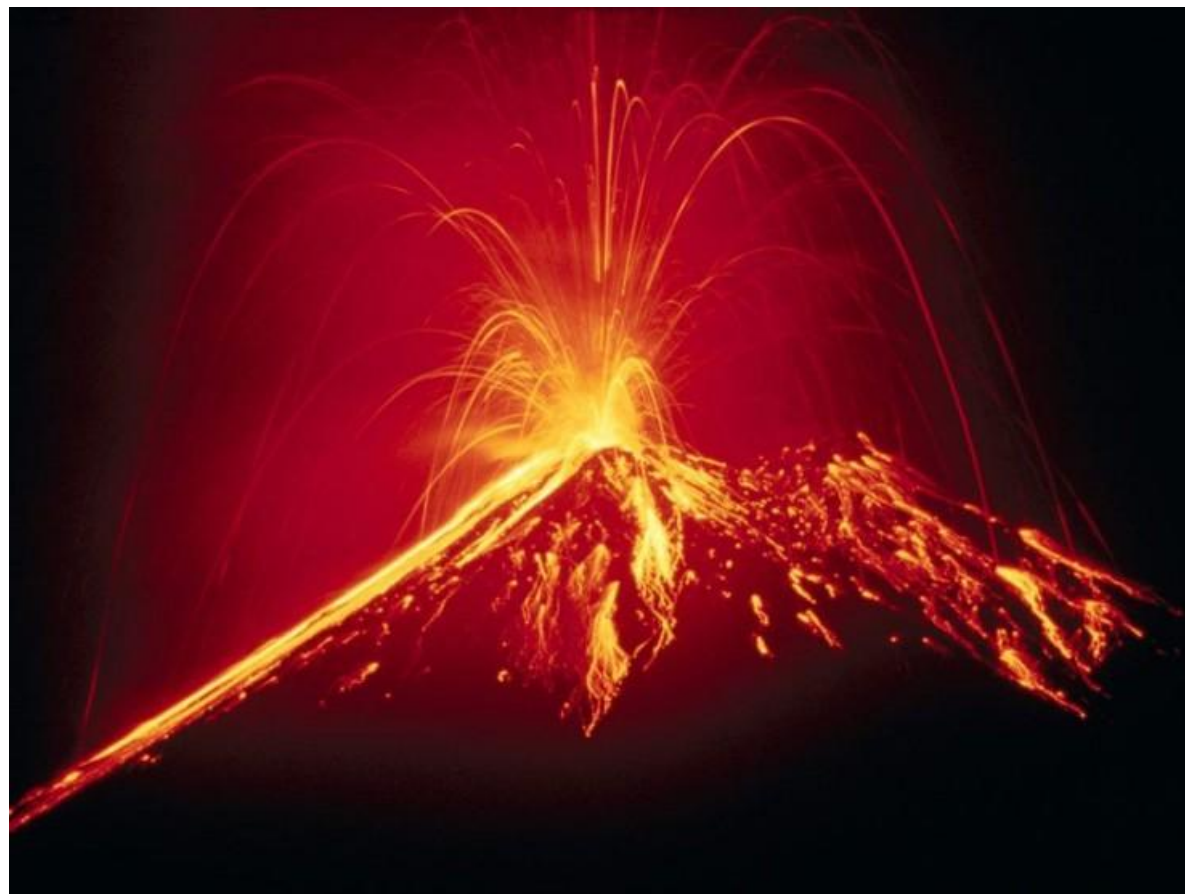
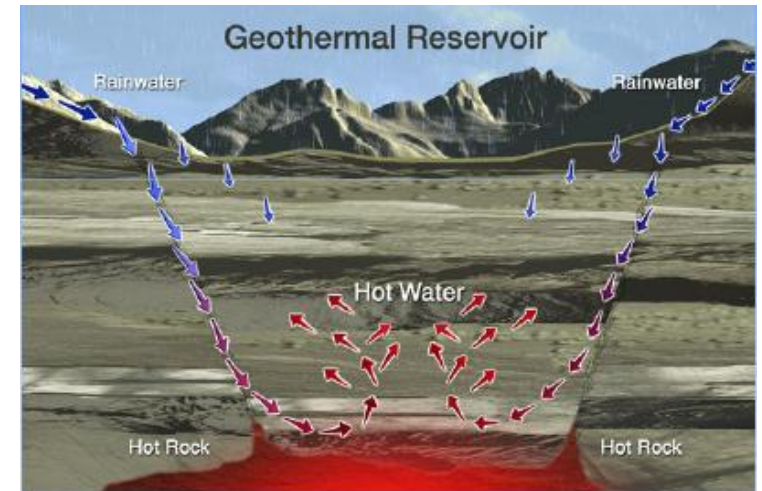
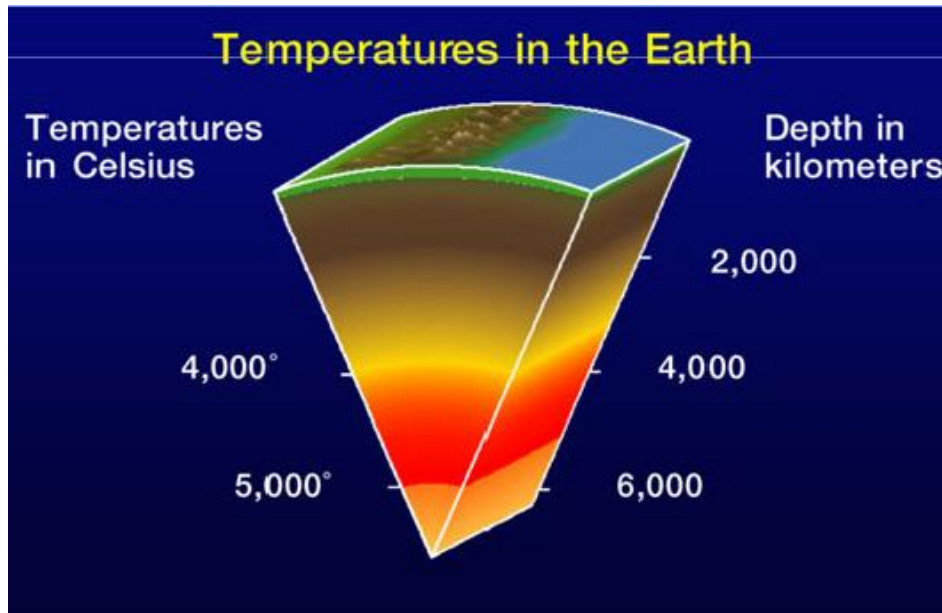


Geotermální energie

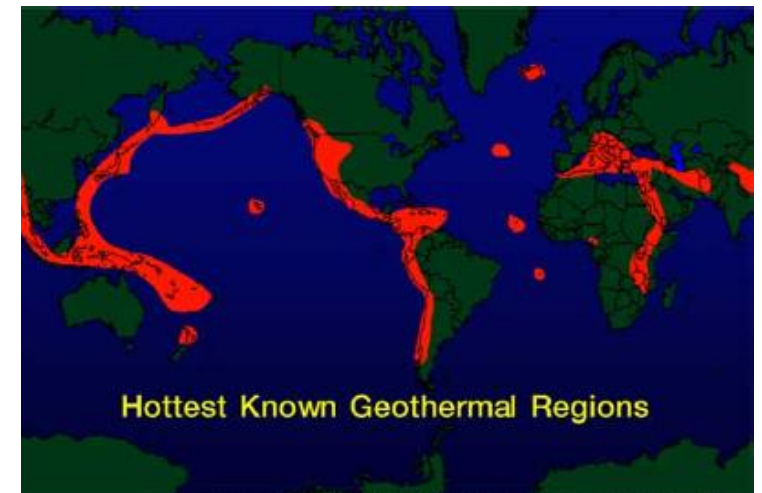


Energie z hlubin

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.



Druhy geotermální energie

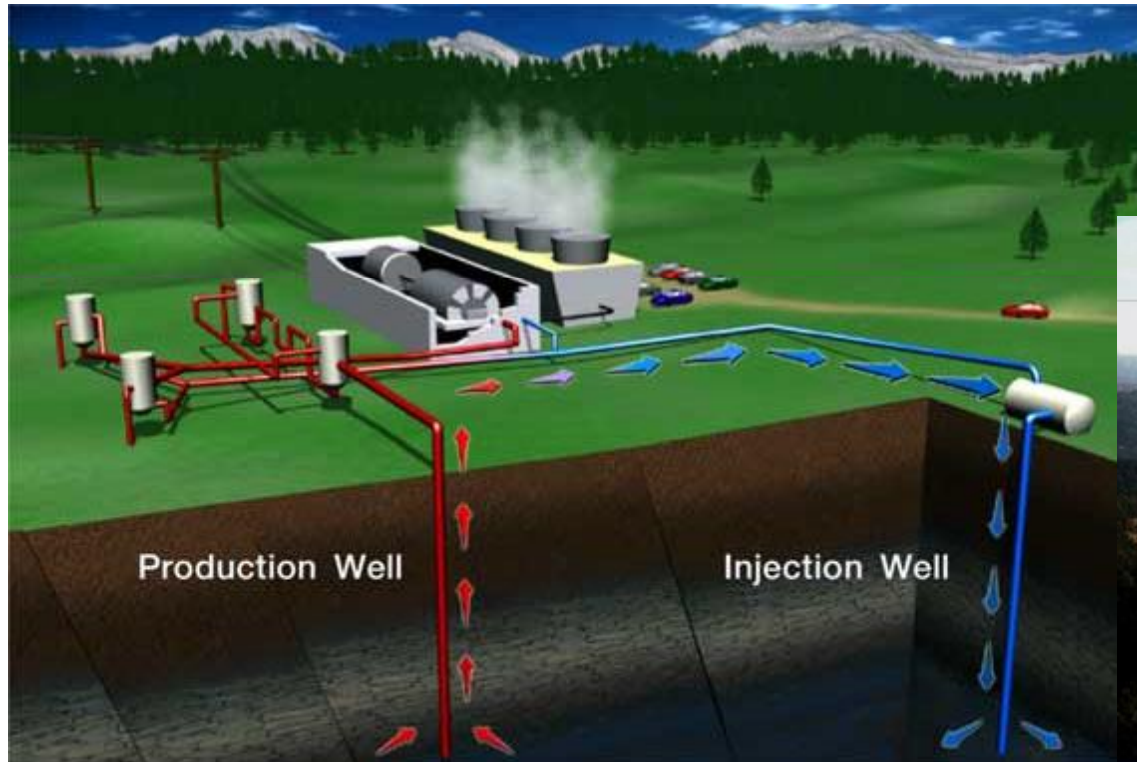
Nízkoteplotní zdroje – desítky a stovky metrů pod povrchem, teploty do 150 °C, vytápění, tepelná čerpadla

Středně teplé zdroje – teploty 150 – 200 °C, využívají se jak pro vytápění budov, tak 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 navrtných sond a sběrného potrubí se odvádí pára pod přirozeným tlakem až 10 Mpa a teplotou 200 až 250 °C.

Zatím největší geotermální elektrárna světa The Geysers s 20 bloky o výkonu 1,224 MW. Pracuje již 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, Karibská oblast,
Filipíny, Nový Zéland

Výkony: 10 až 60 MW

Tento typ elektráren je
nejběžnější.



Geotermální elektrárna na mokrou páru
East Mesa v Kalifornii.

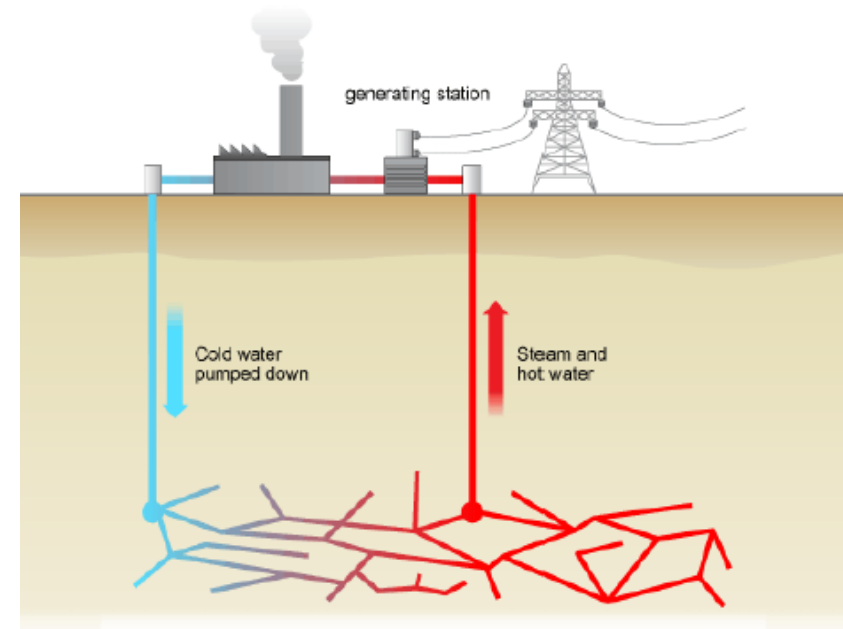
Geotermální elektrárny ostatní

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)

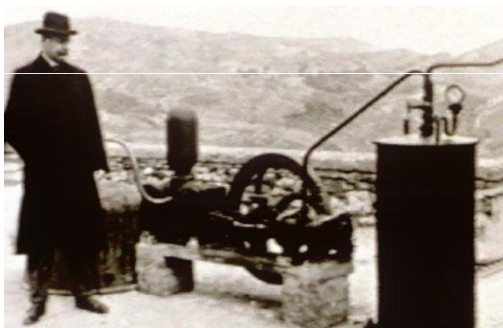


Do jednoho až dvou vrtů (hloubka až 8 km) se vhání voda, která se ohřeje až na 150 °C a jako mokrá pára se čerpá na povrch.

