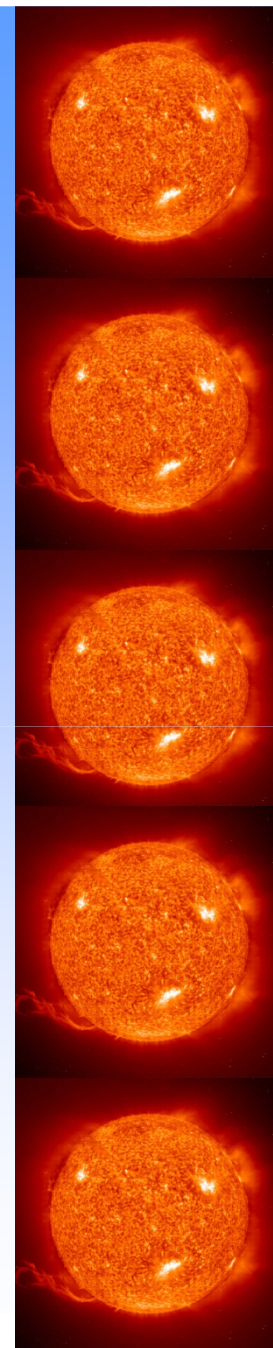


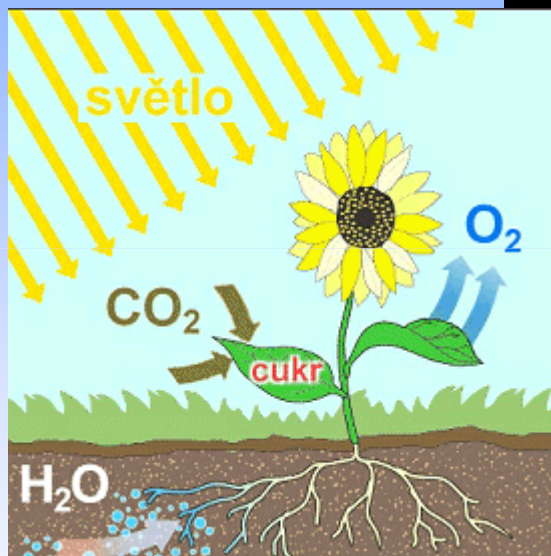
SLUNCE

- Koule žhavých plynů (**plazmatu**)
- Složení:
 - **vodík, hélium**
 - uhlík, dusík, kyslík, ...



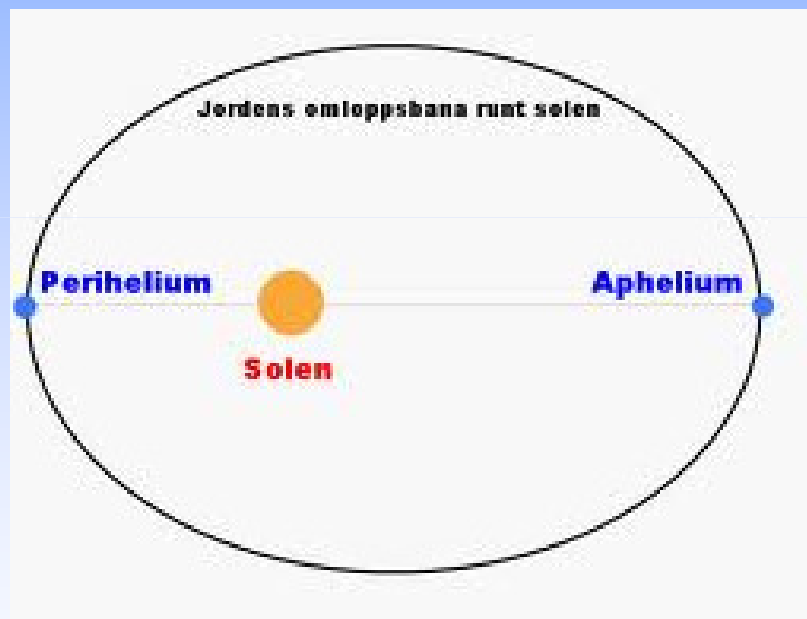
SLUNCE

- Podnebí, počasí
- Změny teploty
- Fotosyntéza
- Kapalná fáze vody



SLUNCE

- Vzdálenost Země od Slunce

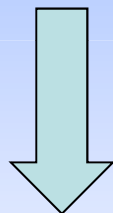


SLUNCE

- **Jádro**

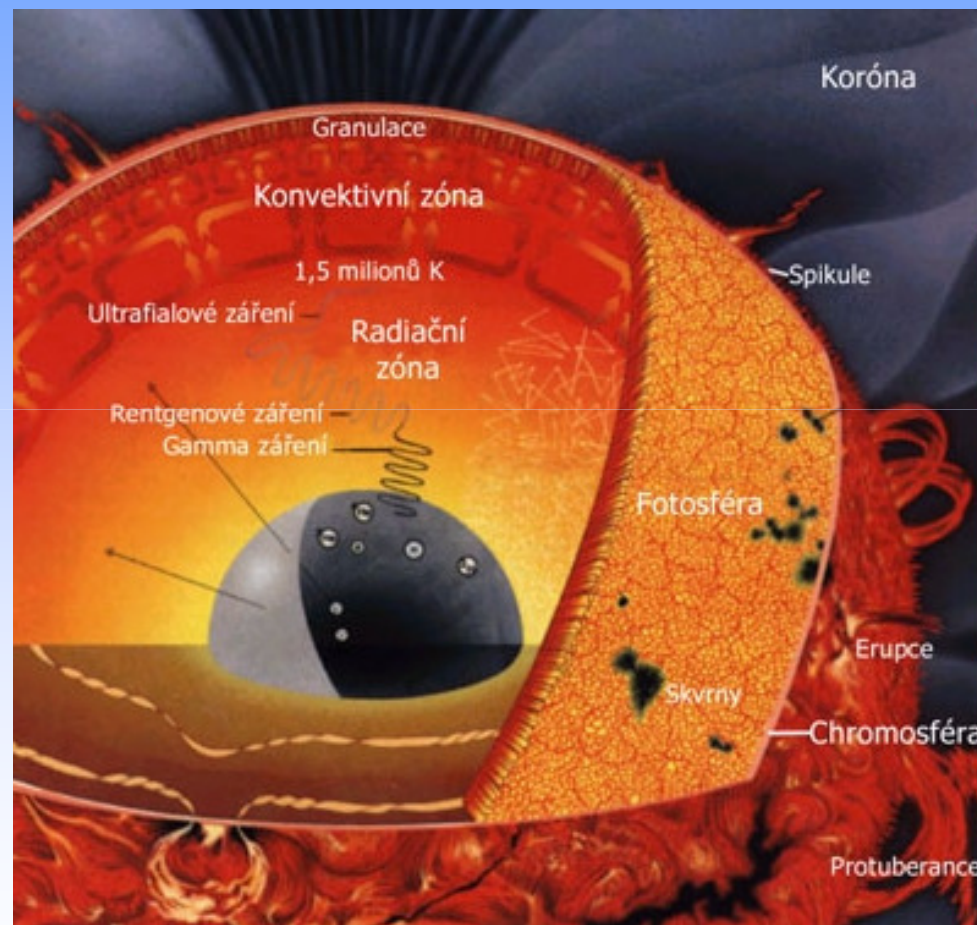
- 14 mil. °C

- $\text{H}_2 \rightarrow \text{He}$



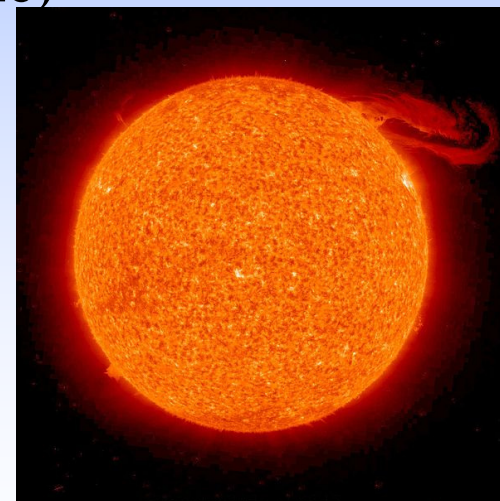
Energie (= rtg)

