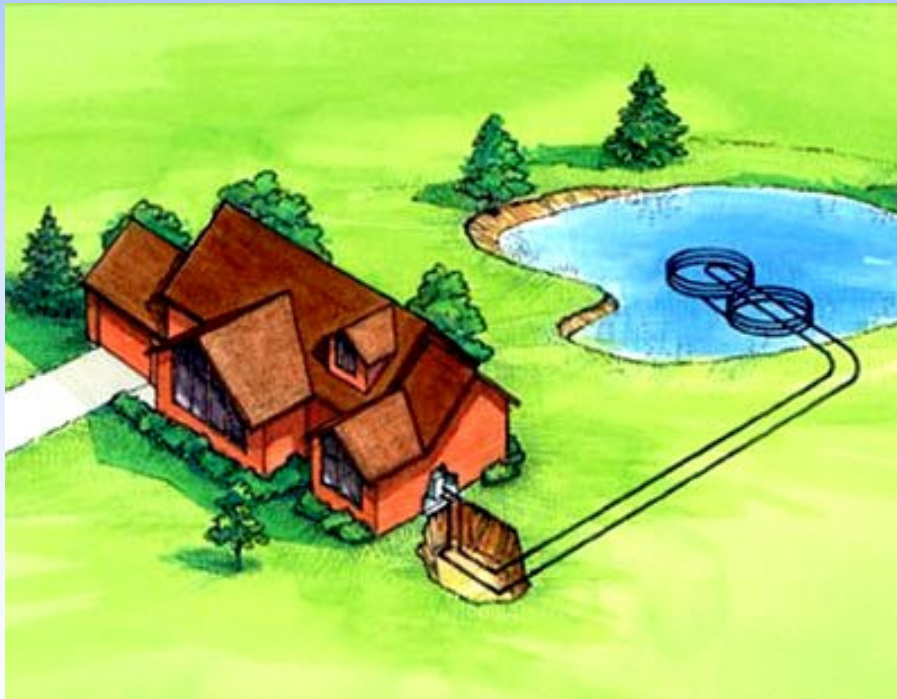
a) **spodní voda** - patří mezi nejkomplicovanější systémy
- výhoda: v hloubce 10 m je téměř konstantní teplota vody 8 – 12 °C