Největší geotermální elektrárny

Celkový instalovaný výkon geotermálních elektráren ve světě se počítá přibližně 8 GW

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



V roce 1904 objevil Piero Ginori Conti v Italském Larderellu princip geotermální elektrárny.

Další využití geotermální energie

Zimní koupel v Modré laguně

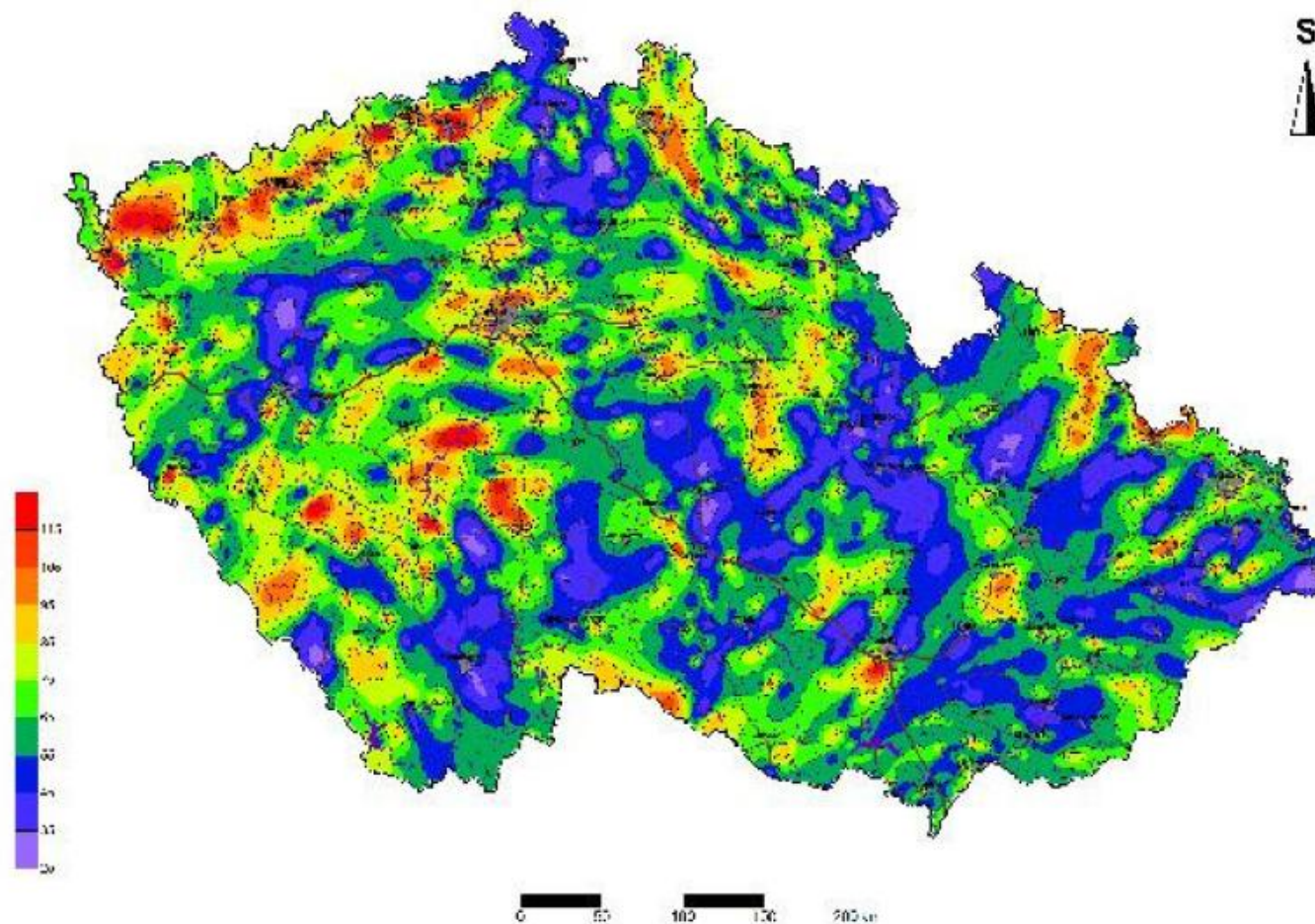


Reykjavik v roce 1932 vytápěný fosilními palivy a v současnosti při vytápění podzemní vodou o teplotě 80 °C.



Geotermální energie v ČR

Současné využívání GE na Děčínsku a Liberecku



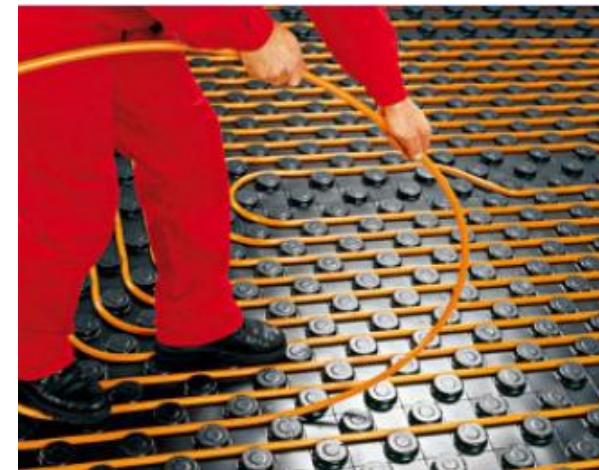
Tepelná čerpadla

- 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), převádí ho na vyšší teplotní hladinu (cca 55 °C) a následně umožňují 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 ohříváče vody

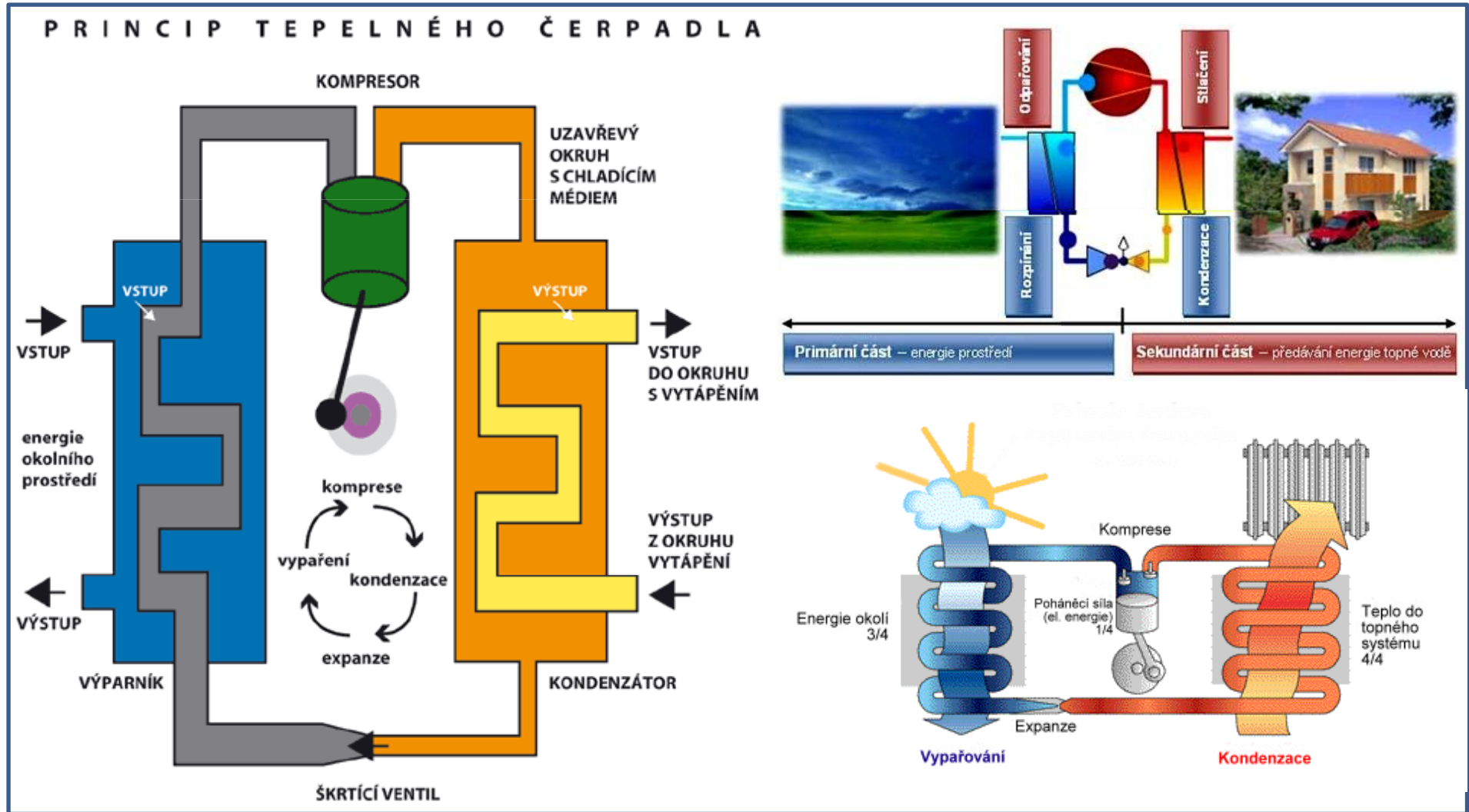
Princip funkce tepelná čerpadla

- 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 kondenzuje. 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.

- Tepelná čerpadla se vyrábějí do 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 – 400 000 Kč na rodinný dům); složitější instalace a nutnost zavést nízkoteplotní topnou soustavu – vhodné

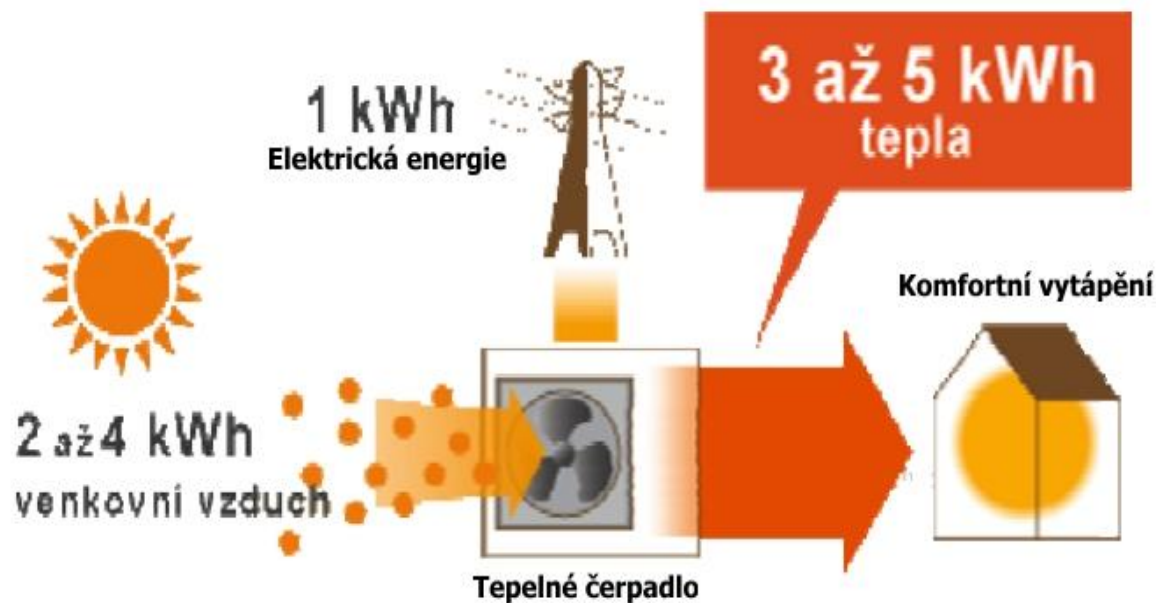


Energie prostředí



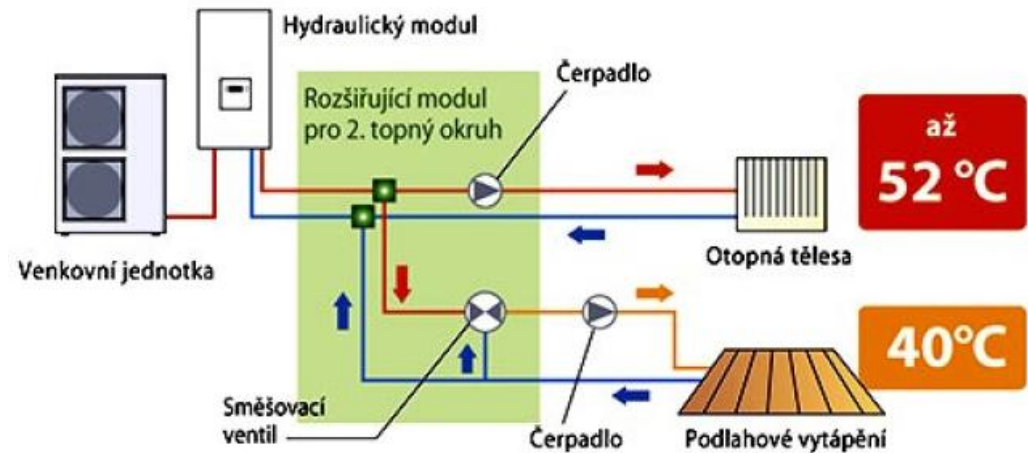
Tepelný výkon, spotřeba elektřiny a topný faktor

- Tepelný výkon TČ je dán součtem energie odebírané z okolního prostředí (ze země, vody nebo vzduchu) a elektrická energie dodané pro pohon kompresoru
- Topný faktor slouží k porovnání efektivity provozu jednotlivých tepelných čer.
- 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