- Tepelné, světelné,
UV, rtg záření



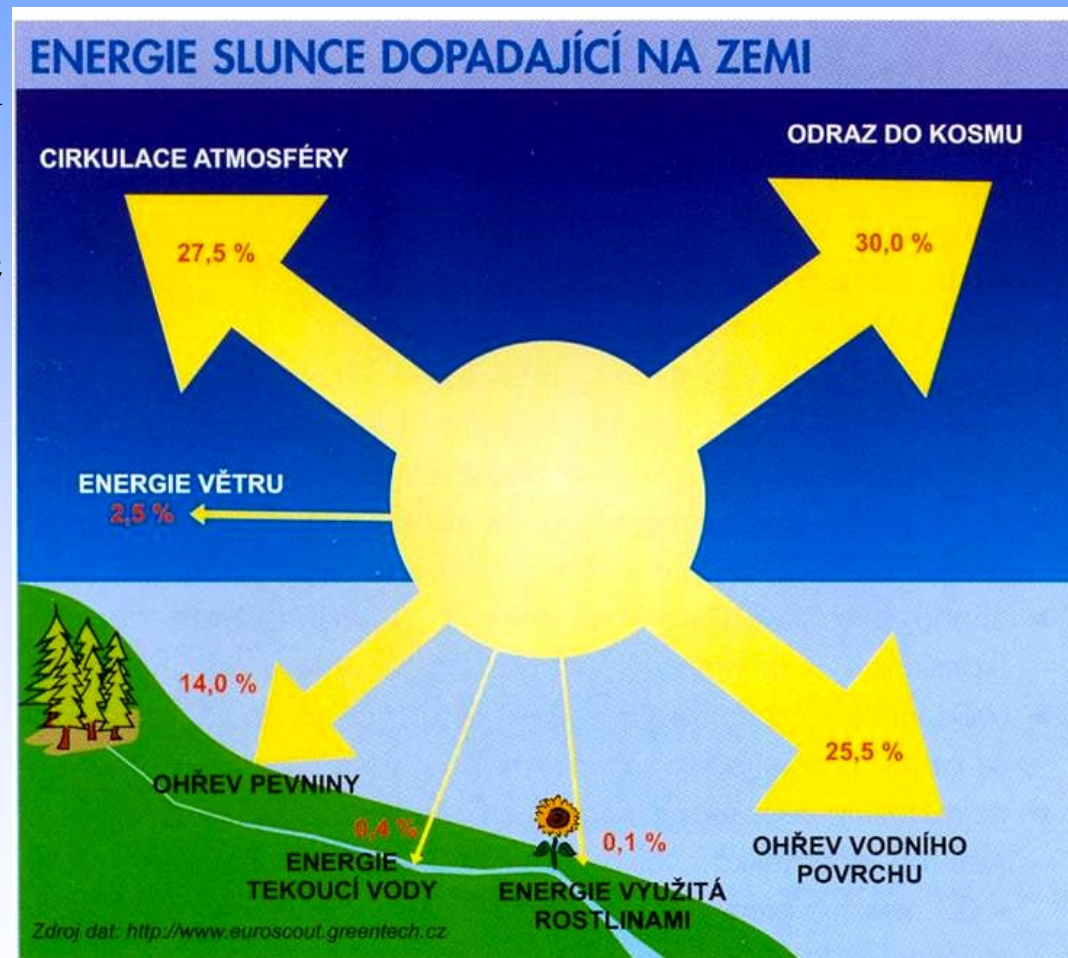
Slunce v číslech

- Průměrná vzdálenost od Země: 149,6 mil. km
- Nejmenší vzdálenost od Země: 147,1 mil. km
- Největší vzdálenost od Země: 152,1 mil. km
- Poloměr: 695 550 km (109 poloměrů Země)
- Objem: $1,41 \times 10^{18} \text{ km}^3$ (1 300 000 objemu Země)
- Hmotnost: $1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$ (333 000 hmotnosti Země)
- Hustota: $1\,408,9 \text{ kg/m}^3$ (0,255 hustoty Země)
- Doba rotace Slunce kolem osy: 25,4 dní
- Povrchová teplota: 5 780 K
- Teplota jádra: ~ 14 000 000 K
- Zářivý výkon: $3,83 \cdot 10^{20} \text{ MW}$



SLUNCE

- Na každý m^2 na hranici zemské atmosféry připadá intenzita zářivé energie 1367 W – je to tzv. **solární konstanta**



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Sluneční energie dopadající na Zemi

- Průměrná intenzita slunečního záření dopadajícího na naše území je asi 620 W/m^2 , krátkodobě až 1000 W/m^2

1000 W/m²



750 W/m²



500 W/m²



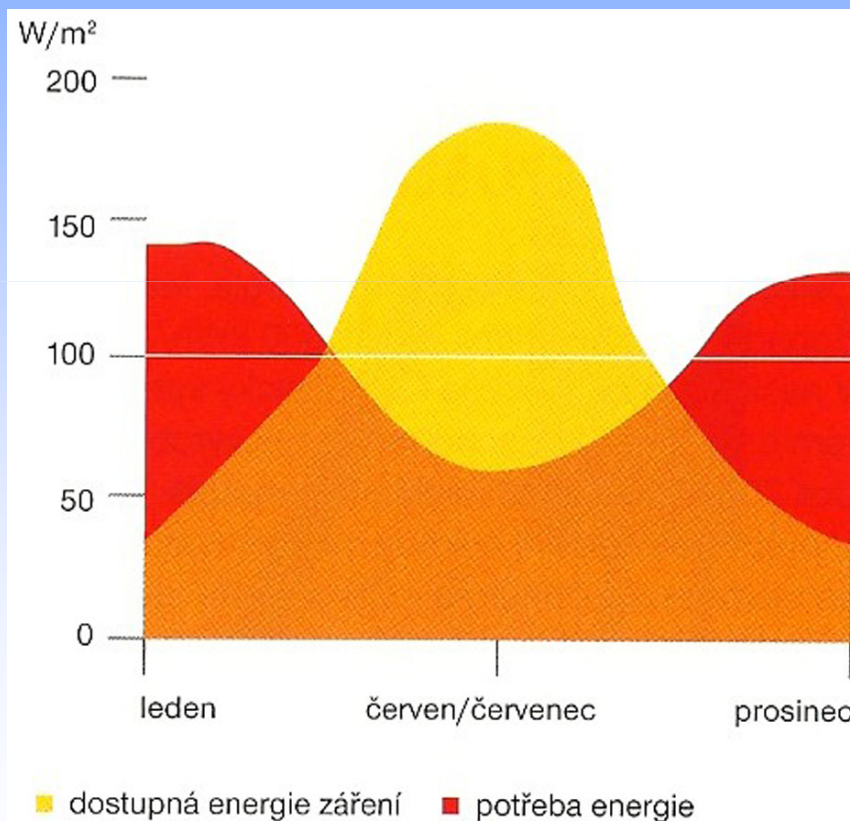
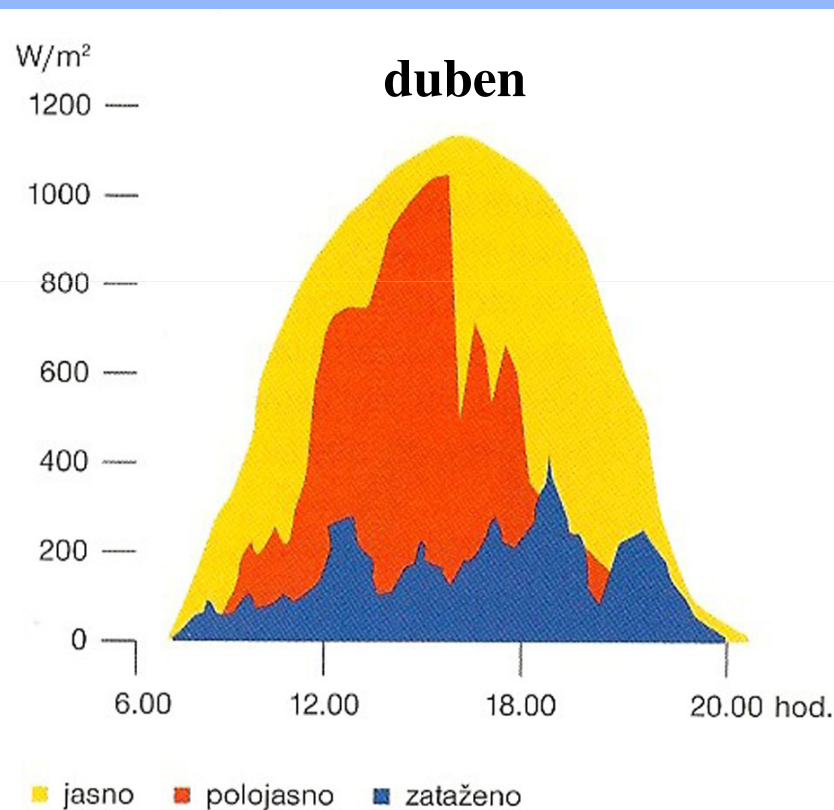
250 W/m²



50 W/m²

Přírodní podmínky ČR

V České republice jsou poměrně dobré podmínky pro využití energie slunečního záření, přestože množství sluneční energie v průběhu roku kolísá a nejvíce ho dopadá v období, kdy je to nejméně potřeba.



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

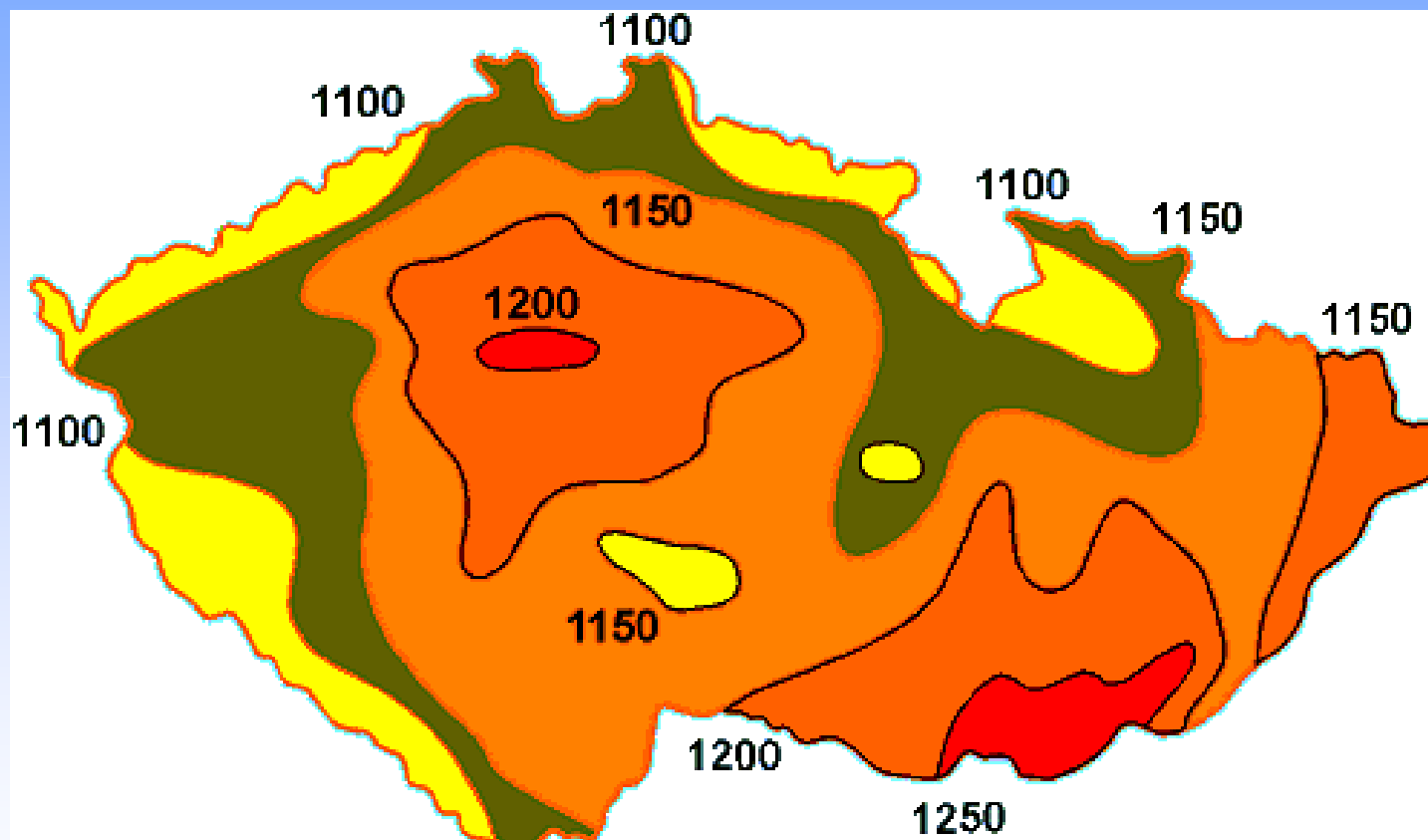
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.