Energie prostředí

b) povrchová voda

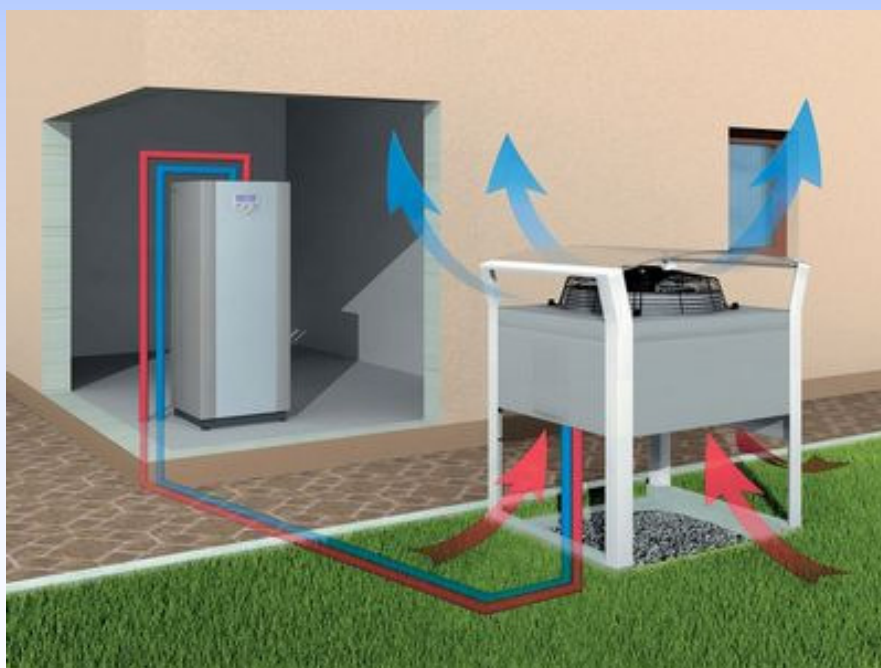
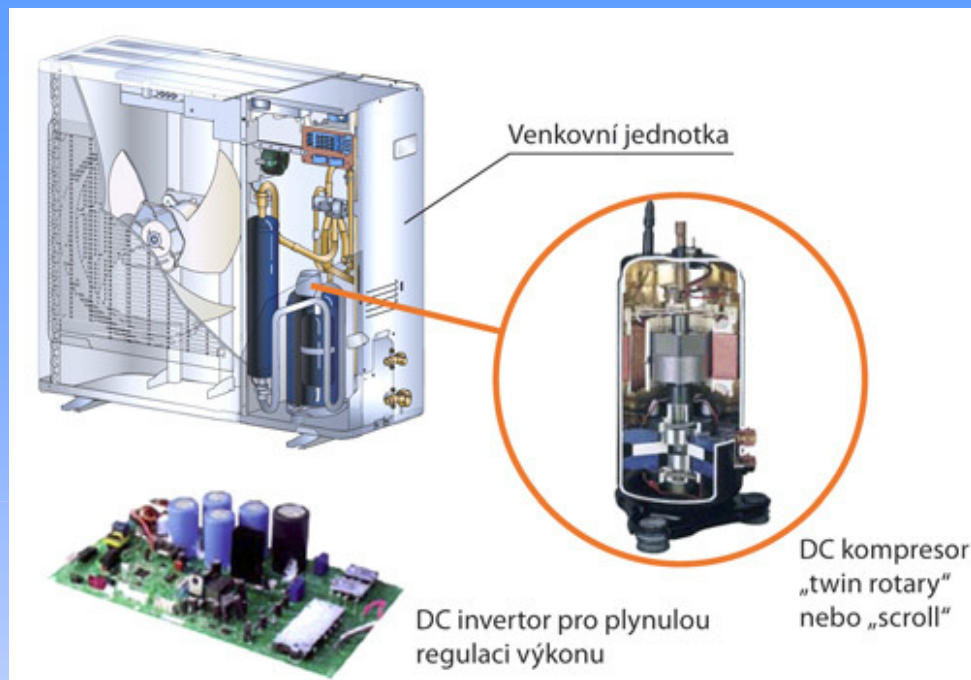
jako zdroj povrchové vody lze využít vody z vodních toků, vody z různých přírodních i umělých vodních nádrží, průsaků přes hráze přehrad apod.



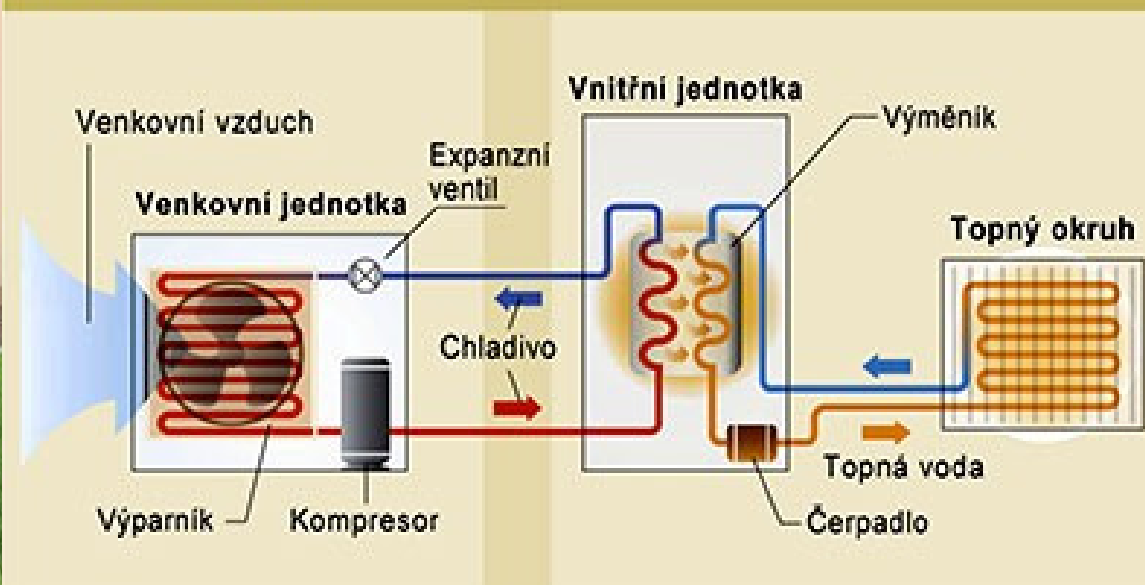
Energie prostředí

3. Ze vzduchu

a) venkovní vzduch - pracují poměrně efektivně i v mrazech (do -20°C)