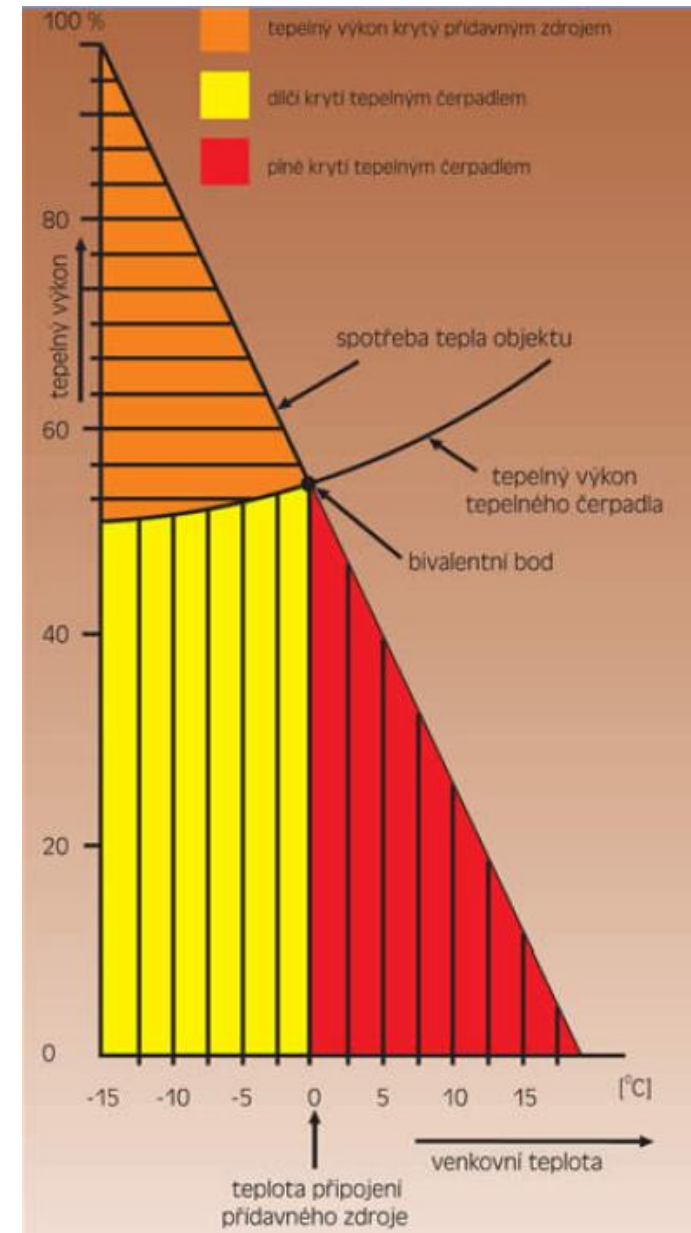
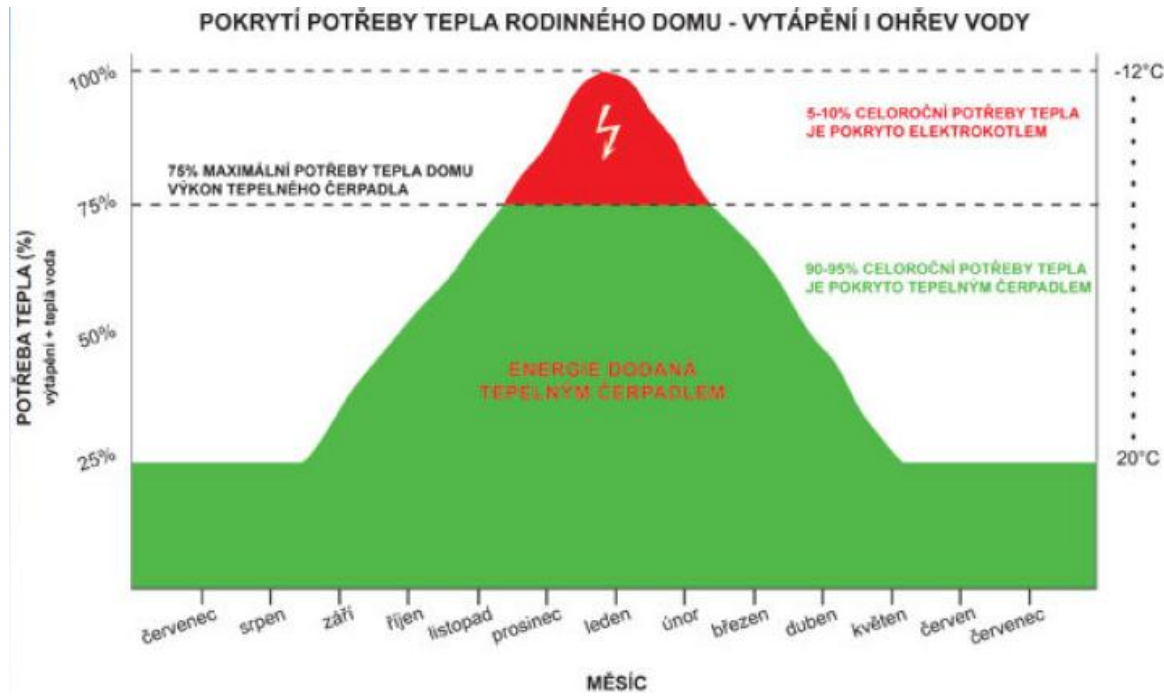
Topný faktor příznivě ovlivňují následující skutečnosti

- 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 teponosné 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.

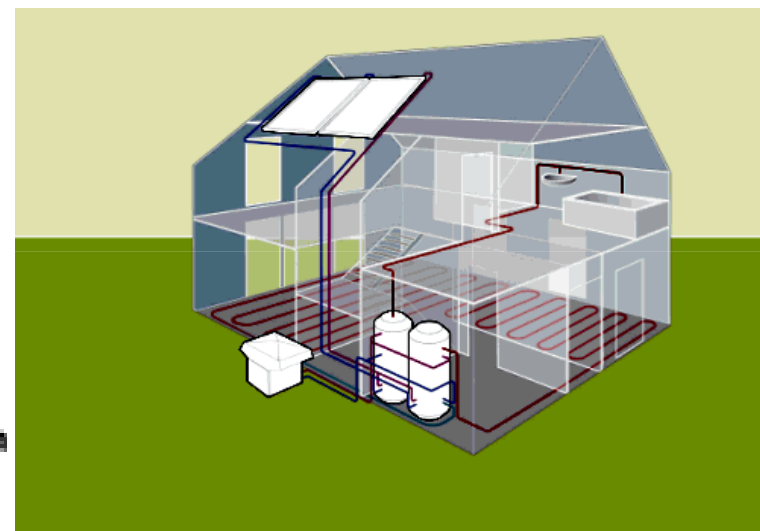
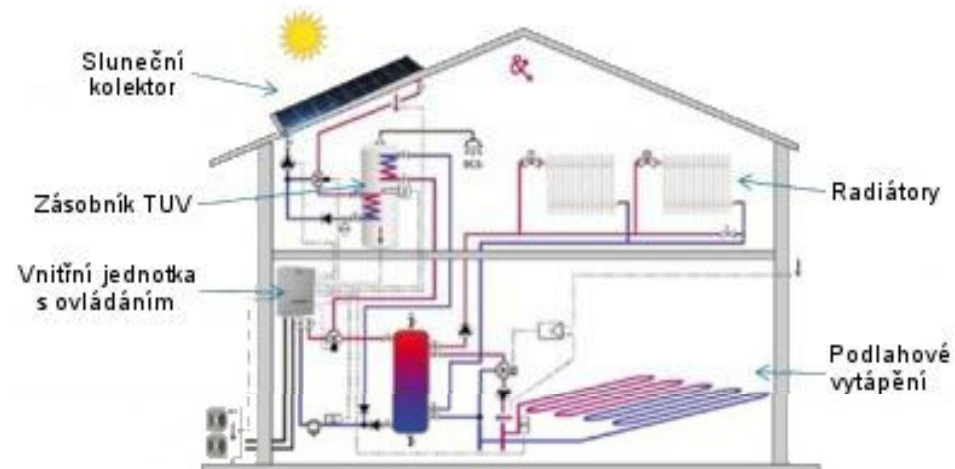
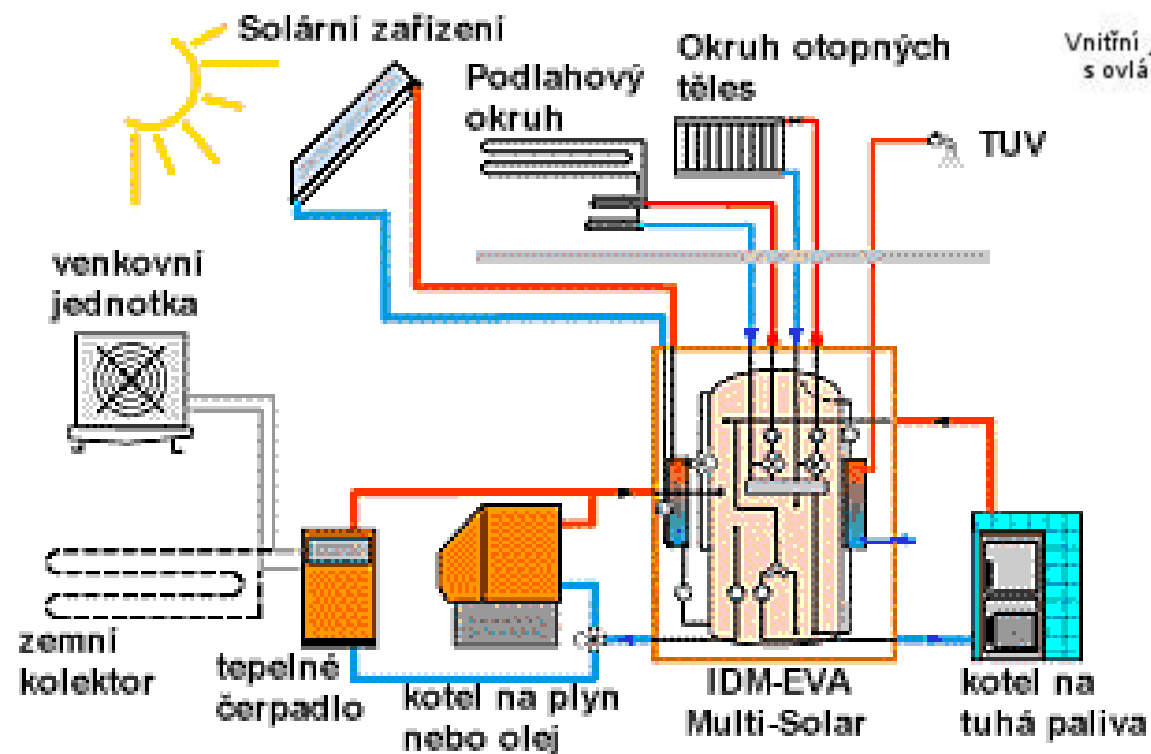


- Kombinace tepelného čerpadla s druhým, který je v provozu pouze při nízkých venkovních teplotách, se nazývá bivalentní zapojení
- Nejčastěji se jako druhý zdroj používá elektrokotel nebo plynový kotel
- Mnoho moderních tepelných čerpadel má v sobě elektrokotel vestavěný, takže nevyžaduje žádné další 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. bivalence)
- Při nižších teplotách dochází k automatickému sepnutí druhého zdroje tepla

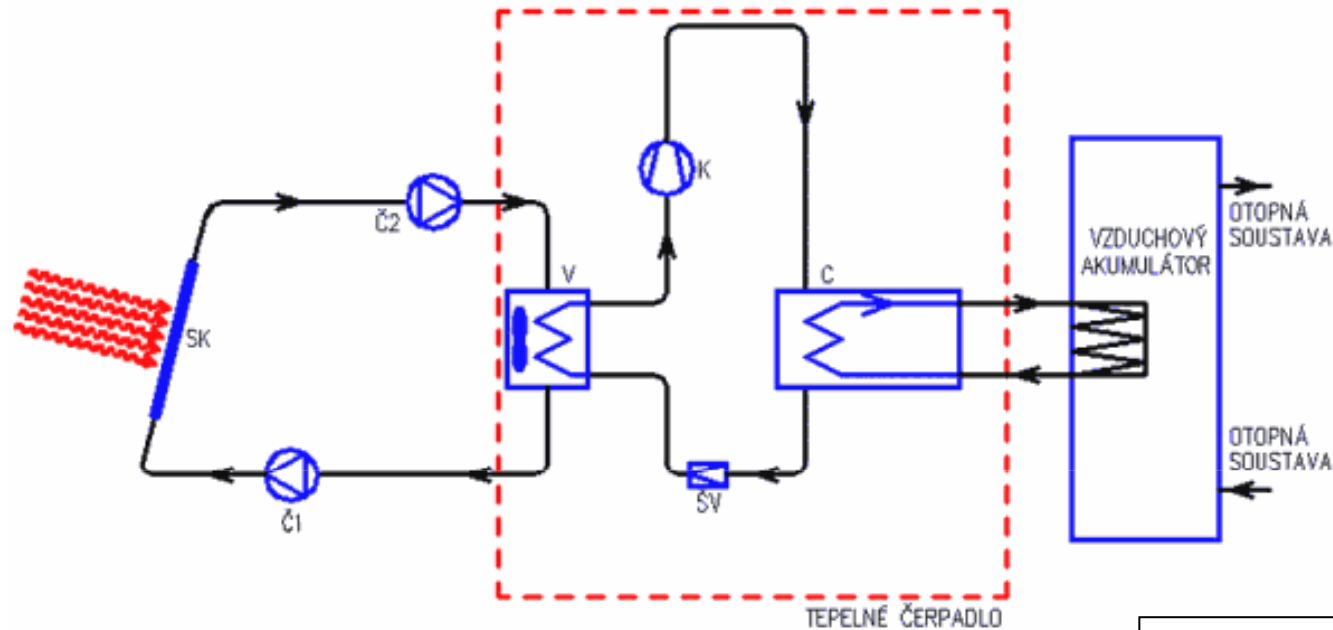
Pokrytí potřeby tepla při bivalentním zapojení



Bivalentní systémy



V kombinovaném systému se při poklesu teploty pod teplotou 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.