Přírodní podmínky ČR

Dopadající sluneční záření v [kWh/m² za rok]

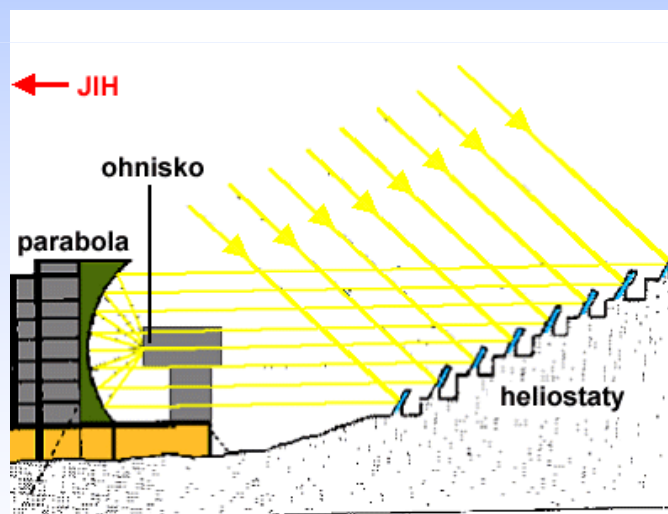
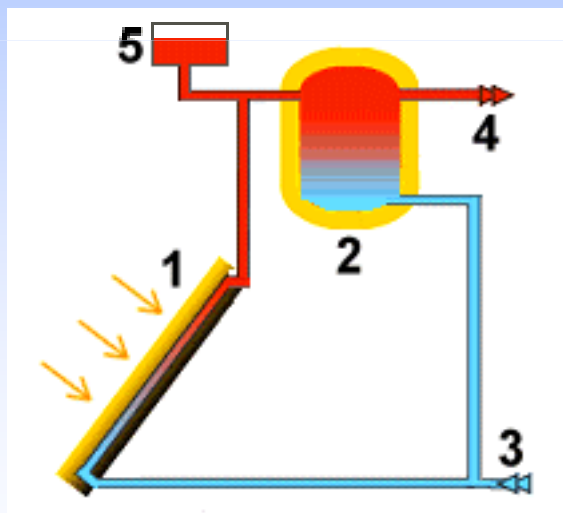


Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Využití slunečního záření

Ze slunečního záření lze získat následující druhy energie:

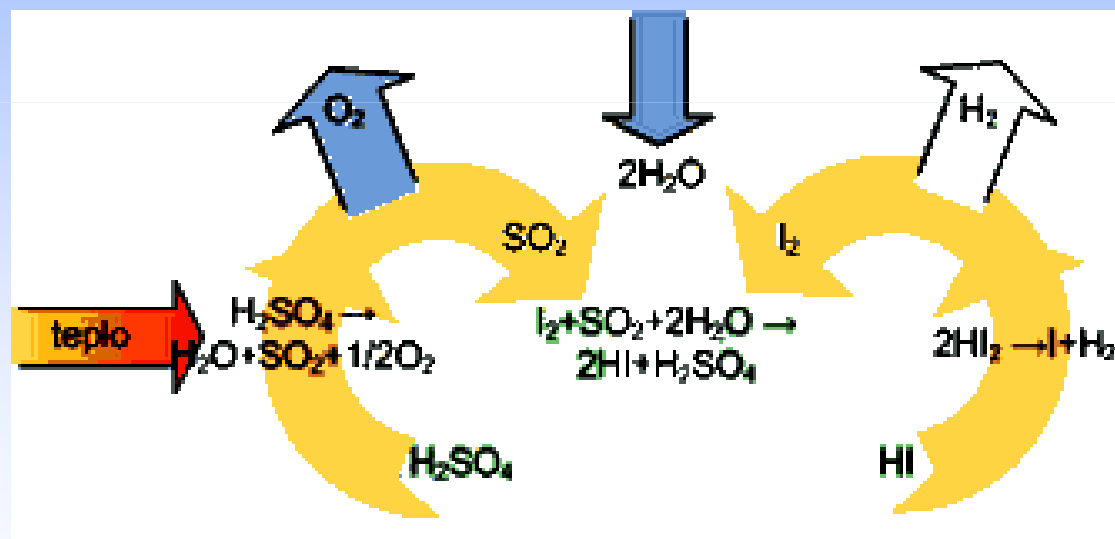
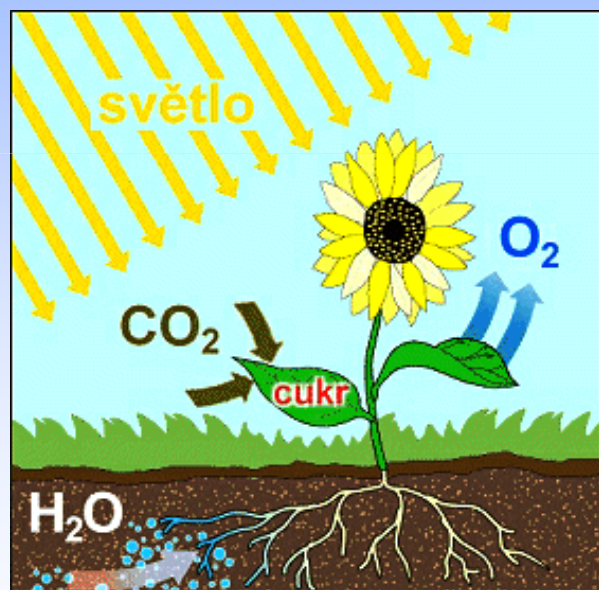
a) teplo – procesem absorpce záření – ve slunečních kolektorech, ve slunečních pecích a vařičích, ve sklenících, sušičkách, destilátorech a slunečních domech



Využití slunečního záření

Ze slunečního záření lze získat následující druhy energie:

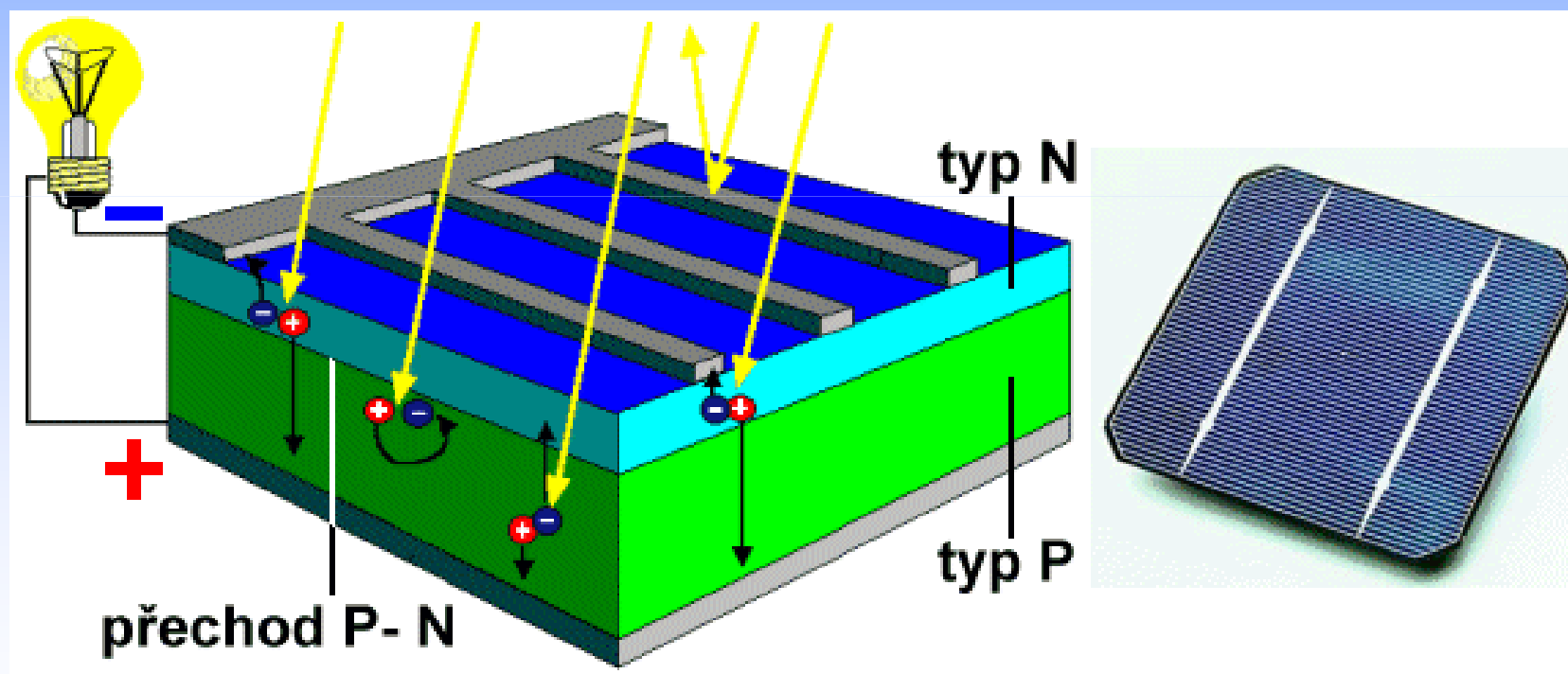
- b) chemickou energii** - v přírodě probíhá jako fotosyntéza
 - rozklad vody na vodík a kyslík



Využití slunečního záření

Ze slunečního záření lze získat následující druhy energie:

c) **elektrickou energii** – ve fotovoltaickém článku – přeměňuje dopadající sluneční záření na elektrický proud



Využití slunečního záření

Ze slunečního záření lze získat následující druhy energie:

d) mechanickou energii pro pohon strojů

- přes teplo (např. sluneční čerpadla na Sahaře)
- přes chemickou energii (etylalkohol, bioplyn, vodík apod.)
- přes elektřinu (sluneční automobily, letadla, lodě apod.)



Přednosti a nedostatky sluneční energie

1. Přednosti sluneční energie

Je zdarma, naprosto čistá, nevyčerpatelná, jejím využíváním se neznečišťuje životní prostředí, neprodukuje odpadní teplo porušující rovnováhu přírody a neohrožuje radioaktivními odpady okolní prostředí.