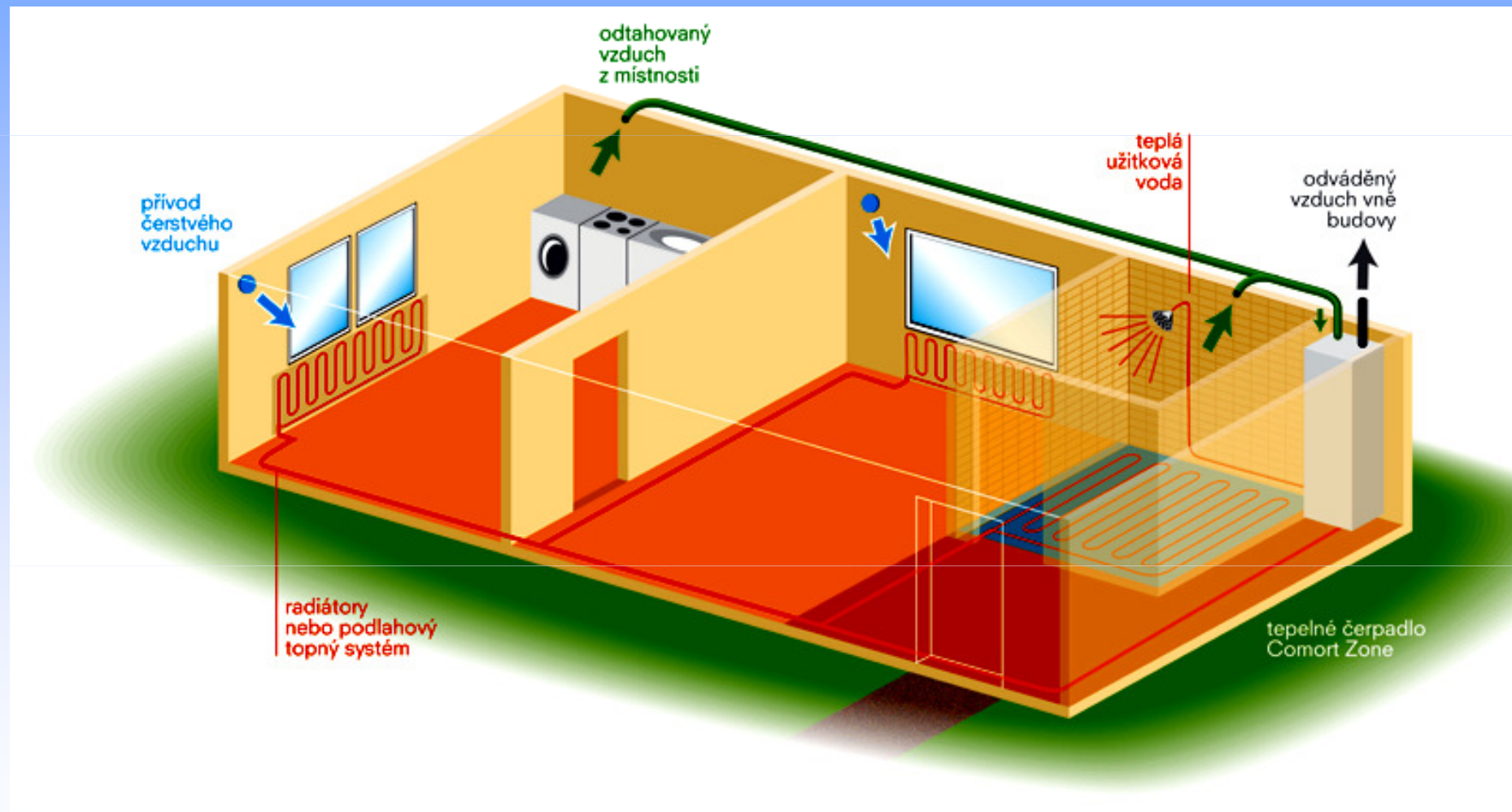


alfea S (SPLIT)