LEGENDA:

SK - SLUNEČNÍ KOLEKTOR
SV - ŠKRTIČÍ VENTIL

Č1, Č2 - ČERPADLO
V - VÝPARNÍK

K - KOMPRESOR
C - KONDENZÁTOR

Zjednodušené technologické schéma
kombinovaného systému

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.)
- 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**

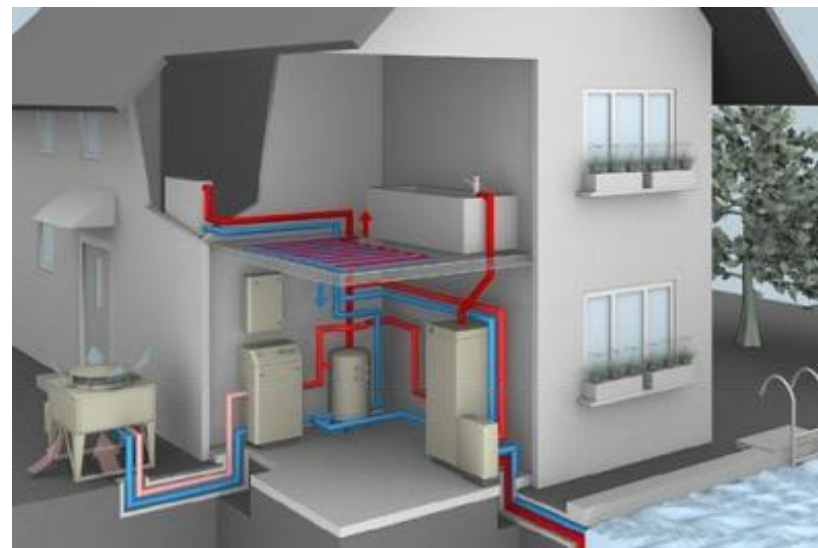
TČ vzduch – voda

Výhody:

- Jednoduchá a relativně levná instalace
- 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

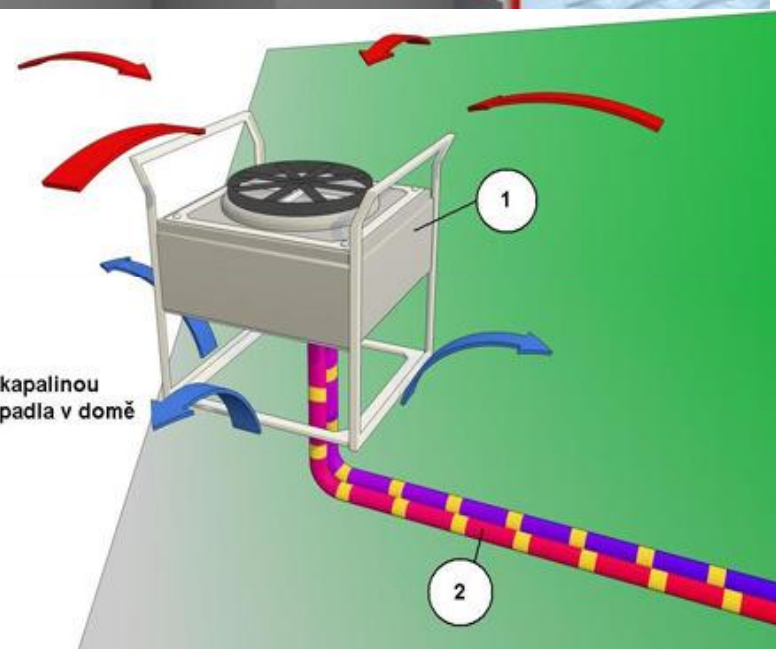
Nevýhody:

- Možnost zvýšeného hluku v těsném okolí venkovní části
- Zabírá místo na zahradě domu



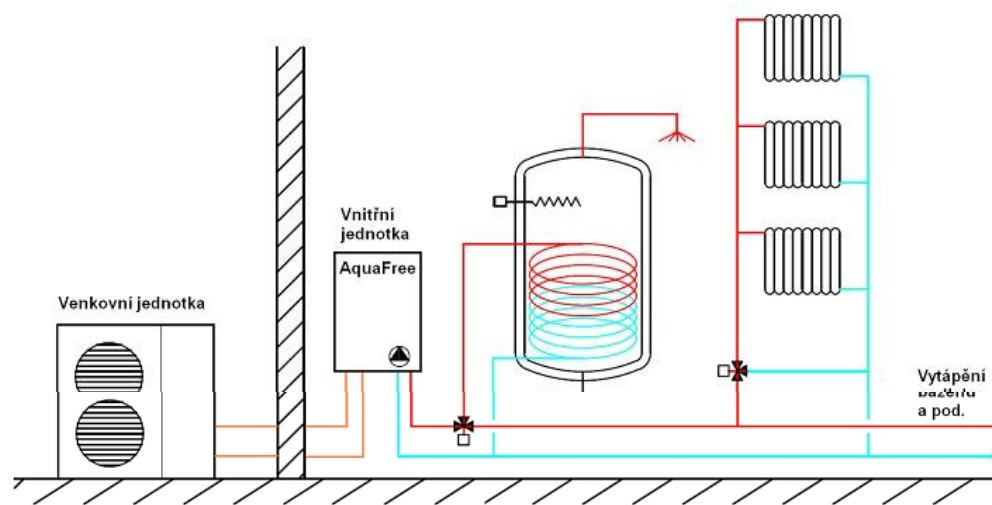
Legenda:

- 1 - výparník
- 2 - kolektor s nemrznoucí kapalinou proudící do tepelného čerpadla v domě



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

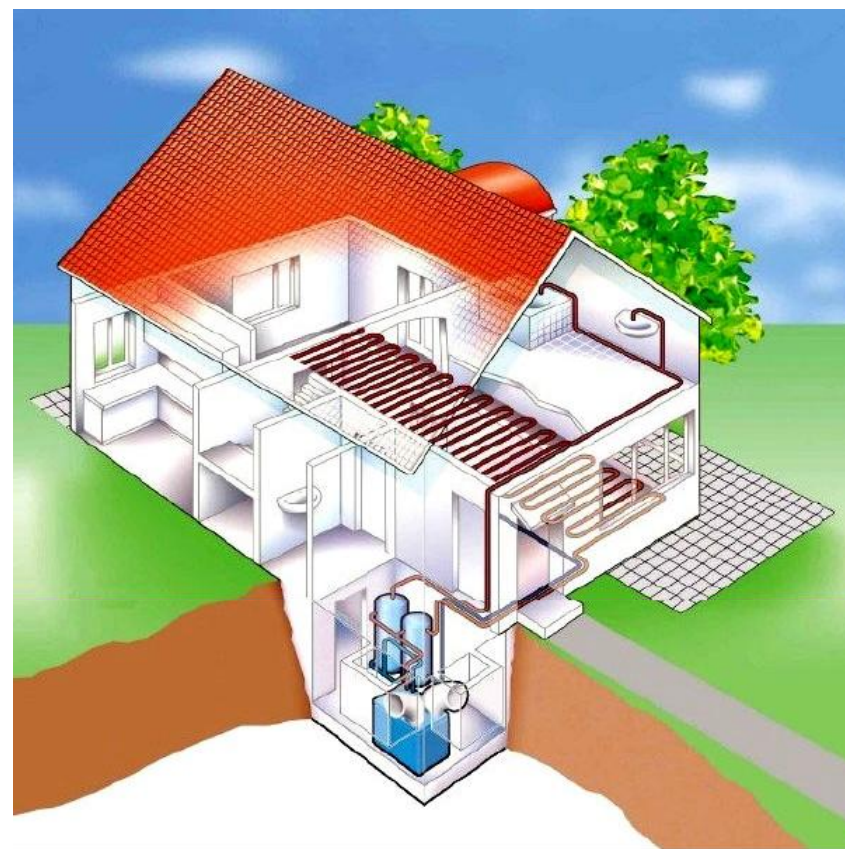
a) Samostatná venkovní a vnitřní jednotka



b) Kompaktní venkovní provedení



c) Kompaktní vnitřní provedení



TČ zem – voda

A.Kolektor - voda

Výhody:

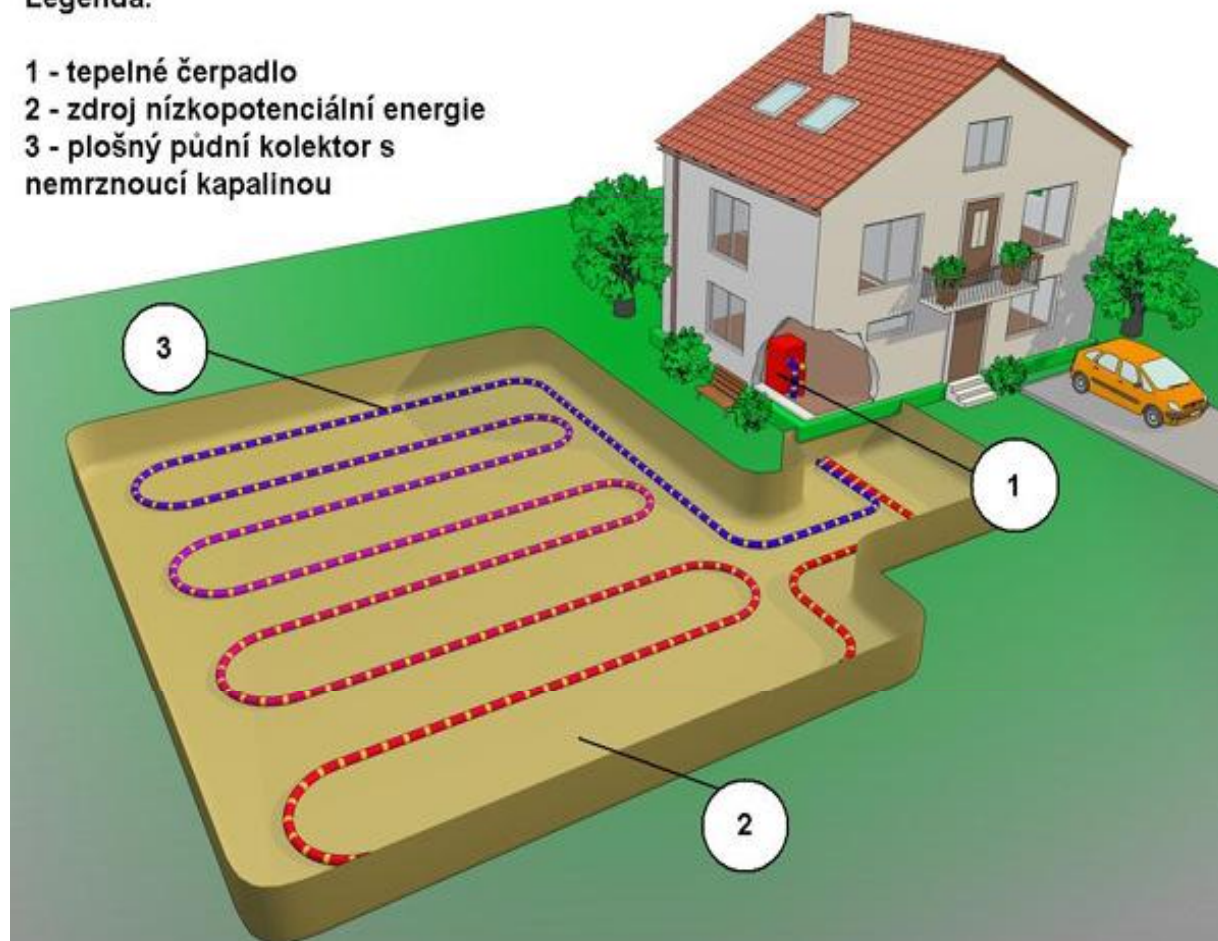
- Stabilní výkon málo závislý na venkovní teplotě
- Bez rušivých prvků na zahradě
- Dlouhá životnost

Nevýhody:

- Omezení pozemku zestavěnosti
- Možnost „vychlazení“ zeminy

Legenda:

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



B. Vrt - voda

Výhody:

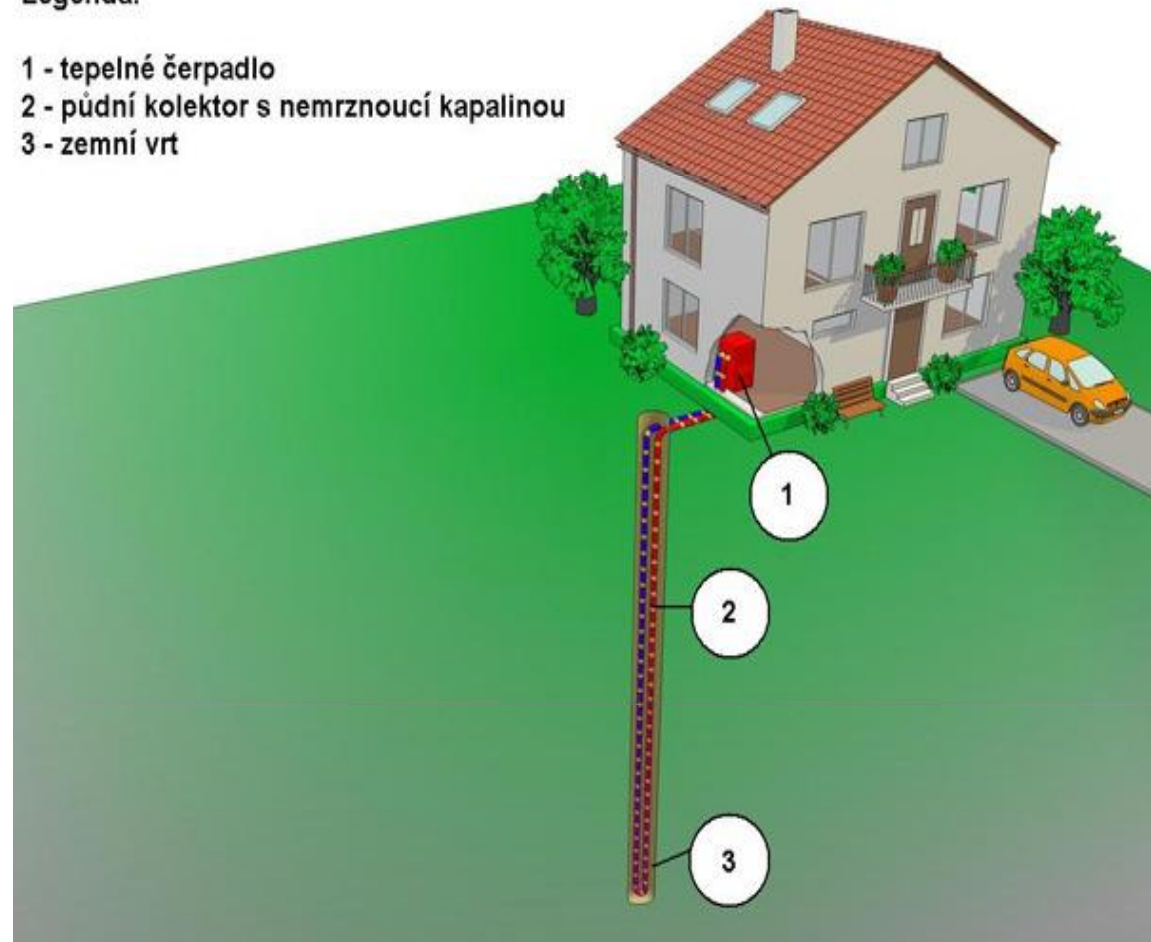
- Stabilní výkon nezávislý na venkovní teplotě
- Konstatní teplota geotermálních vrtů (8 až 12 °C)
- Žádný rušivý prvek na zahradě
- Dlouhá životnost

Nevýhody:

- Vyšší pořizovací cena
- Velký stavební zásah u domu při hloubení vrtu
- Nutné povolení vodohospodářského ústavu
- Možnost „vychlazení“ zeminy

Legenda:

- 1 - tepelné čerpadlo
- 2 - půdní kolektor s nemrznoucí kapalinou
- 3 - zemní vrt



TČ voda – voda

A.Studna - voda

Výhody:

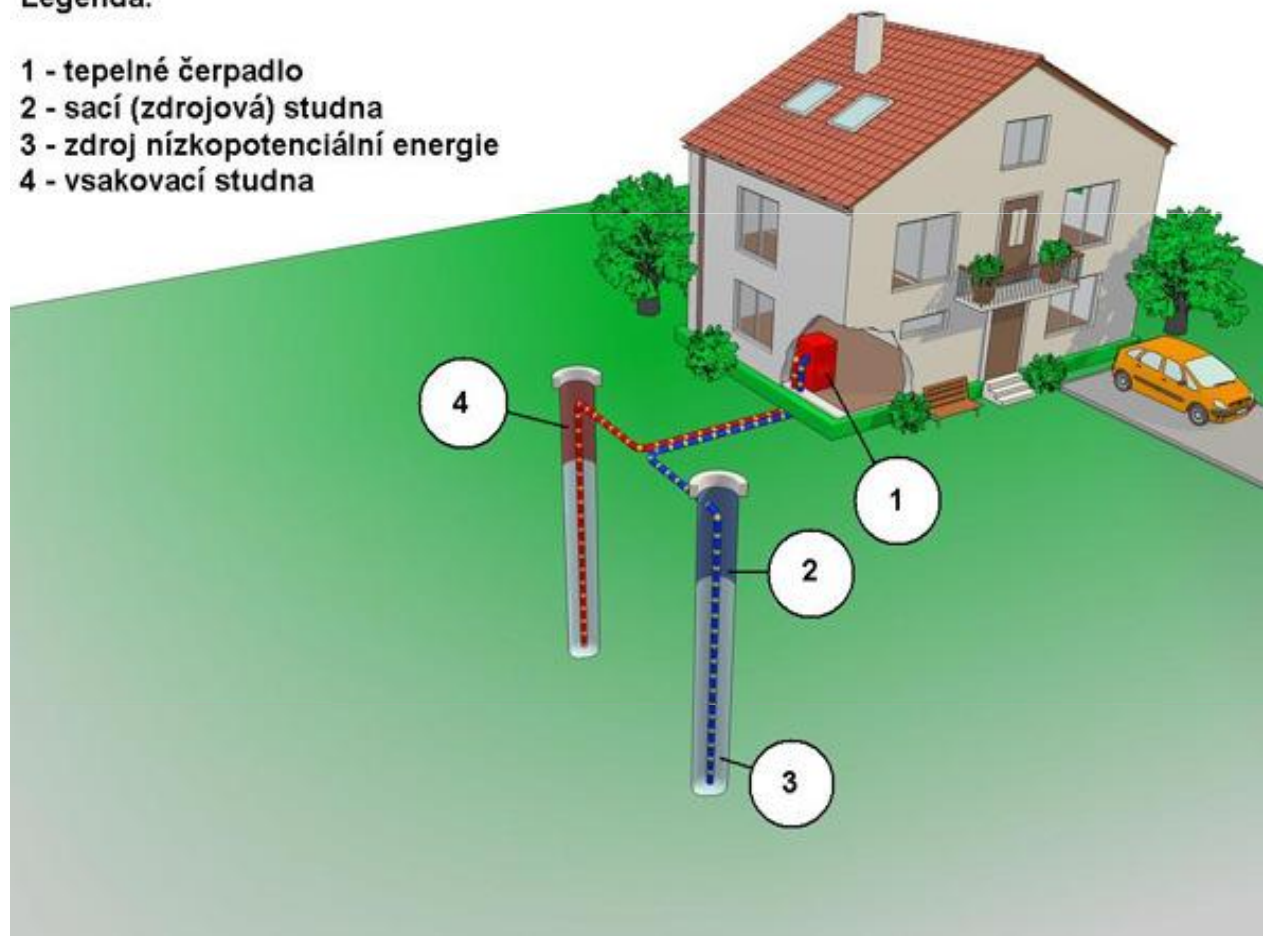
- Stabilní výkon nezávislý na venkovní teplotě
- Vysoká efektivita provozu

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



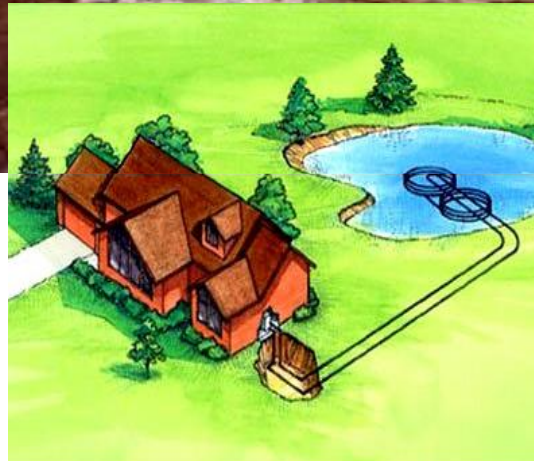
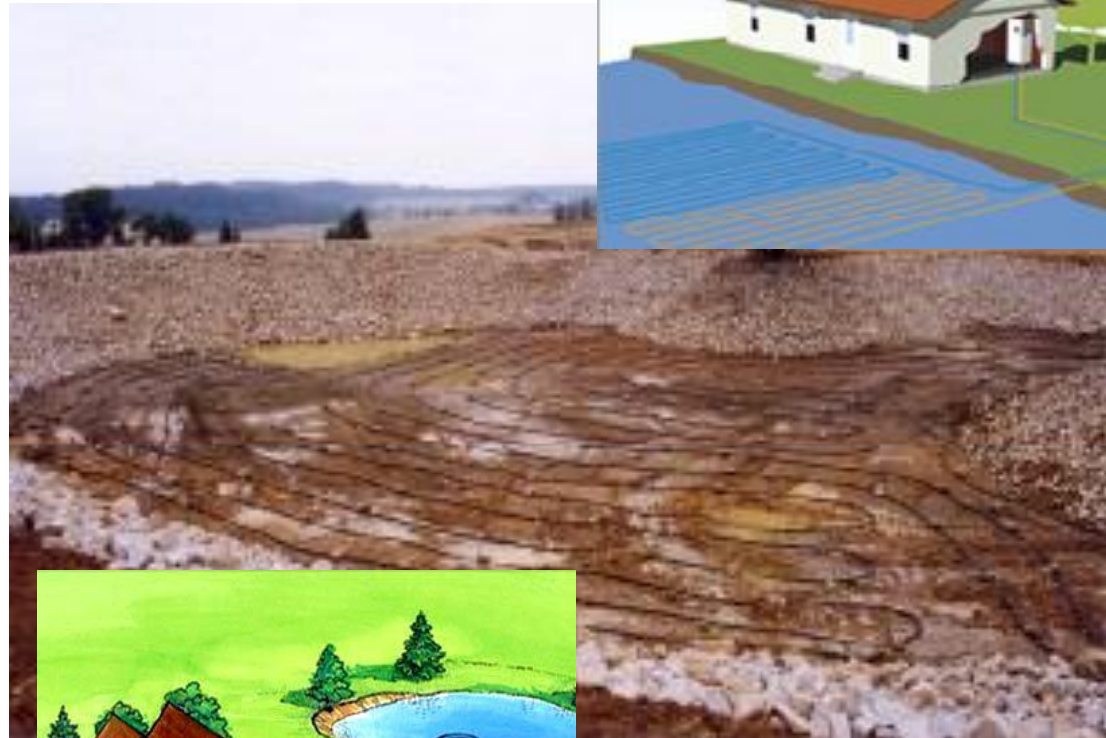
B. Povrchová voda (řeka, rybník) - voda

Výhody:

- Velmi nízké náklady na
- Konstatní teplota geotermálních vrtů (8 až 12 °C)
- Žádný rušivý prvek na zahradě
- Dlouhá životnost

Nevýhody:

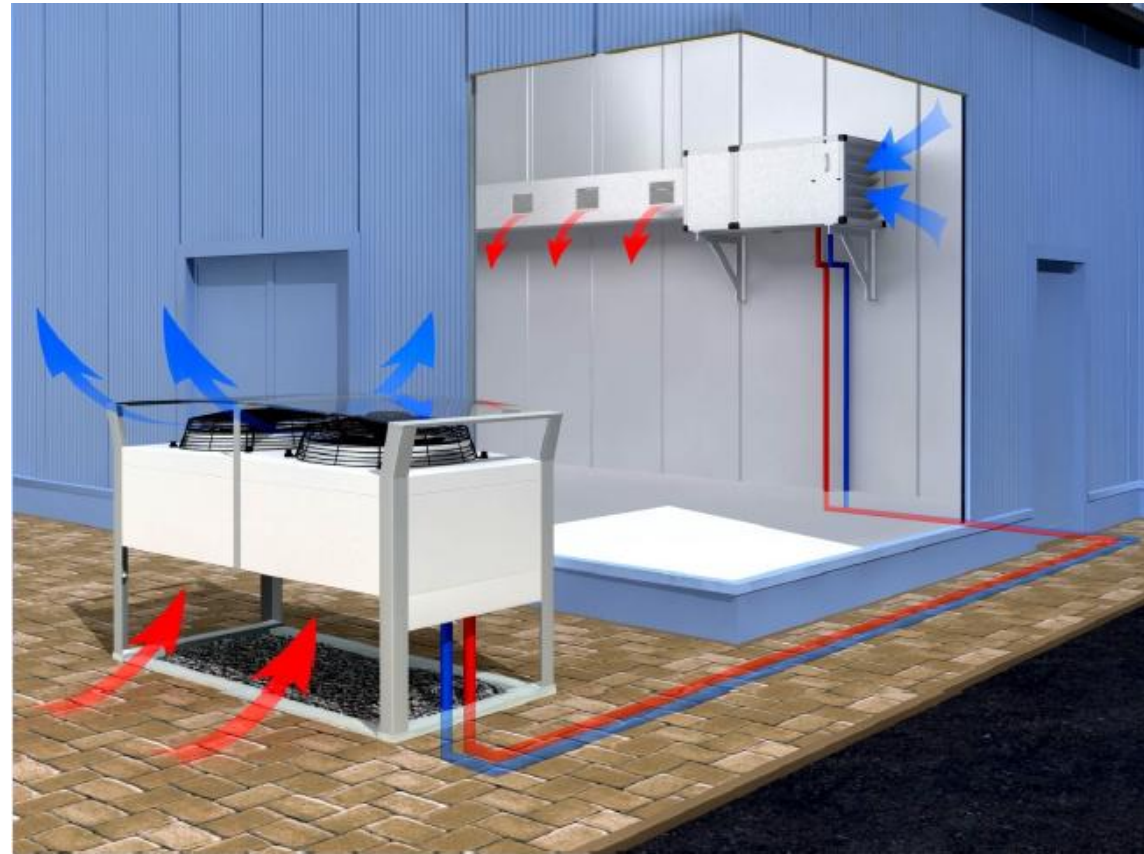
- Vyšší pořizovací cena
- Velký stavební zásah u domu při hloubení vrtu
- Nutné povolení vodohospodářského ústavu
- Možnost „vychlazení“ zeminy