2. Nedostatky sluneční energie

Je příliš zředěná, Slunce nesvítí v noci, účinnost přeměny slunečního záření v jiné formy energie je malá, vyžaduje značně nákladná zařízení pro její využití, obtížně se akumuluje a nelze ji využívat jako jediný zdroj energie.

Závěr: přednosti sluneční energie převažují nad jejími nedostatky

Historie využití sluneční energie

- **5 000 př.n.l**
 - obyvatelé dnešního Irska vynalézají sluneční hodiny



Historie využití sluneční energie

- 7. až 5. stol.př.n.l.
 - Asyřané si při rozdělávání ohně pomáhají broušenými krystalickými čočkami a slunečními paprsky



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Historie využití sluneční energie

- **Archimédes** (287 až 212 př.n.l.) zapálil z pevniny římské lodi, které obléhaly Syrakusy (**215 až 212 př.n.l.**) pomocí velkých plochých štítů pokrytých vyleštěnou mědí.



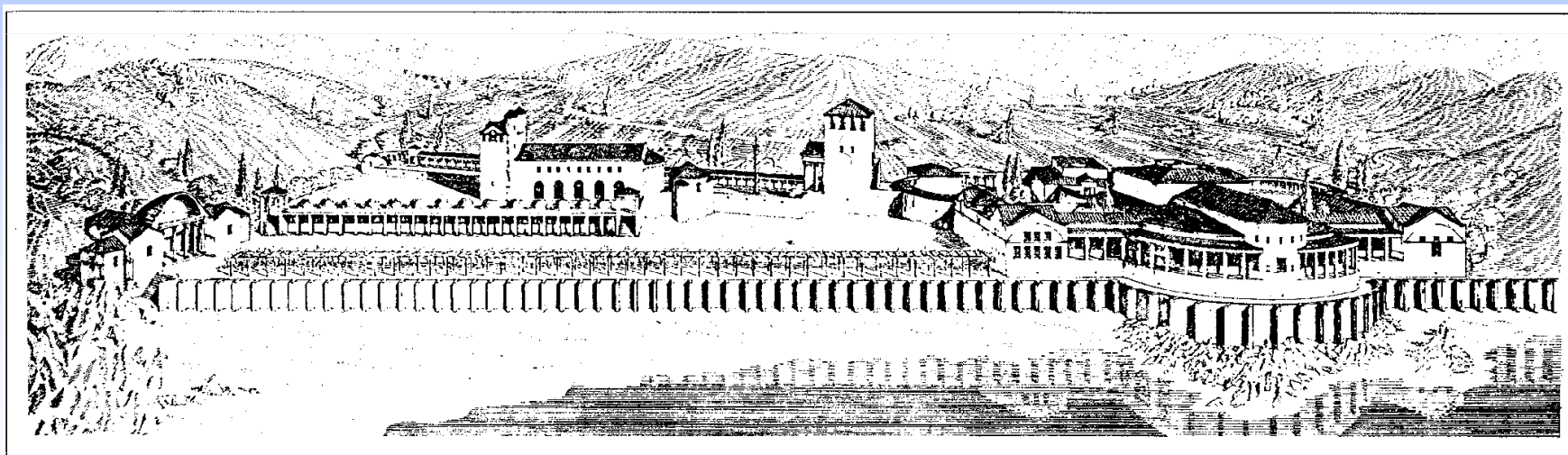
Historie využití sluneční energie

- **1. století n. l.**
 - první zprávy o zapalování posvátných ohňů soustředěnými slunečními paprsky (Čína)



Historie využití sluneční energie

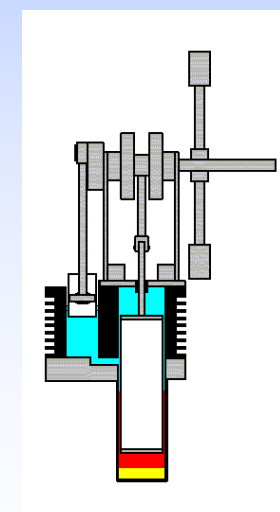
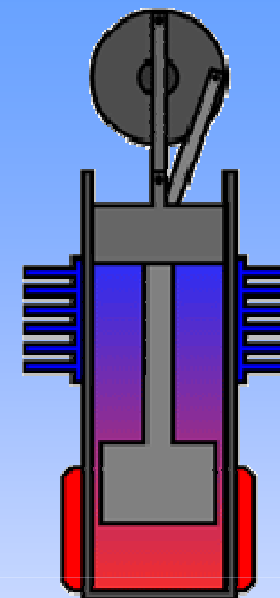
- **kolem r. 100**
 - Italský historik a právník Plinius mladší využil sluneční záření k vyhřívání svého domu.



Rekonstruktionsversuch der laurentinischen Villa des Plinius (nach ep. 2,17)

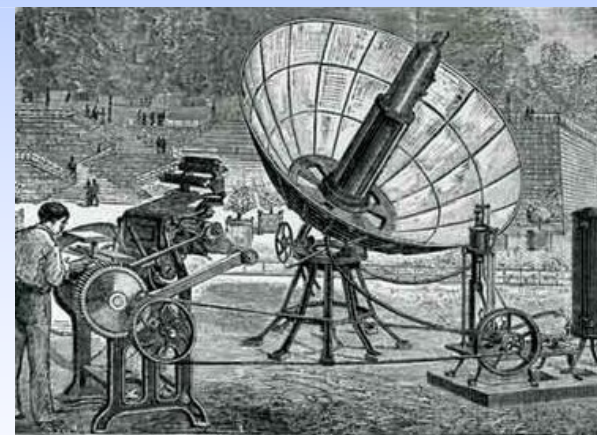
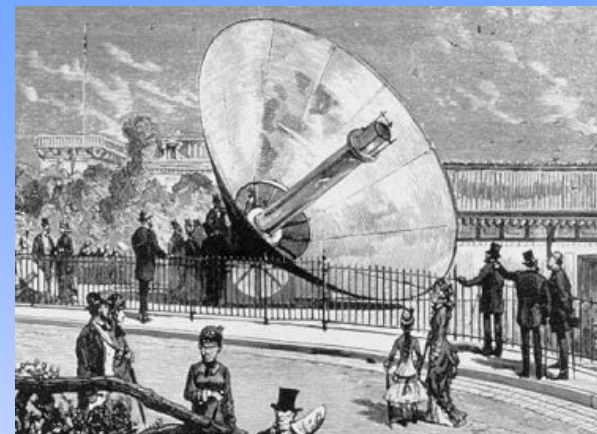
Historie využití sluneční energie

- **konec 17. stol.:** V době vlády krále Ludvíka XIV. (Král Slunce) probíhaly experimenty se soustředováním slunečních paprsků (zapalování dřeva, tavení olova).
- **18. století:** francouzský učenec Antoine Lavoisier staví solární pec, schopnou roztavit i platinu
- **1727:** Isaac Newton předkládá svou teorii rozkladu světla
- **francouzský přírodovědec Leclerc Buffon (1707 až 1788)** sestrojil zařízení z 360 rovinných zrcadel 15 x 15 cm, které sloužilo k tavení stříbra a olova. Později používal parabolické zrcadlo.
- **1767** Švýcar Horace de Saussure zkonstruoval první solární kolektor.
- **zač. 19. stol.:** v evropských zemích se začaly k pěstování květin a zeleniny používat skleníky.
- **1816** si nechává skotský duchovní Robert Stirling patentovat teplovzdušný motor, po něm švédský vynálezce John Ericsson postavil Stirlingův motor poháněný pouze sluneční energií.



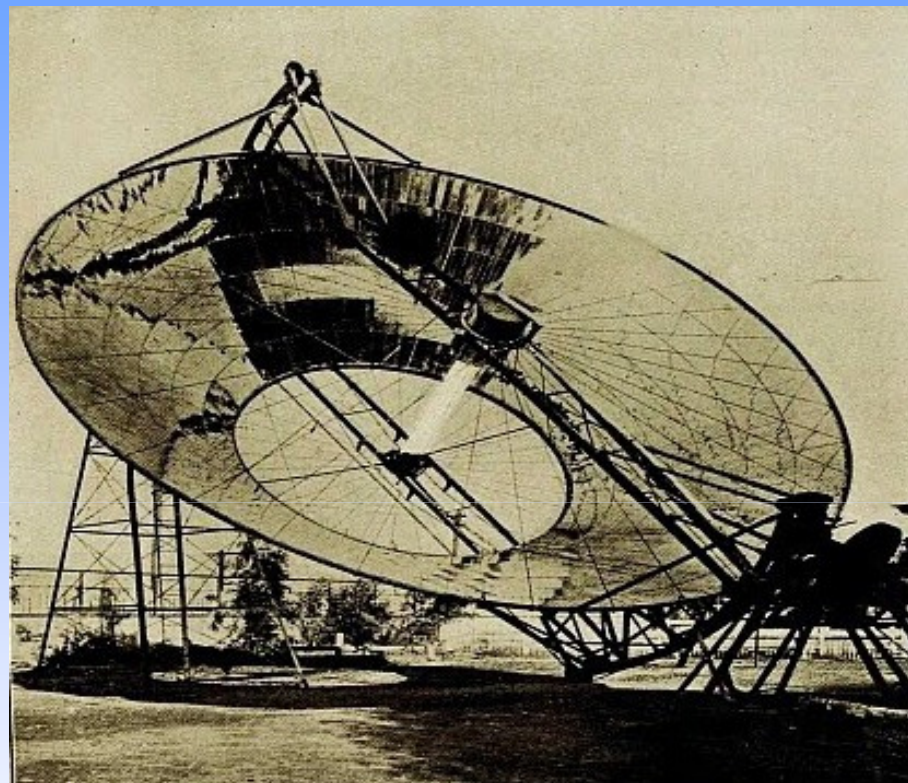
Historie využití sluneční energie

- **1827:** v Chile byla postavena zařízení k odsolování mořské vody pomocí slunečního záření
- **1830** Britský astronom John Herschel používal "sluneční vařič" k přípravě pokrmů na své expedici do jižní Afriky.
- **V 70. a 80. letech 19. století** hledal francouzský matematik a konstruktér **Augustin Mouchot** (1825 - 1912) způsob, jak využít sluneční energii k pohonu strojů (1884). Se svým asistentem Abelem Pifre v tomto období postavili řadu motorů, které byly poháněné párou vznikající v ohnisku velkých parabolických zrcadel. Parabolická zrcadla používali k destilaci mořské vody, vaření nebo jako zdroj energie pro pohon vodních čerpadel. Velkého ocenění se Mouchotovi dostalo na světové výstavě v Paříži roku 1878. Kuriózním zařízením byl Pifreův tiskařský lis z roku 1880, poháněný „solárním“ parním strojem. Mouchotovy pokusy předznamenaly konstrukci a využití současných parabolických slunečních kolektorů.