Energie prostředí

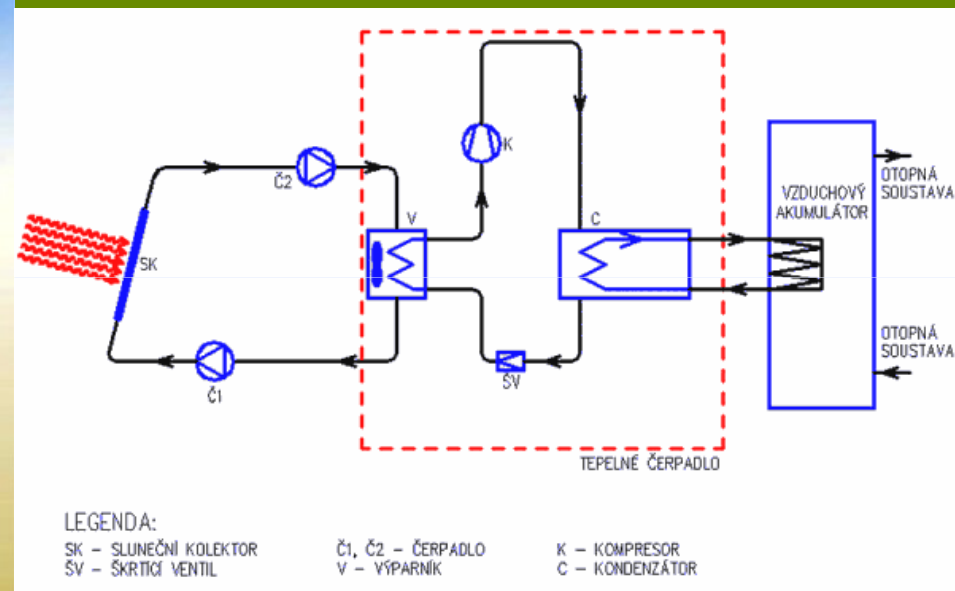
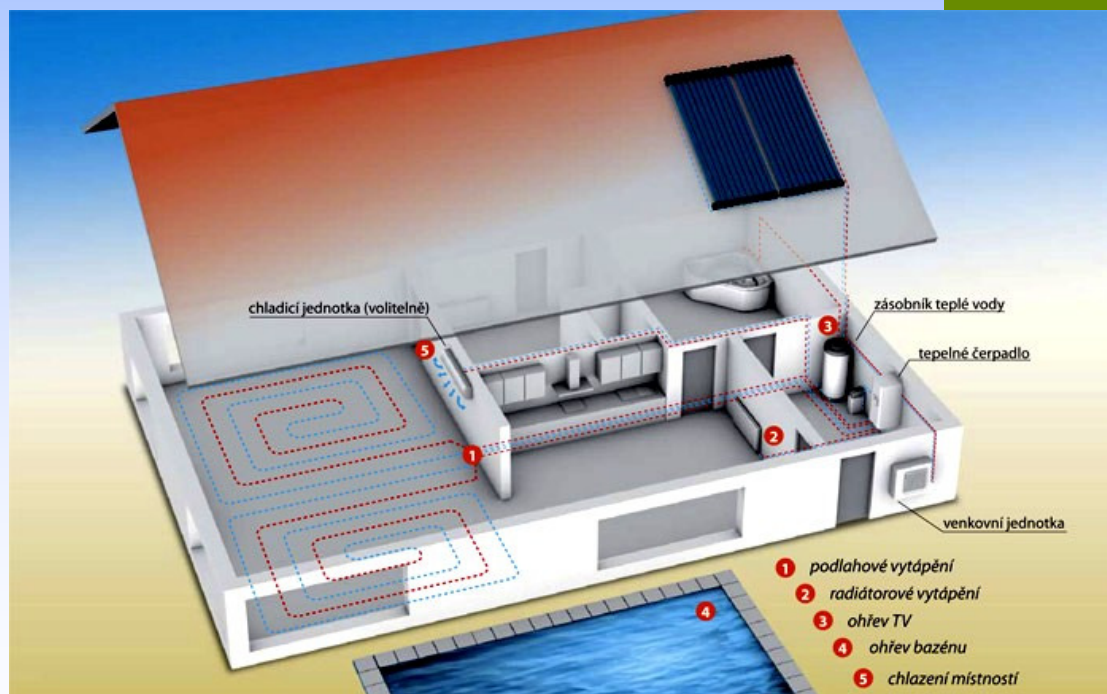