TČ 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



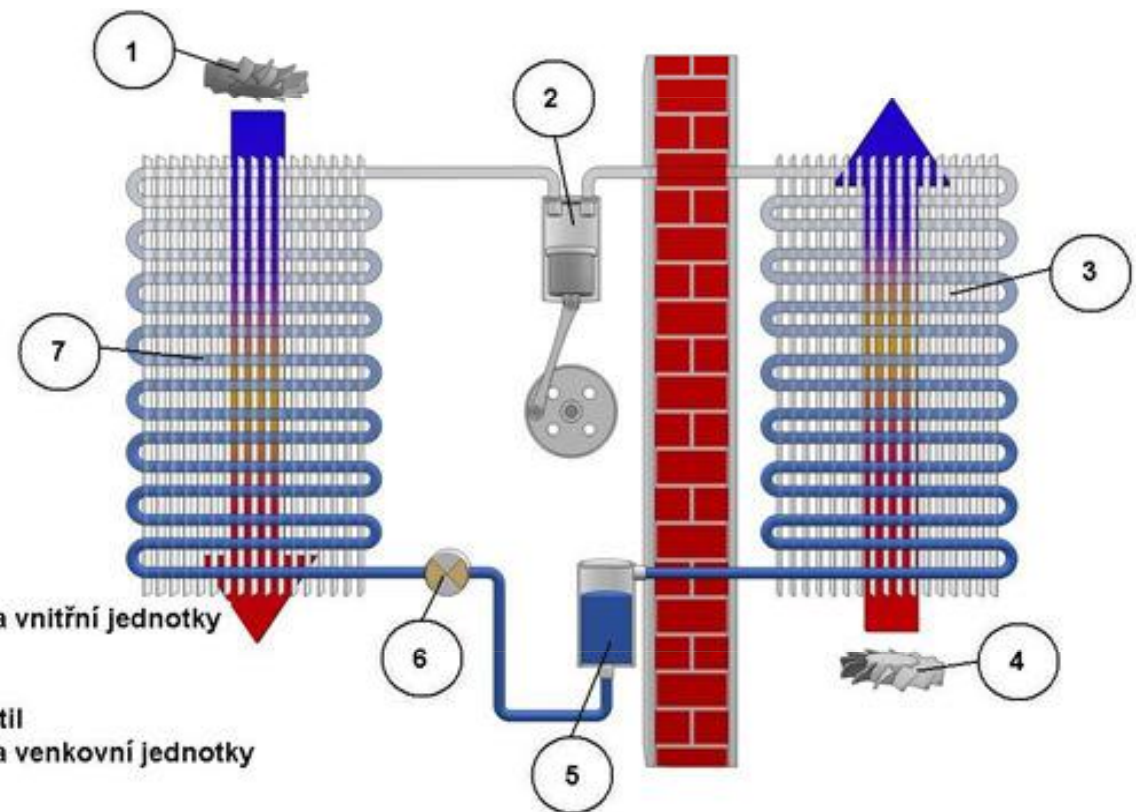
Nevýhody:

- Možnost zvýšeného hluku v těsném okolí venkovní části TČ
- TČ umístěné na zahradě domu má esteticky rušivý efekt

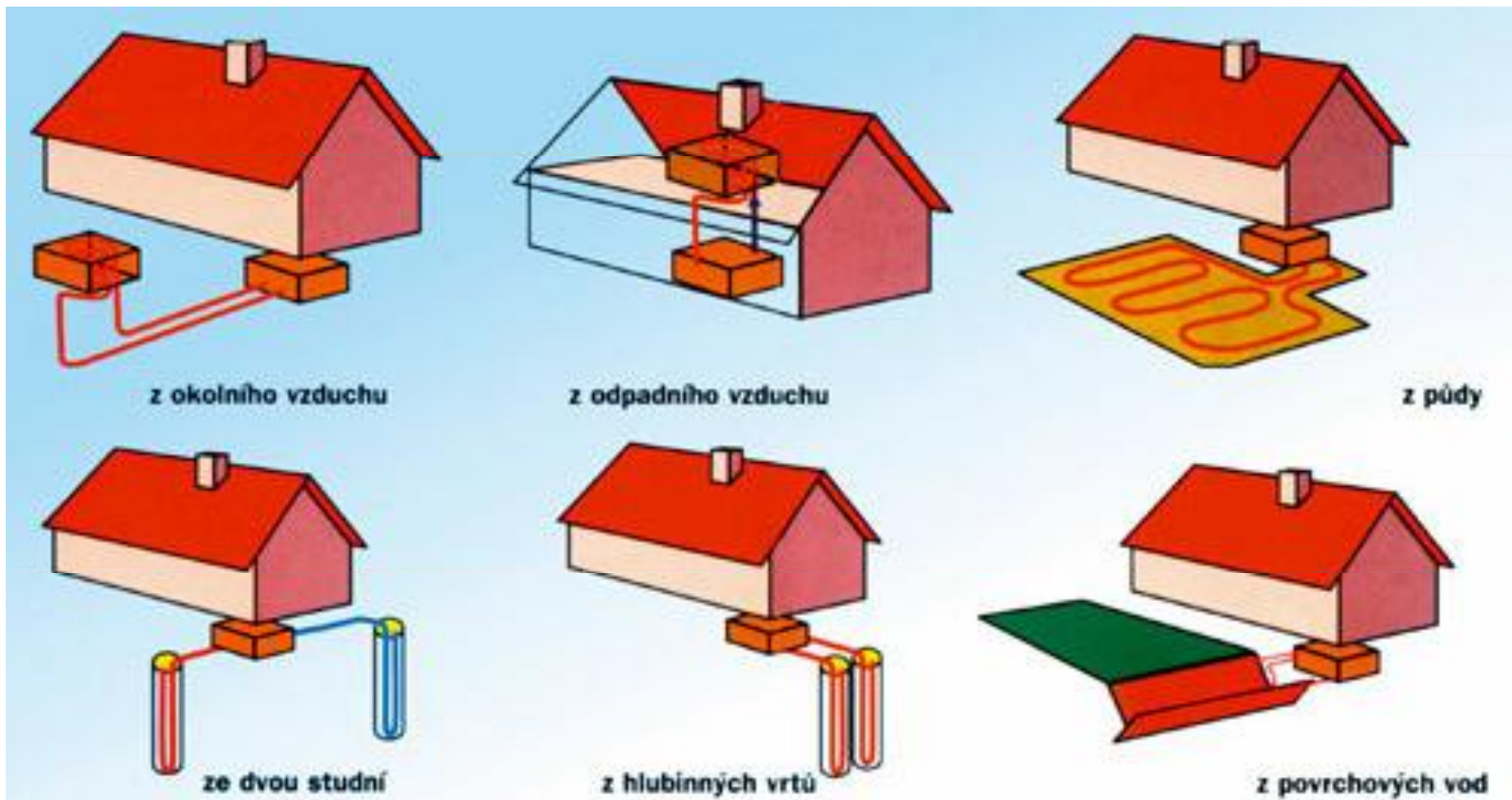
TČ vzduch – vzduch (klimatizace)

Výhody:

- Odpadá nutnost zavedení klasické topné soustavy
- Nízký příkon = nízká spotřeba elektřiny
- Velmi rychlá distribuce tepla, případně chladu
- Veškeré ovládání pomocí běžného dálkového ovladače
- Topí, chladí, odvlhčuje, větrá jako běžný ventilátor
- Možnost získat výhodnou sazbu na dodávku elektřiny
- Možnost dokonalé filtrace vnitřního vzduchu místnosti



Základní způsoby odběru tepla

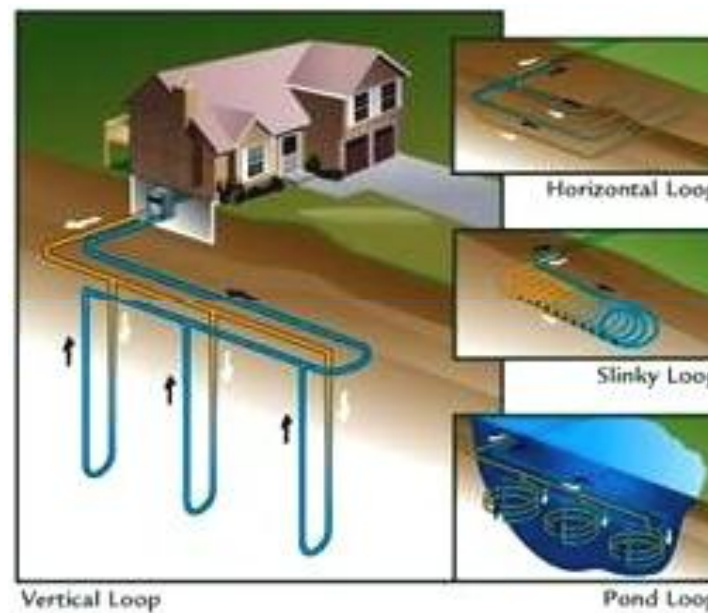


1. Ze Země

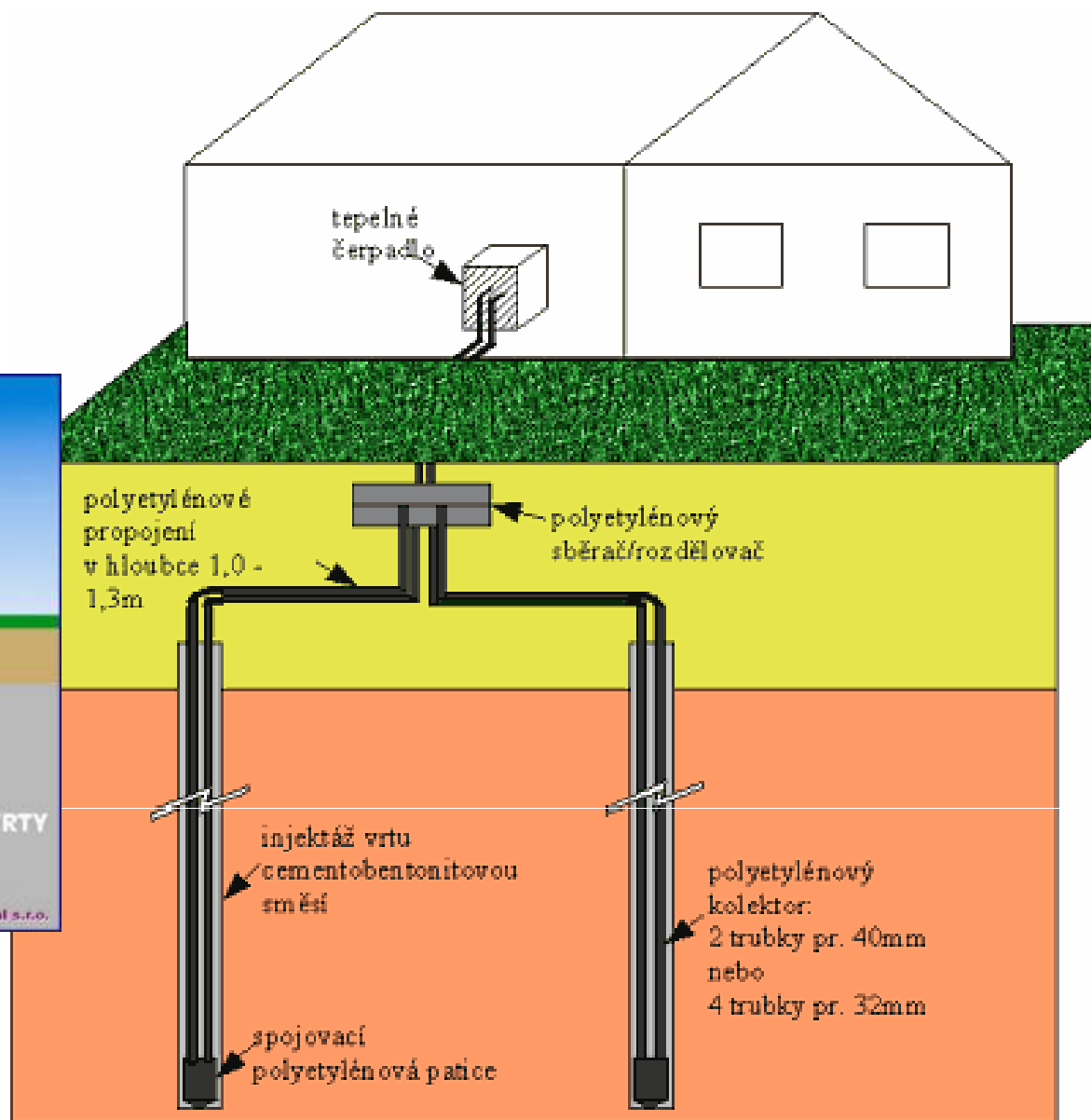
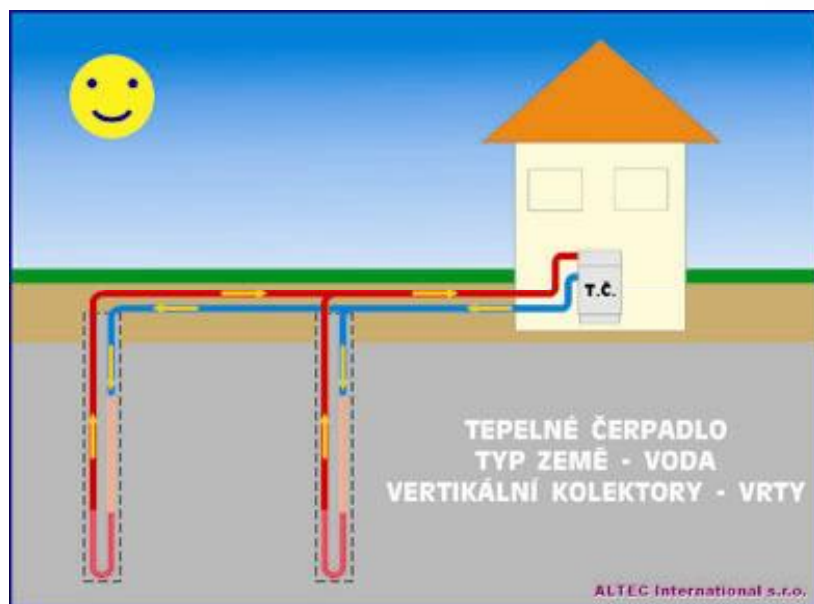
a) plošný kolektor (horizontální, vertikální, speciální (tzv. slinky))