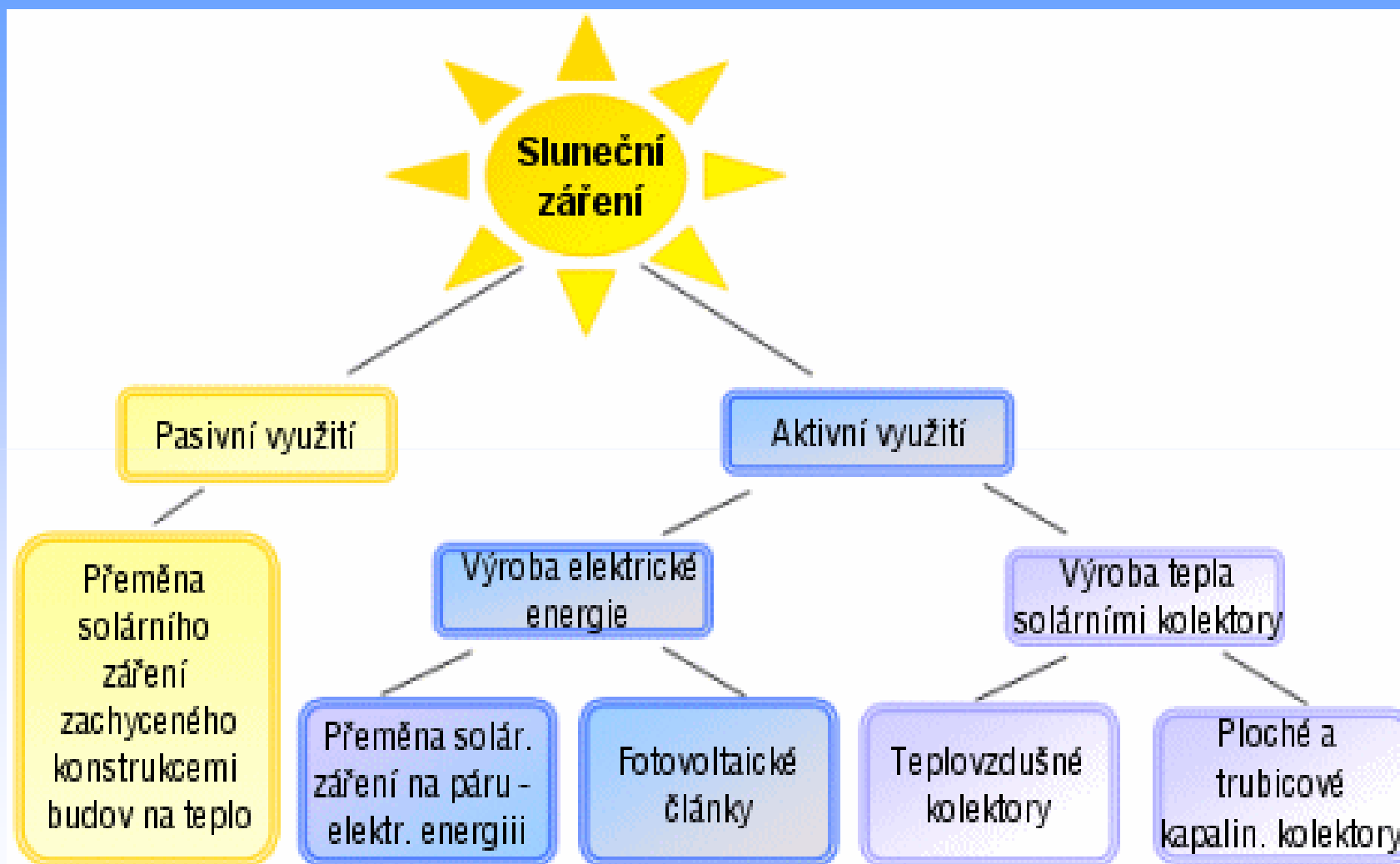


Historie využití sluneční energie

- **1897** V Pasadeně (Kalifornie, USA) bylo 30 % domů vybaveno kolektory pro solární ohřev vody.
- **1908** Američan William J. Bailey vynalezl trubkovou konstrukci plochého solárního kolektoru, realizovaný americkou firmou Carnegie Steel, vhodný pro umístění na střechy domů.
- **Počátkem 20. století** bylo sestrojeno mnoho dalších zařízení na využití slunečního tepla: sluneční vařiče, sušičky ovoce, obilí a dřeva, zařízení na odsolování mořské vody, vyhřívání bytů a zásobování domácností horkou vodou, sluneční pece, teplovzdušné motory a jiná zařízení.



2.2 Slunce jako zdroj tepla



2.2 Slunce jako zdroj tepla

- Vhodná orientace domu vůči světovým stranám
- Využití slunce k sušení bylin, potravin, paliva (dříví, trus)
- Získávání soli z mořské vody
- Solární komín

2.2 Slunce jako zdroj tepla

- **Využití pasivní**

- orientace budov
- prosklené plochy
- solární komín
- Trombeho stěna

- **Využití aktivní**

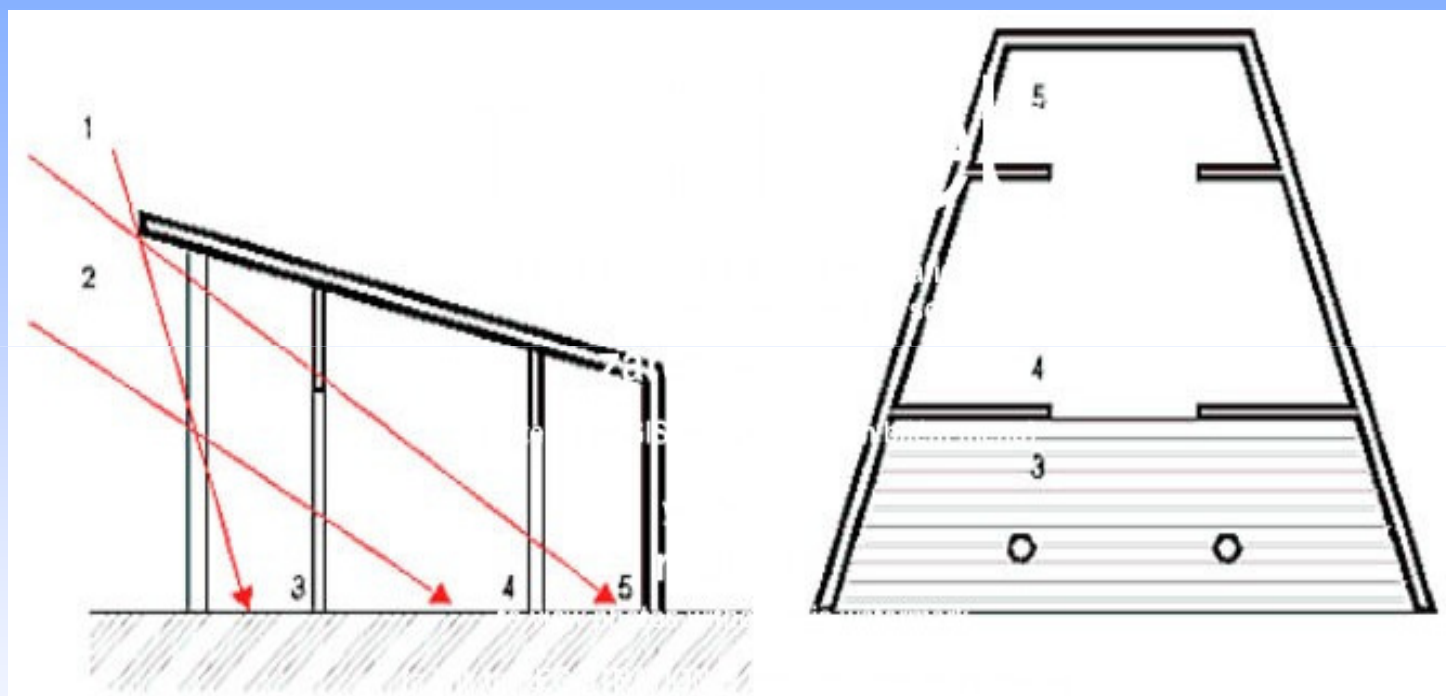
- kolektory
- fotovoltaika

Pasivní využití

- přeměna solárního záření zachyceného konstrukcemi budov na teplo
- K provozu není potřeba žádné další zařízení
- Systém je třeba navrhnout tak, aby byly zisky co nejlépe využity (např. cirkulací teplého vzduchu z osluněných místností do ostatních částí domu)
- Důležitá je i volba typu vytápěcího systému a jeho dobrá regulace, aby se dům nepřehříval

Pasivní využití

- Princip Sokratova domu



1 - směr letního slunečního záření, 2 - směr zimního slunečního záření
3 - terasa (ochranná zóna z jihu), 4 - obytný prostor, 5 - provozní prostor (nárazníková zóna ze severu)