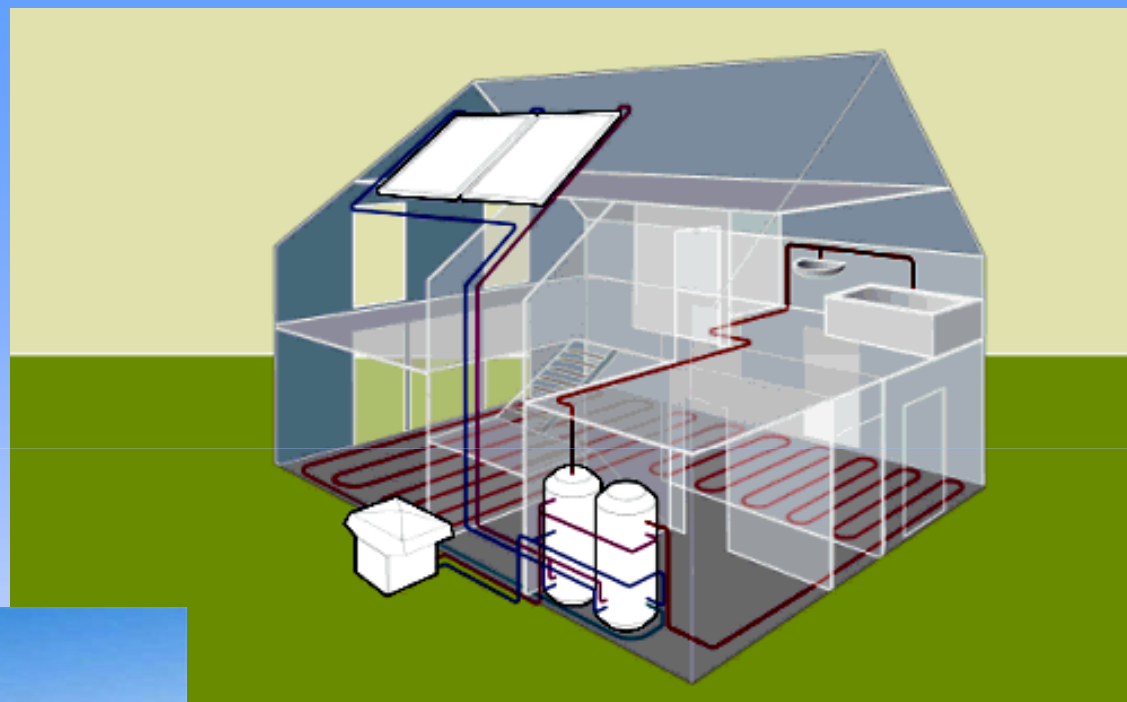
b) odpadní vzduch - využívá odpadního tepla z technologických procesů a větrání.