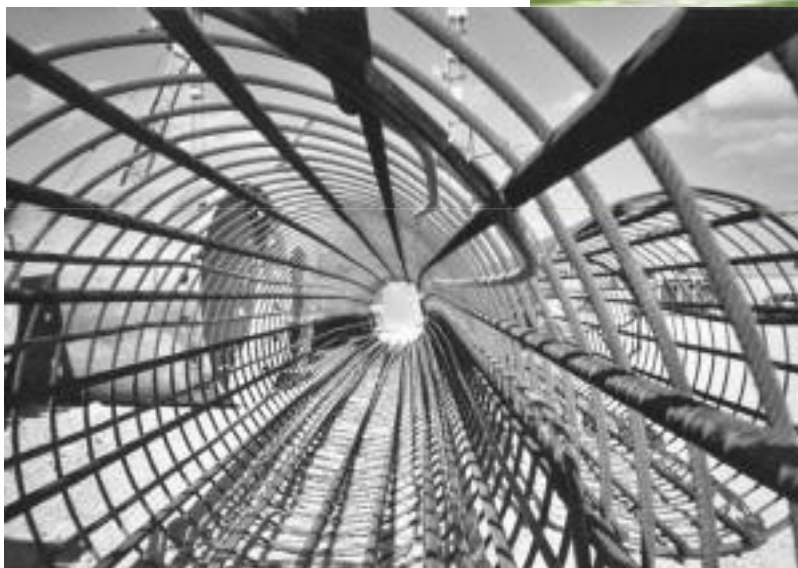
slinky



b) vrty (geotermální vrty, hloubka 70 až 140 metrů i více)

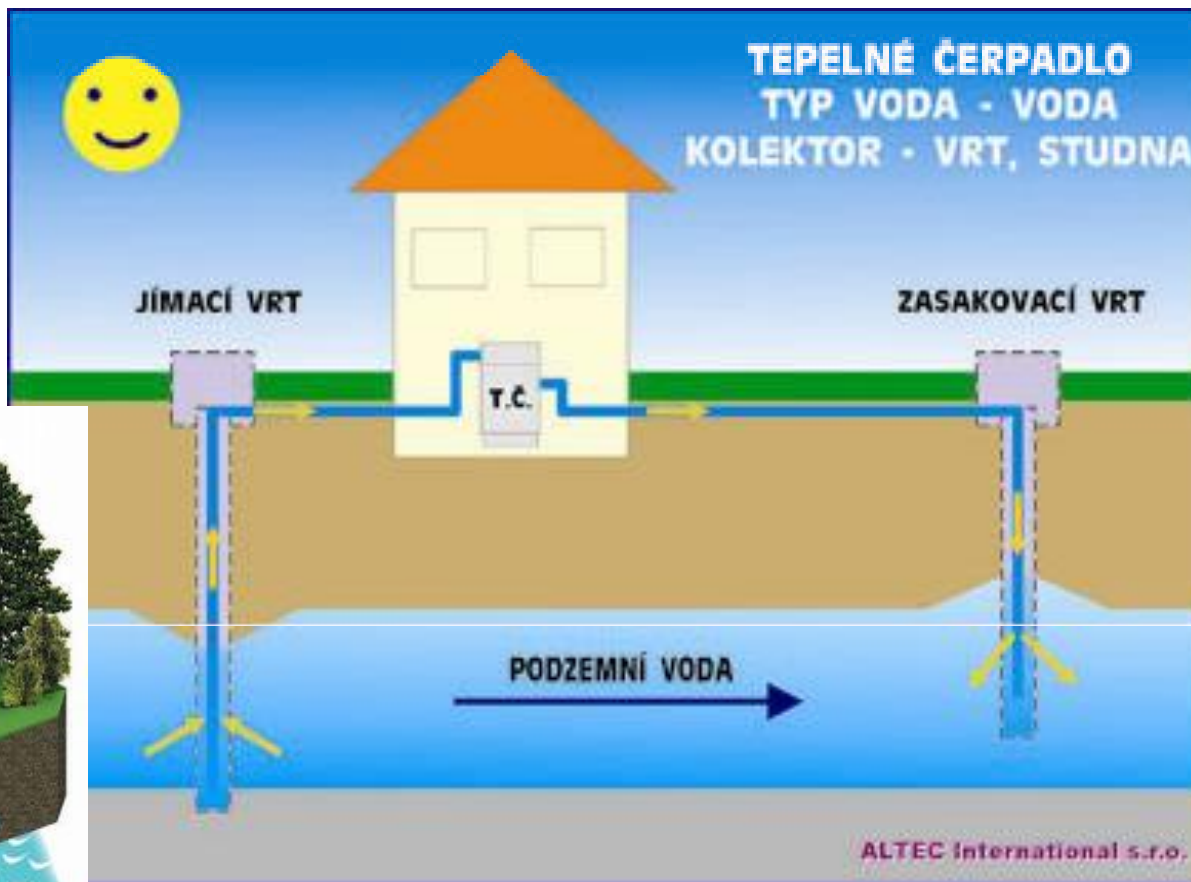


c) energetické piloty (jsou použitelné pouze u novostaveb jako součást základu stavby (do kovového armovacího roštu je vložena smyčka z potrubí, kterou obíhá nemrznoucí kapalina))



2. Z vody

a) spodní voda (patří mezi nejkomplicovanější systémy, ale mají výhody: v hloubce 10 m je téměř konstantní teplota vody 8 – 12 °C)

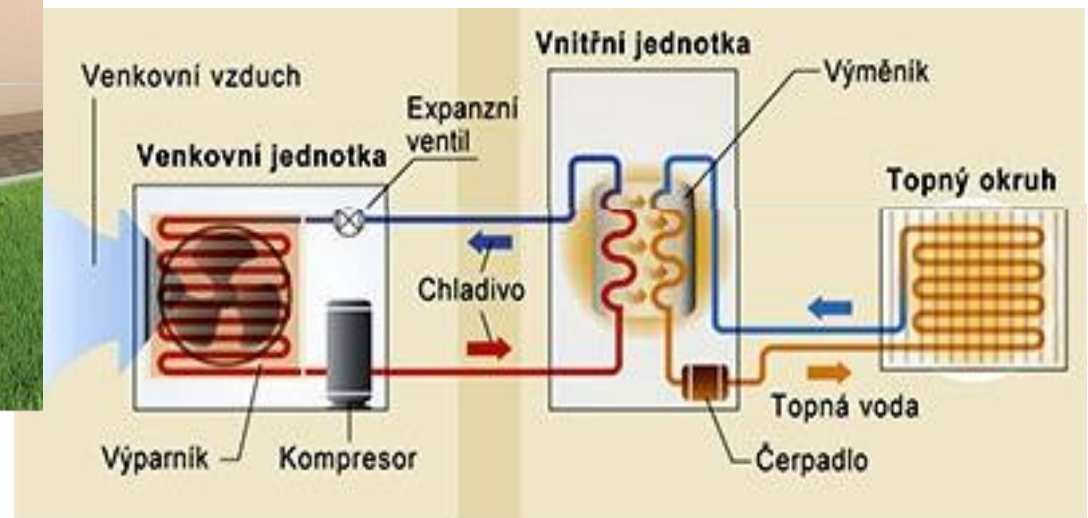
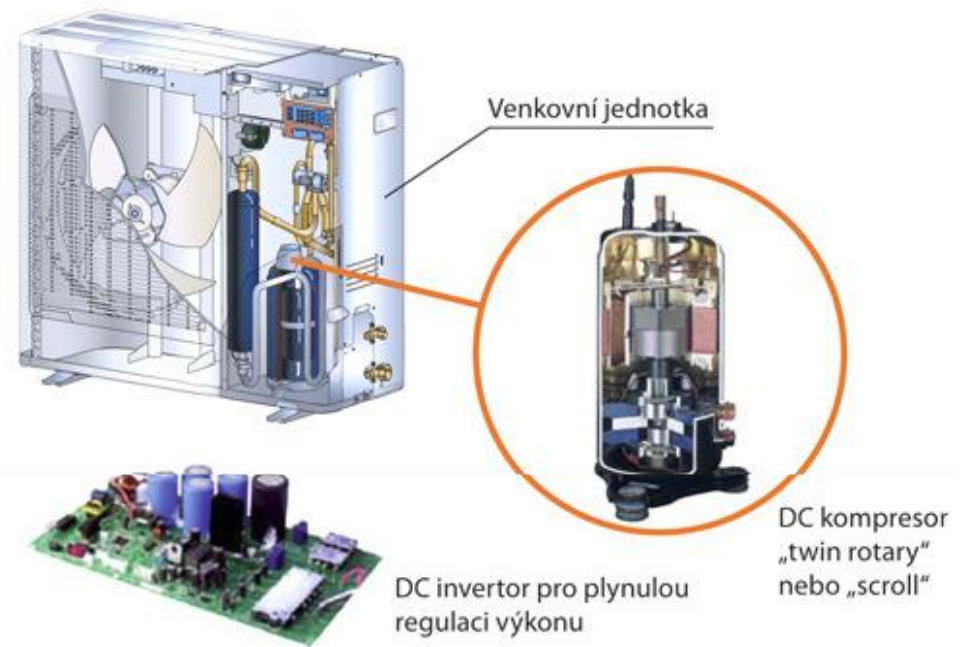
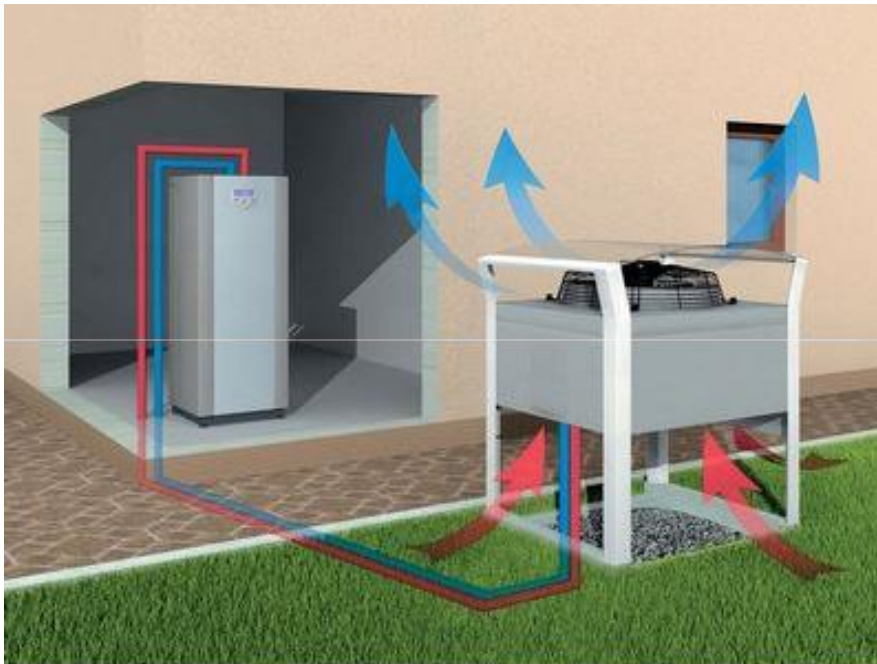


b) povrchová voda (jako zdroj povrchové vody lze využít vody z vodních toků, vody z různých přírodních i umělých vodních nádrží, průsaku přes hráze přehrad apod.)