1. Pasivní systémy nízkoenergetických staveb

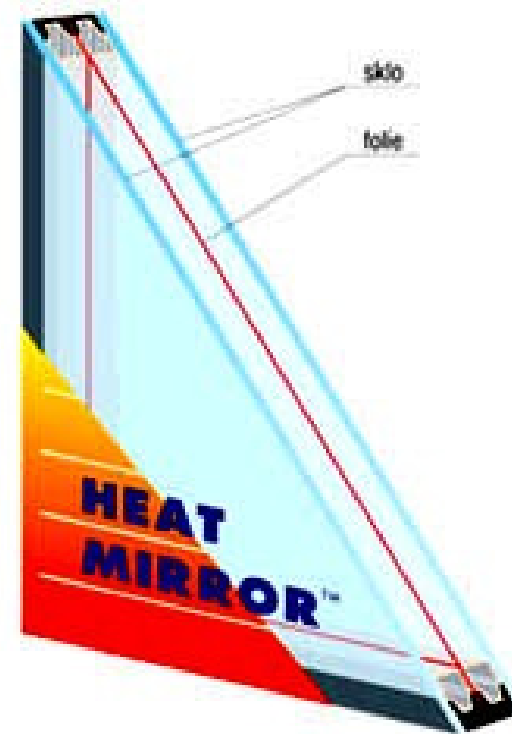
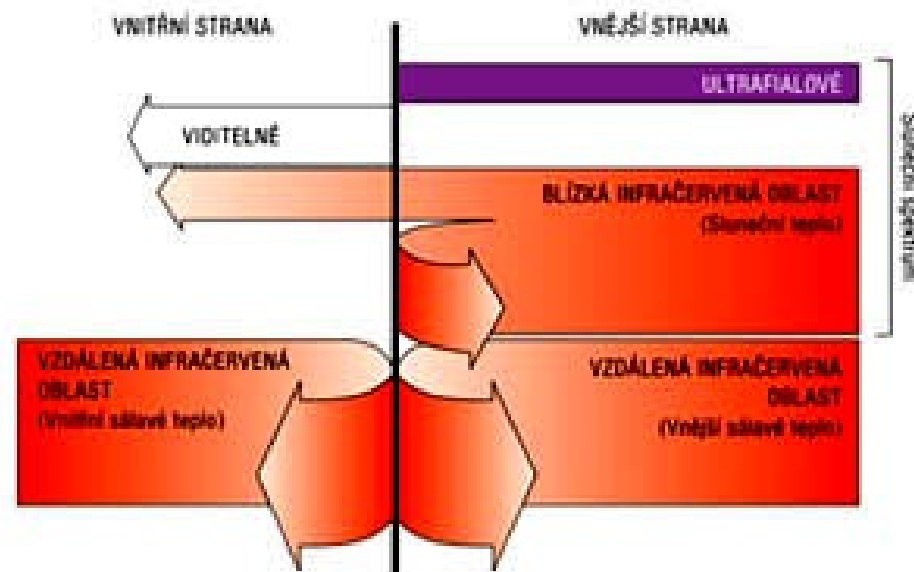
Pro pasivní využití solární energie se uplatňují následující konstrukční a energetické principy:

- přímý zisk okny a prosklenými stěnami
- vzduchové a okenní kolektory,
- akumulární stěny,
- Trombeho stěna,
- dvouplášťové (energetické) fasády,
- transparentní (průhledné) tepelné izolace,
- zimní zahrady a skleníky.

Příklady využití pasivních systémů - transparentní tepelné izolace

Tepelné zrcadlo (Heat Mirror™) je fólie napnutá uvnitř izolačního dvojskla. Výsledkem je třívrstvý systém se dvěma nezávislými dutinami, který má nižší hmotnost než trojsklo. Fólie je průhledná pro viditelné světlo, ale odráží tepelné a ultrafialové záření.

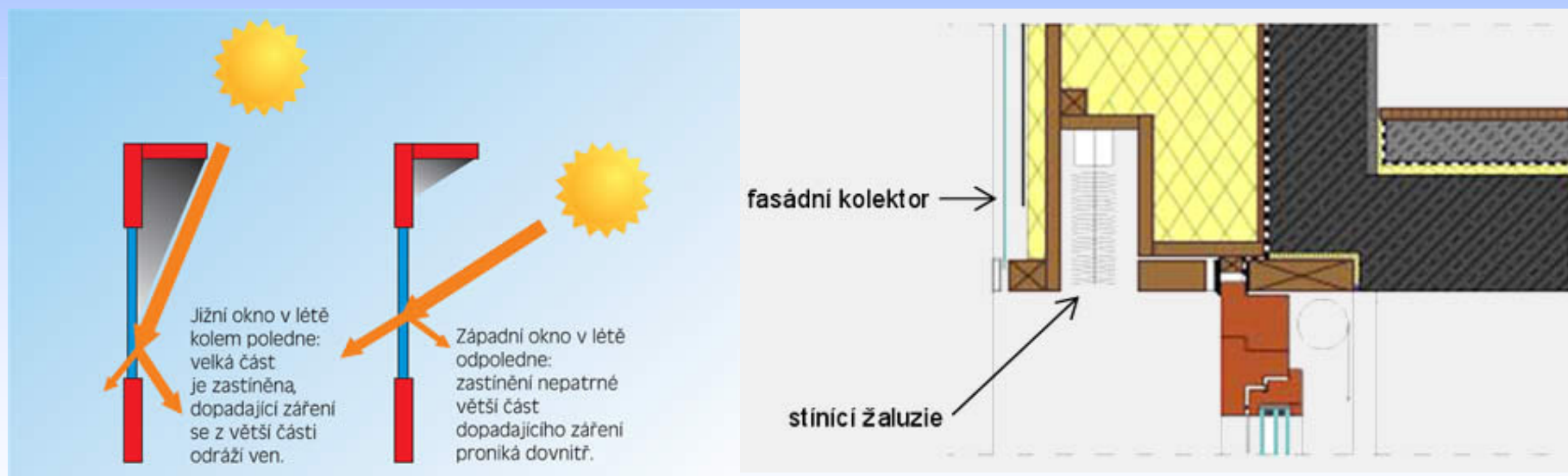
HEAT MIRROR™ - CHARAKTERISTIKA PŘENOSU



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Prostředky ochrany před nadměrným slunečním zářením

Nežádoucí tepelné zisky ze slunečního záření vznikají hlavně v létě většími prosklenými plochami na osluněných stranách budovy a kromě přirozených clonících prvků (stromy apod.) je lze eliminovat předsazenými stínícími konstrukcemi (slunolamy), okenicemi, venkovními roletami, žaluziemi, markýzami apod.

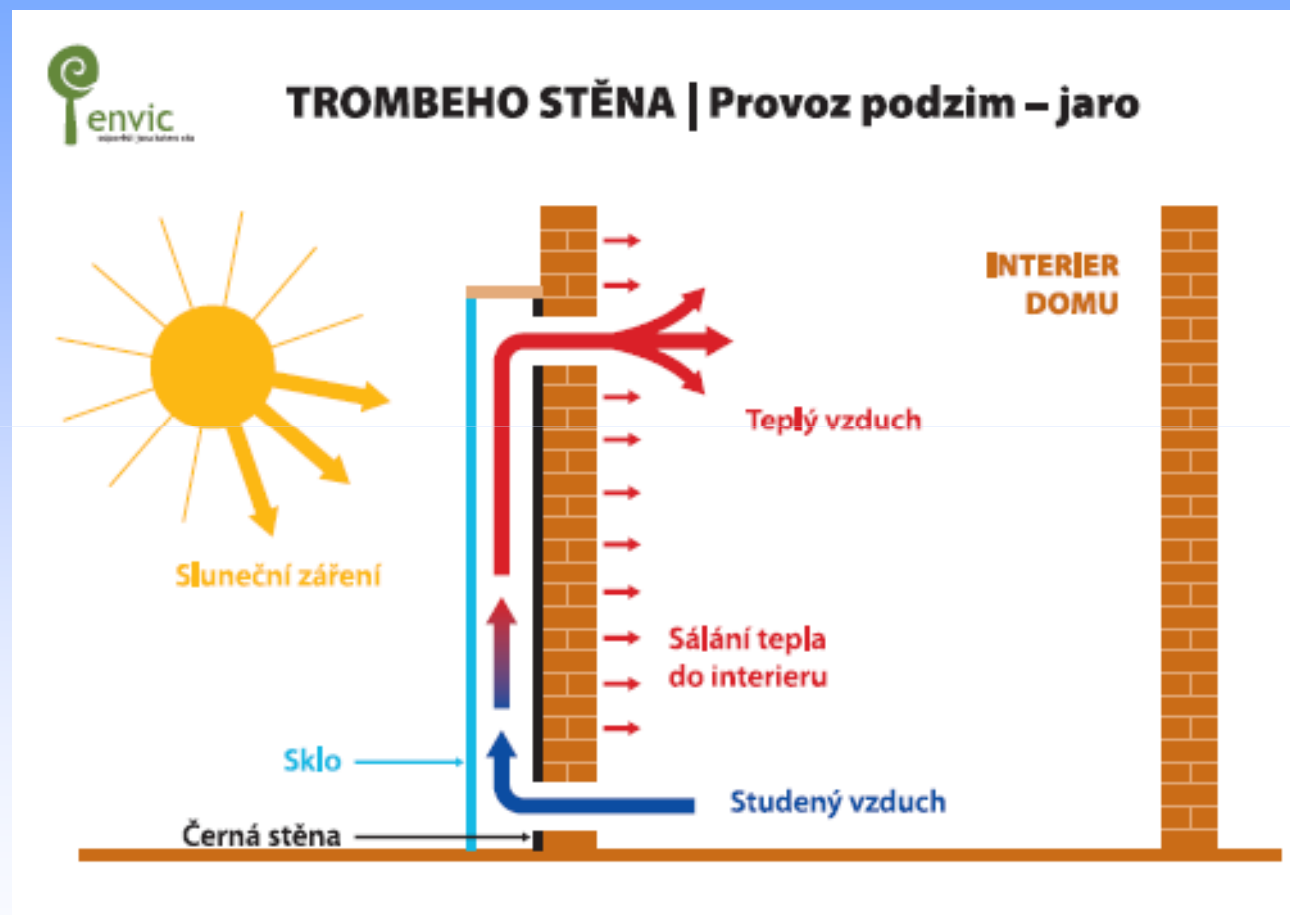


Příklady využití pasivních systémů – prosklené stěny a zimní zahrady



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Trombeho stěna



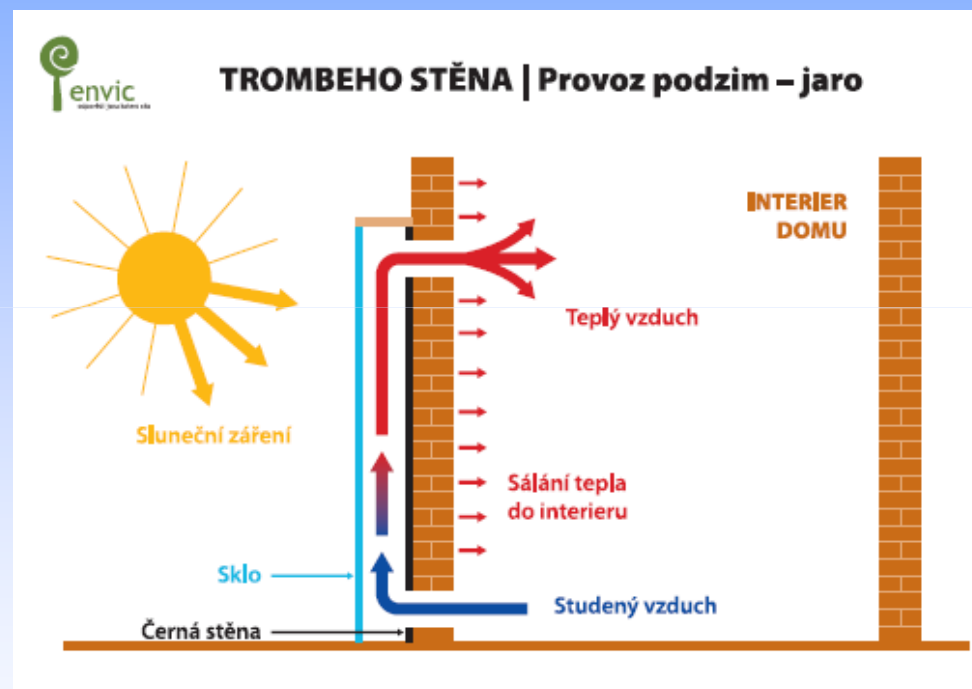
Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Příklady využití pasivních systémů – Trombeho stěna

Funkce Trombeho stěny v období podzim až jaro.