Energie prostředí

4. Vzájemná kombinace uvedených způsobů

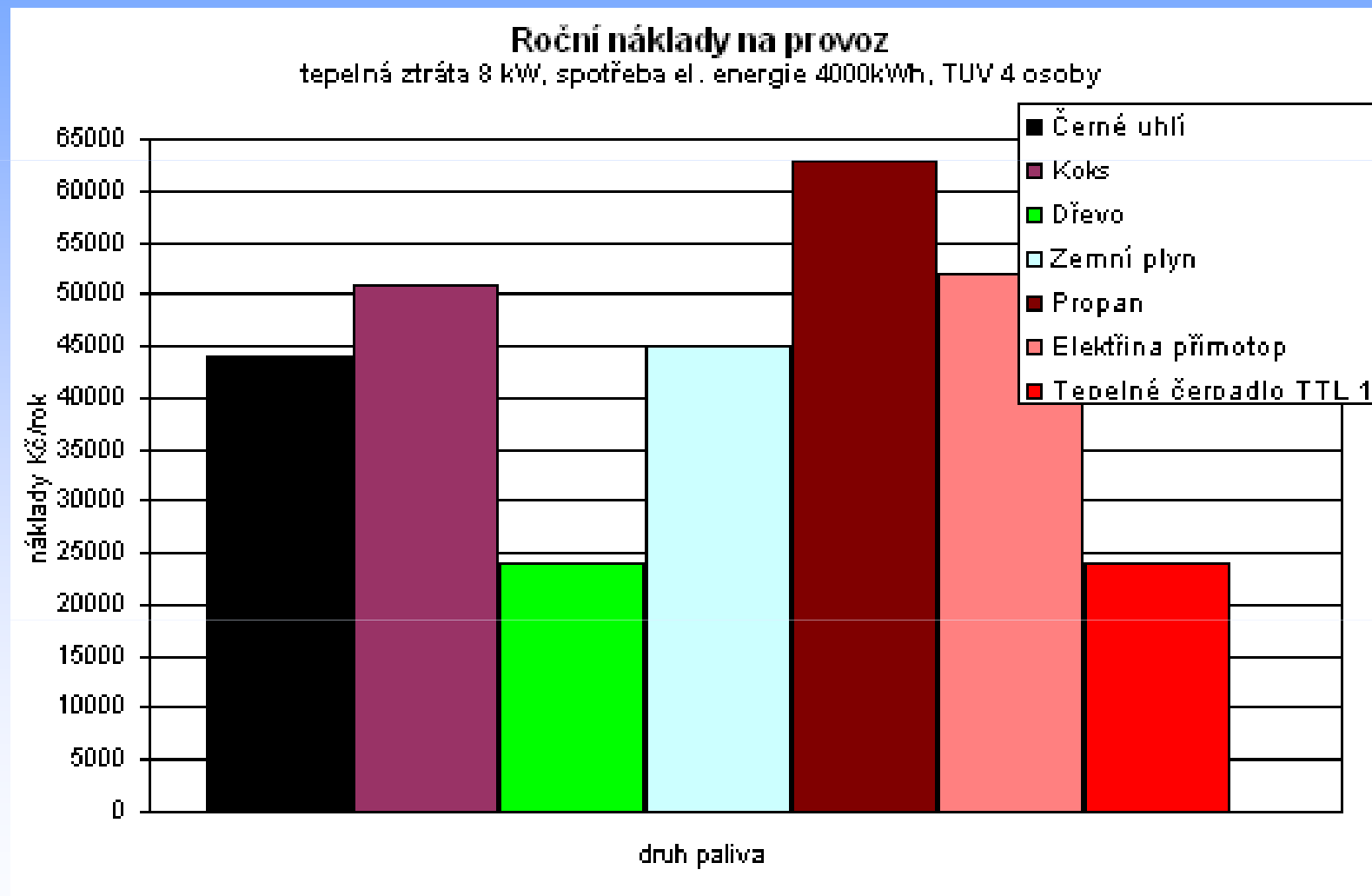
5. Ostatní - sluneční kolektory lze použít jako doplňkový zdroj tepla pro tepelné čerpadlo



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Energie prostředí

Porovnání ročních nákladů na provoz různých zdrojů energie



Zdroje:

Kolektiv: Velká kniha o energii. L.A. Consulting Agency, 2001

<http://www.ztcenergy.com/sluzby/geothermalni-energie/>

<http://www.engineeringnews.co.za/article/a-new-addition-to-the-big-four-of-renewable-energy-2009-05-15>

<http://kamenet.cz/islandgt.htm>

<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/geothermalni-energie.html>

<http://geoheat.oit.edu/pdf/bulletin/bi037.pdf>

www.bbc.co.uk/.../mainselectricityrev5.shtm

www.hrote.hr/.../Learn/Renewable/Geothermal.aspx