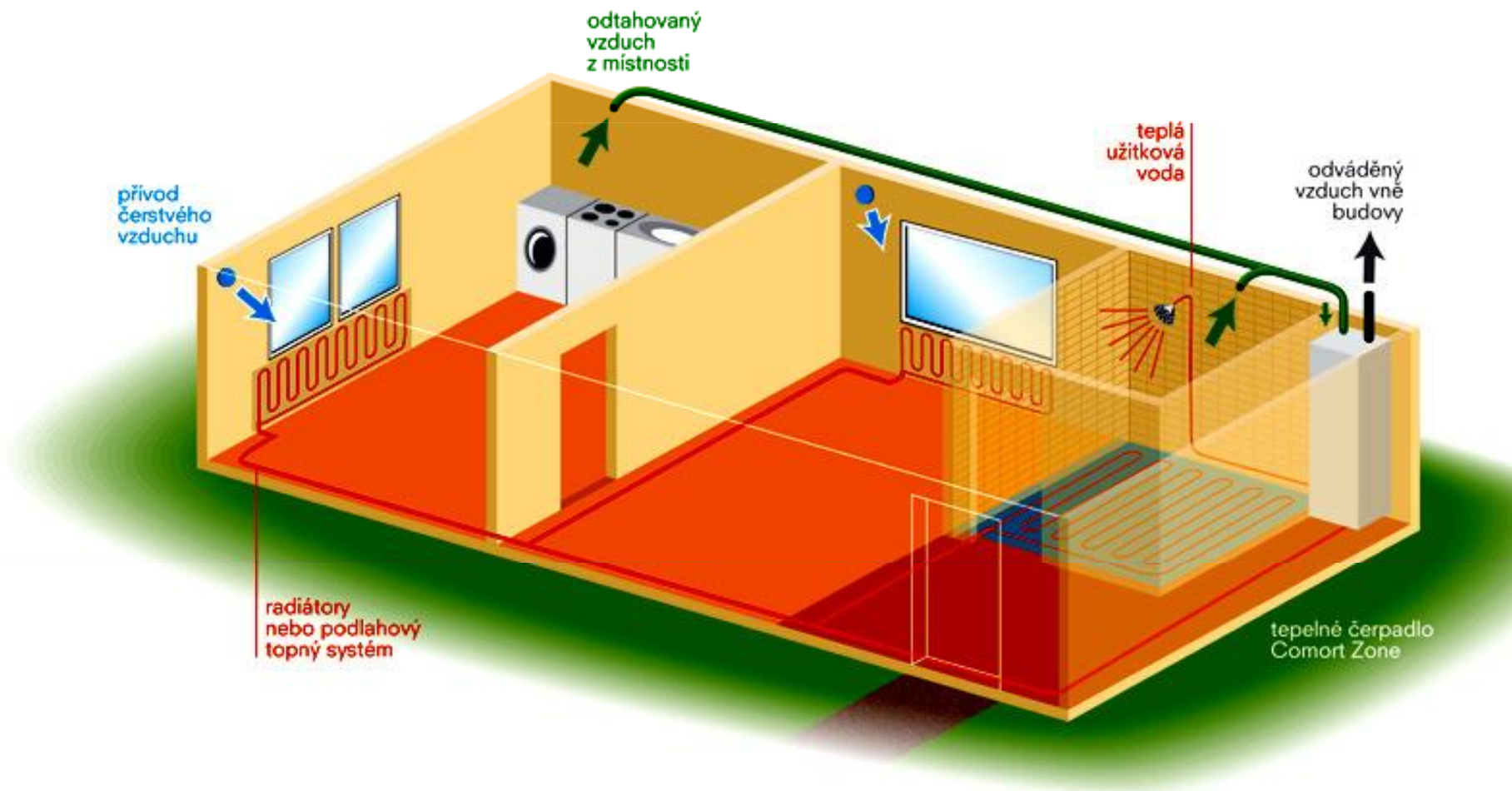


3. Ze vzduchu

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



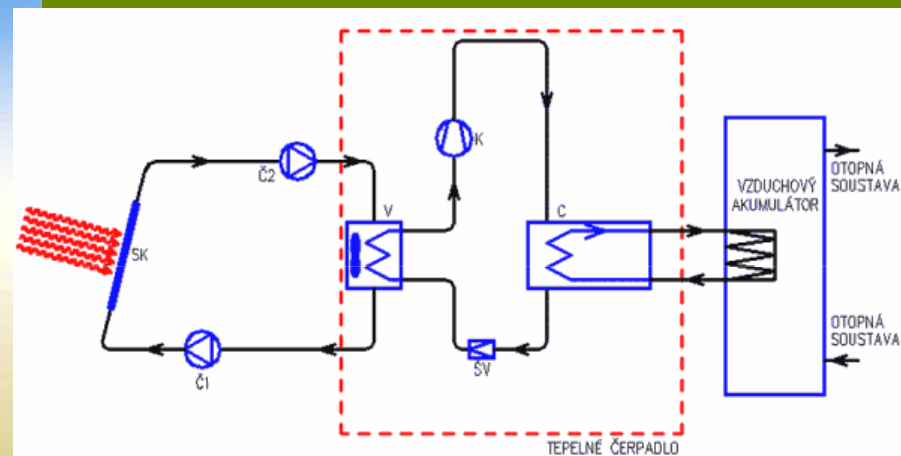
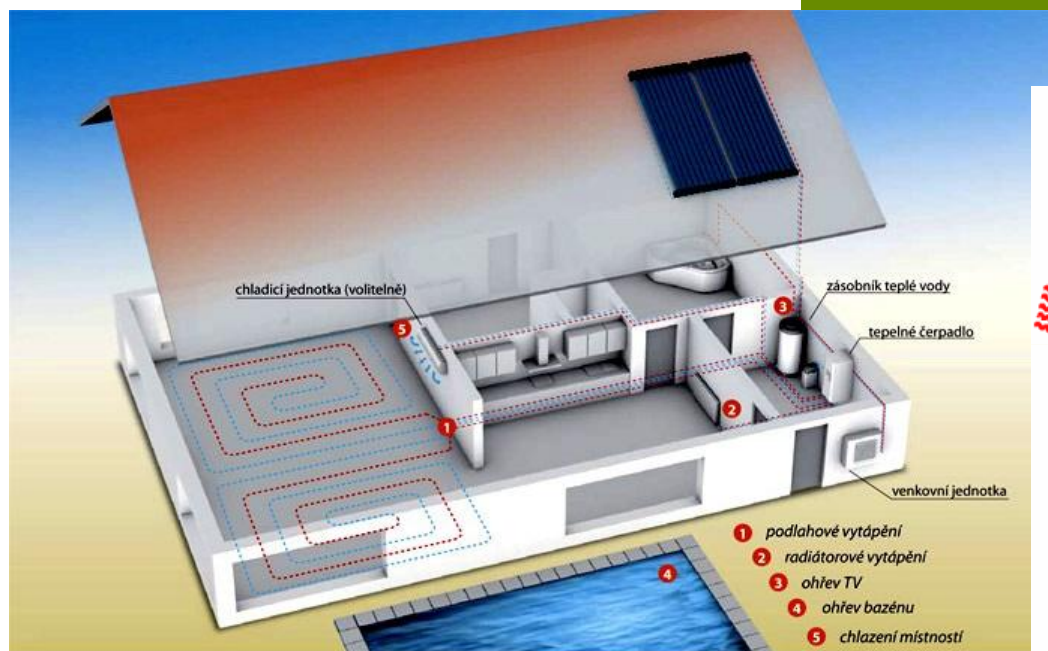
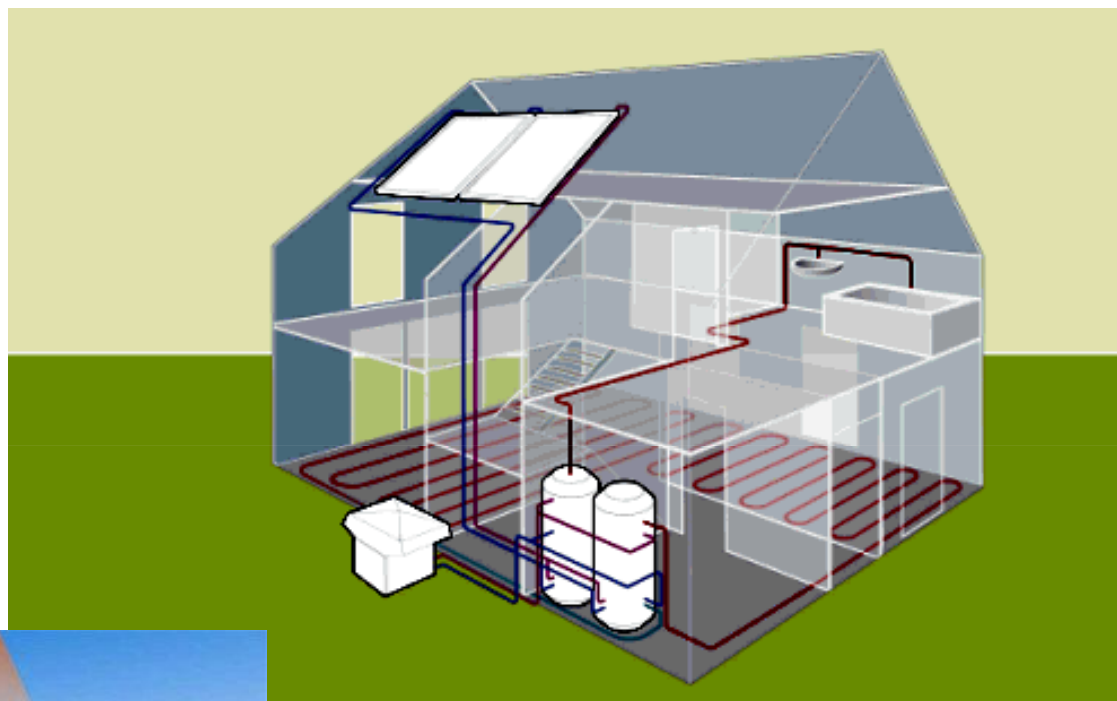
b) odpadní vzduch (využívá odpadního tepla z technologických procesů a větrání)



4. Ostatní

a) vzájemná kombinace všech systémů

b) sluneční kolektory lze použít jako doplňkový zdroj tepla pro tepelné čerpadlo



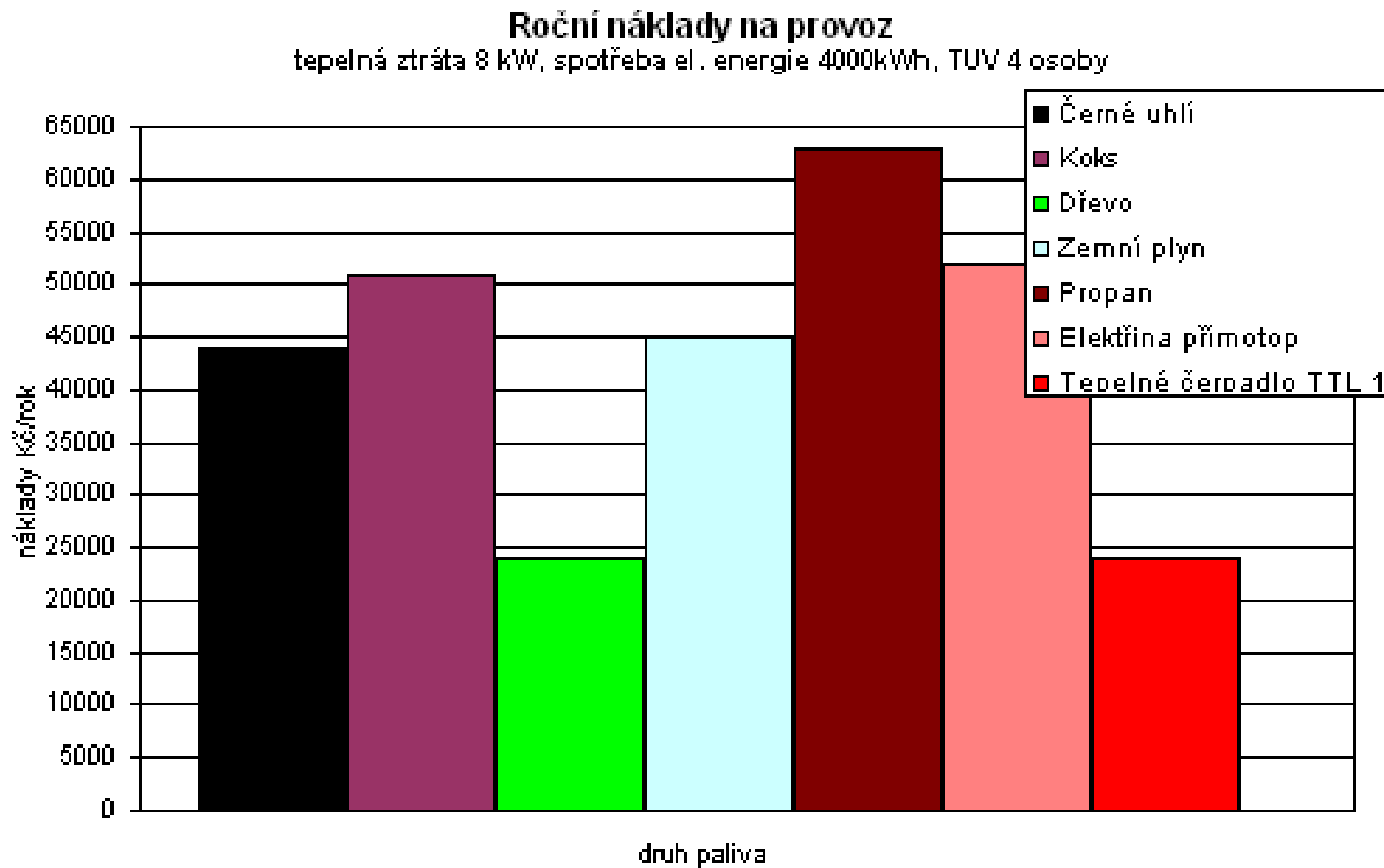
LEGENDA:

SK - SLUNEČNÍ KOLEKTOR
ŠV - ŠKRTIČÍ VENTIL

Č1, Č2 - ČERPADLO
V - VÝPARNÍK

K - KOMPRESOR
C - KONDENZÁTOR

Porovnání ročních nákladů na provoz různých zdrojů energie



Literatura:

[1] Obrázky [online]. www: <http://www.google.cz/imghp?hl=cs&tab=wi>

[2] Geotermální energie: ZTC Holding SE. [online]. [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: <http://www.ztcenergy.com/cinnost/obnovitelne-zdroje/geotermalni-energie/>

[3] Geotermální energie: ČEZ. [online]. [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/geotermalni-energie.html>

[4] OREGON INSTITUTE OF TECHNOLOGY. *Hot Springs, Arkansas: From the Geo - Heat Center Quarterly Bulletin* [online]. 1993 [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: <http://geoheat.oit.edu/bullet.htm>

[5] Geotermální energie: Profesní vzdělávání pedagogických pracovníků v oblasti energetiky. [online]. [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: <http://dvpp.eazk.cz/vyuka/obnovitelne-zdroje-energie/informace-o-vyuce/>