Sluneční záření dopadá na černou stěnu a zahřívá ji. Teplo se akumuluje ve stěně. Zároveň je zahříván vzduch ve vzduchové mezeře mezi stěnou a sklem.

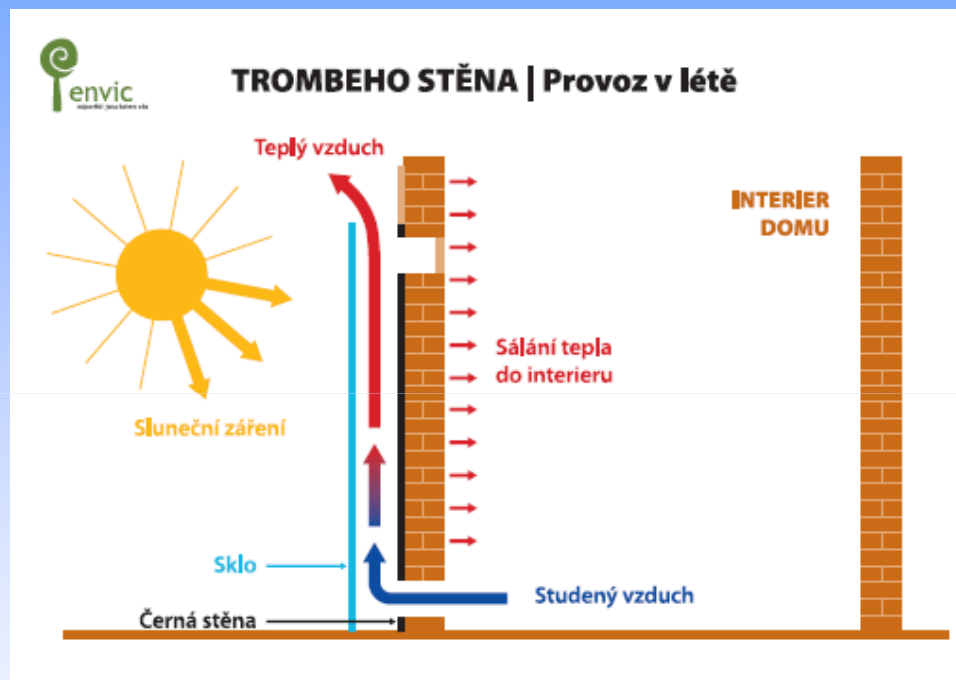
Teplý vzduch stoupá vzhůru a vzniká proudění – studený vzduch z interiéru domu proudí spodním otvorem do vzduchové mezery, kde se ohřívá, stoupá vzhůru a proudí horním otvorem ve stěně zpět do interiéru, který je takto přitápěn. Po západu Slunce již není ohříván vzduch ve vzduchové mezeře, ale v masivní stěně je stále akumulováno teplo, které je vyzařováno do interiéru domu.



Příklady využití pasivních systémů – Trombeho stěna

Funkce Trombeho stěny v létě

V létě by se dům přehříval – proto je v letním období horní otvor ve stěně uzavřen klapkou – teplý vzduch ze vzduchové mezery nemůže pronikat do interiéru. Zároveň je otevřena horní klapka ve vzduchové mezeře, kterou je pak teplý vzduch odváděn do exteriéru. Pokud je současně v severní chladnější stěně domu otevřen nějaký větrací otvor, systém zajišťuje letní provětrávání domu.



Příklady využití pasivních systémů – dům s Trombeho stěnou



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Výhody a nevýhody Trombeho stěny

- **Výhody Trombeho stěny**

Jednoduchost provedení a nízká cena.

Vyšší účinnost přeměny a využití sluneční energie než například u solárních kolektorů, je využito přímé přeměny slunečního záření na teplo bez dalších mezistupňů, které snižují účinnost.

Nižší tepelné ztráty stěnou než u stejně velkých prosklených jižních fasád (za předpokladu použití stejně kvalitního zasklení).

- **Nevýhody Trombeho stěny**

Pokud je stěna zhotovena z masivního materiálu (např. plná cihla) a před stěnou je jednoduché zasklení, je celkový tepelný odpor stěny poměrně nízký. V době kdy nesvítí Slunce proto Trombeho stěna přispívá k vyšším tepelným ztrátám domu.

Kratší doba, po kterou je teplo ve stěně akumulováno ve srovnání například se systémy s tepelně izolovanou akumulací nádrží.

Nerovnoměrné přitápění objektu vázané zejména na jižní část domu a prostory kam proudí teplý vzduch ze vzduchové mezery.

Skleníky

- Začátek 19. století
- Vlastnosti skleníku:
 - ohřátý vzduch nemůže uniknout
 - sklo nepropouští IR záření ven



Využití Slunce pro přípravu teplé vody a přitápění

- Základním zařízením je solární (sluneční) kolektor



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Kolektor

- shromažďuje záření, pohlcuje a mění je na teplo, odváděné pomocí kapaliny nebo vzduchu k místu využití nebo uložení, např. do solárního zásobníku (tepelného výměníku), kde se akumuluje.
- Tepelný výměník předává teplo užitkové vodě a ta je pak pomocí oběhových čerpadel rozváděna po objektu.

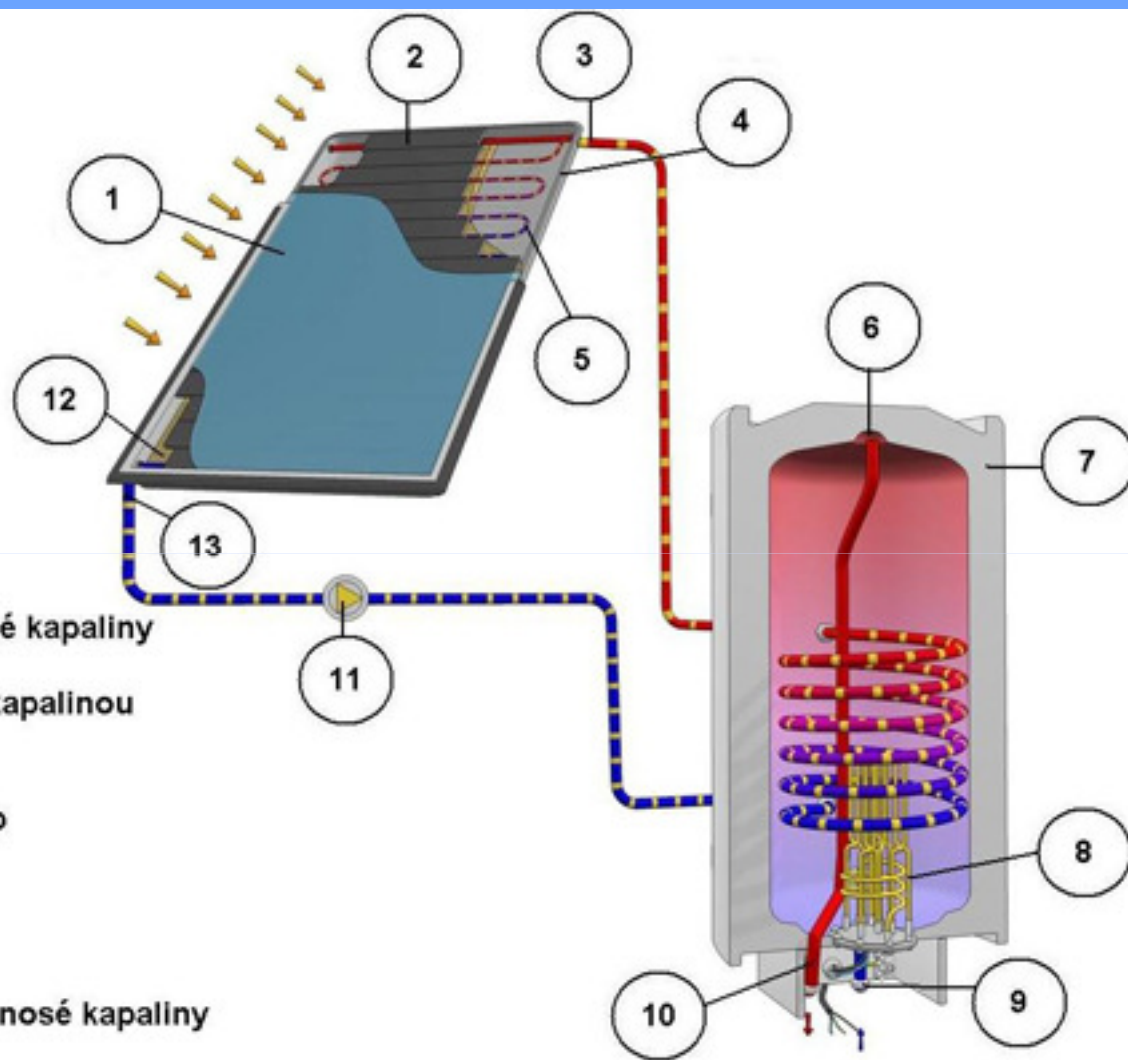
Solární (sluneční) kolektory

- Běžná domácnost spotřebuje ročně na ohřev užitkové vody asi 2 600 kWh energie. Solární kolektory mohou uspořit až 70 % této energie.
- Průměrná roční hodnota skutečného energetického zisku standardního kolektoru je 300 kWh/m² absorbní plochy.
- Maximum výkonu dodává kolektor za slunného dne kolem 14:00 hod.
- Pro celoroční přípravu dostatečného množství teplé vody je nutné instalovat ještě základní zdroj ohřevu užitkové vody (např. el. bojler).
- Solární kolektory se vyplatí hlavně u objektů s vyšší spotřebou teplé užitkové vody, při průmyslovém využití a při ohřevu vody v bazénu.
- Sluneční kolektory se instalují nejčastěji na šikmou střechu se sklonem 45° s jižní až jihozápadní orientací.
- Životnost slunečních kolektorů se pohybuje kolem 30 let.

Princip solárního kolektoru

Legenda:

- 1 - skleněný kryt
- 2 - absorpční vrstva
- 3 - odvod ohřáté teplovodné kapaliny
- 4 - rám kolektoru
- 5 - meandr s teplovodnou kapalinou
- 6 - odběr teplé vody
- 7 - akumulční nádrž
- 8 - elektrická spirála - dotop
- 9 - přívod studené vody
- 10 - vývod teplé vody
- 11 - oběhové čerpadlo
- 12 - tepelná izolace
- 13 - přívod ochlazené teplovodné kapaliny



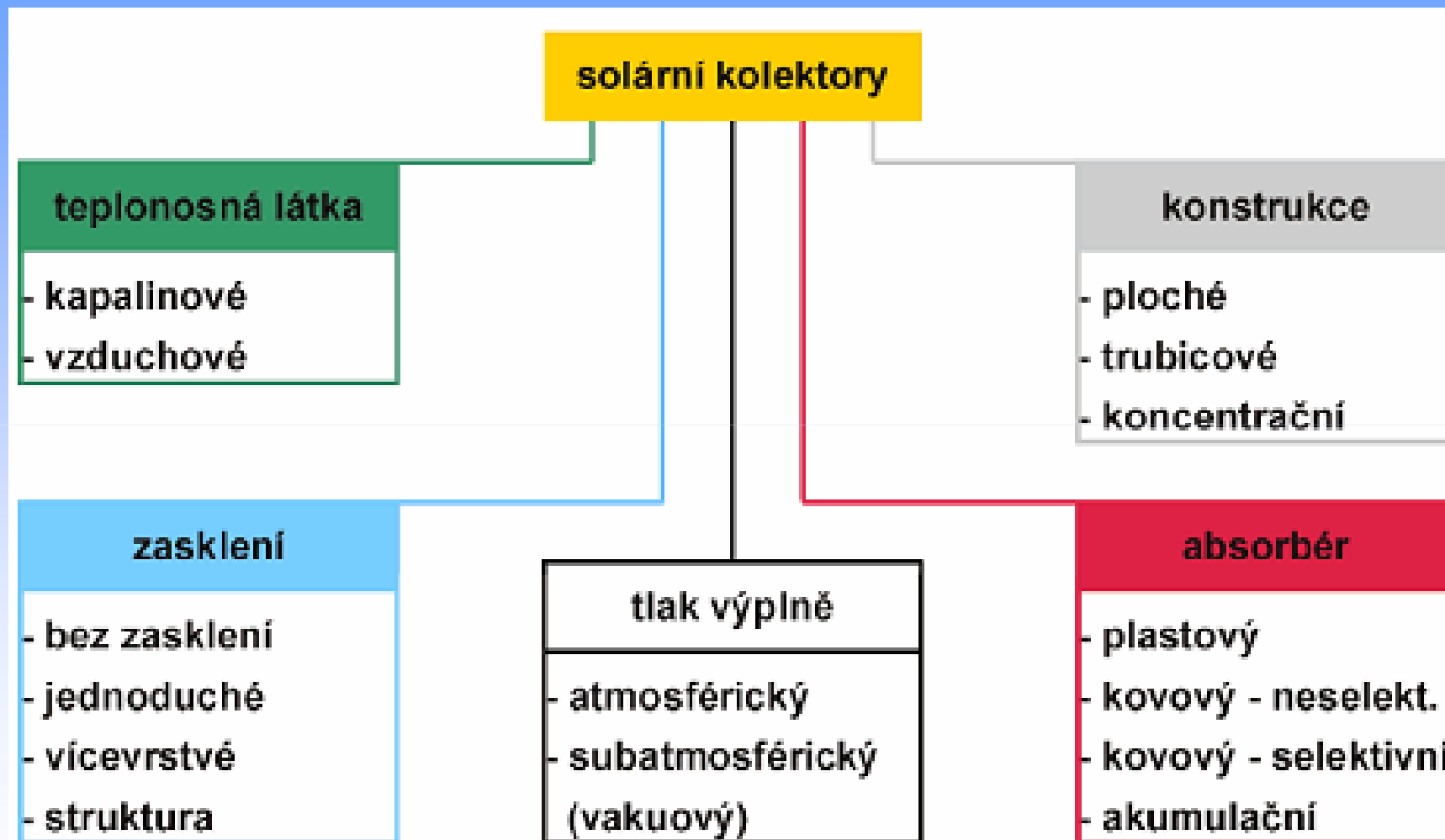
Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Hlavní části slunečního kolektoru



- **Absorbér** - je vyroben z měděného nebo hliníkového plechu, k jehož zadní straně jsou připájeny nebo nalisovány měděné trubice. Povrch absorbéru je upraven tak, aby pohlcoval co nejvíce záření.
- **Skříň** - kovová, plastová nebo dřevěná vana pro uložení absorbéru a dalších prvků.
- **Izolace** - omezuje tepelné ztráty a brání úniku tepla z absorbéru stěnami skříně.
- **Krycí sklo** - omezuje tepelné ztráty přední stěnou kolektoru. Viditelné světlo jím snadno prochází a v absorbéru se mění na teplo. Dlouhovlnné tepelné záření však sklo nepropouští ven. Uvnitř kolektoru vzniká skleníkový jev.

Rozdělení solárních kolektorů

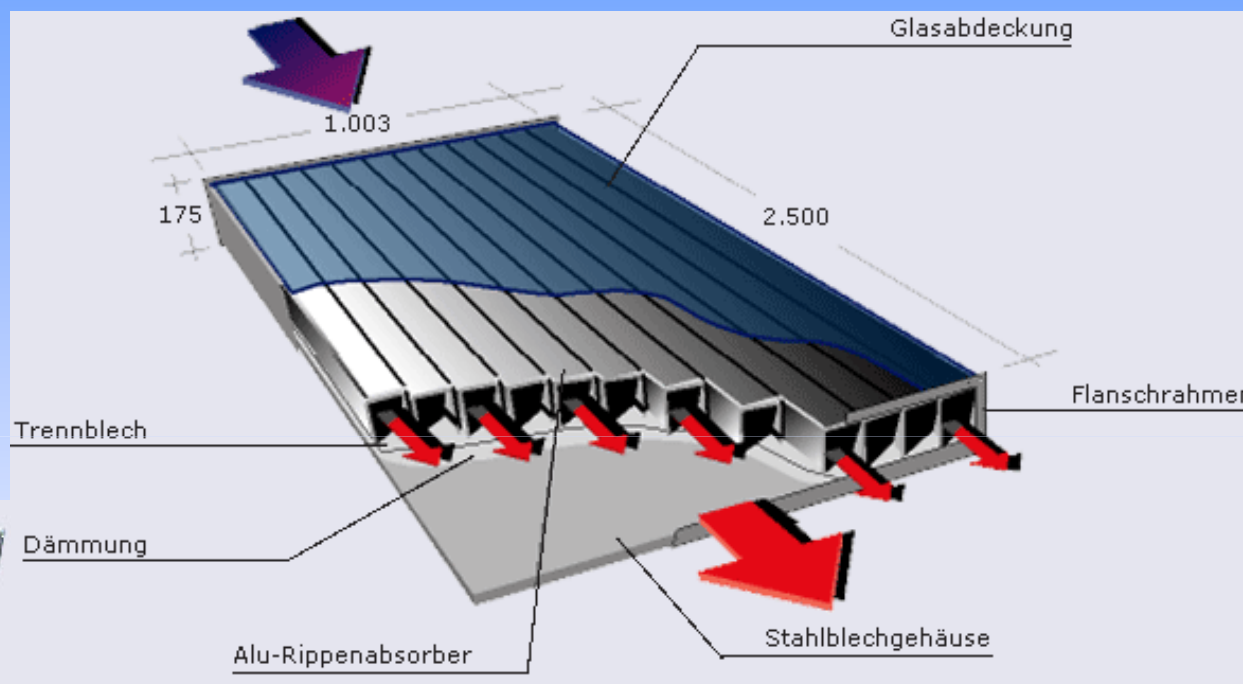
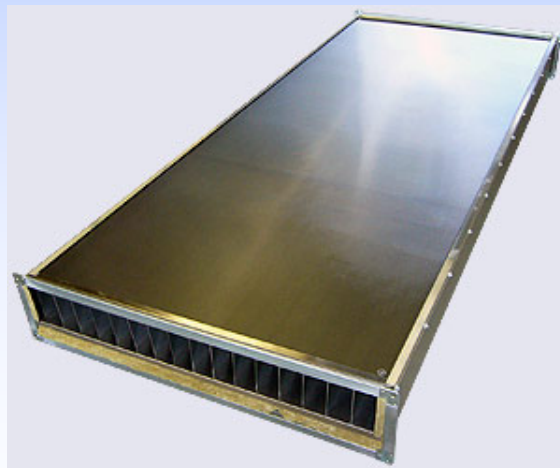


Vzduchové solární kolektory

- teplonosnou látkou je vzduch
- ohřívá se vně nebo uvnitř absorbéru

Použití:

- zemědělství – sušení
- obytné budovy – ohřev větracího vzduchu



Kapalinové solární kolektory

- teplotonosnou látkou je kapalina (voda, nemrznoucí směs, olej, atd.)
- energie pohlcená na povrchu absorberu je odváděna teplotonosnou látkou proudící uvnitř trubek absorberu



Rozdělení solárních kolektorů

- Více kritérií:

Doba provozu


- Sezónní systémy
- Systémy s celoročním provozem

Podle principu funkce

- Samotížné systémy
- Systémy s nuceným oběhem teplotnosného média

Rozdělení solárních kolektorů

- **PRINCIP SAMOTÍŽNÉHO SYSTÉMU**

- kapalina v kolektoru se ohřívá a roztahuje
- stoupá vzhůru k zásobníku s vodou
- předání tepelné energie z transportní kapaliny do vody  ohřívání TUV
- ochlazená kapalina zpět do kolektoru
= termosifonový efekt
- zásobník s vodou musí být umístěn výše než kolektor

Rozdělení solárních kolektorů

- **PRINCIP HNANÉHO SYSTÉMU**

- ohřátou nemrznoucí kapalinu „pošle“ k zásobníku solární hnací jednotka
- tepelná energie předána vodě v zásobníku prostřednictvím tepelného výměníku
- ochlazená směs putuje zpět do kolektorové plochy

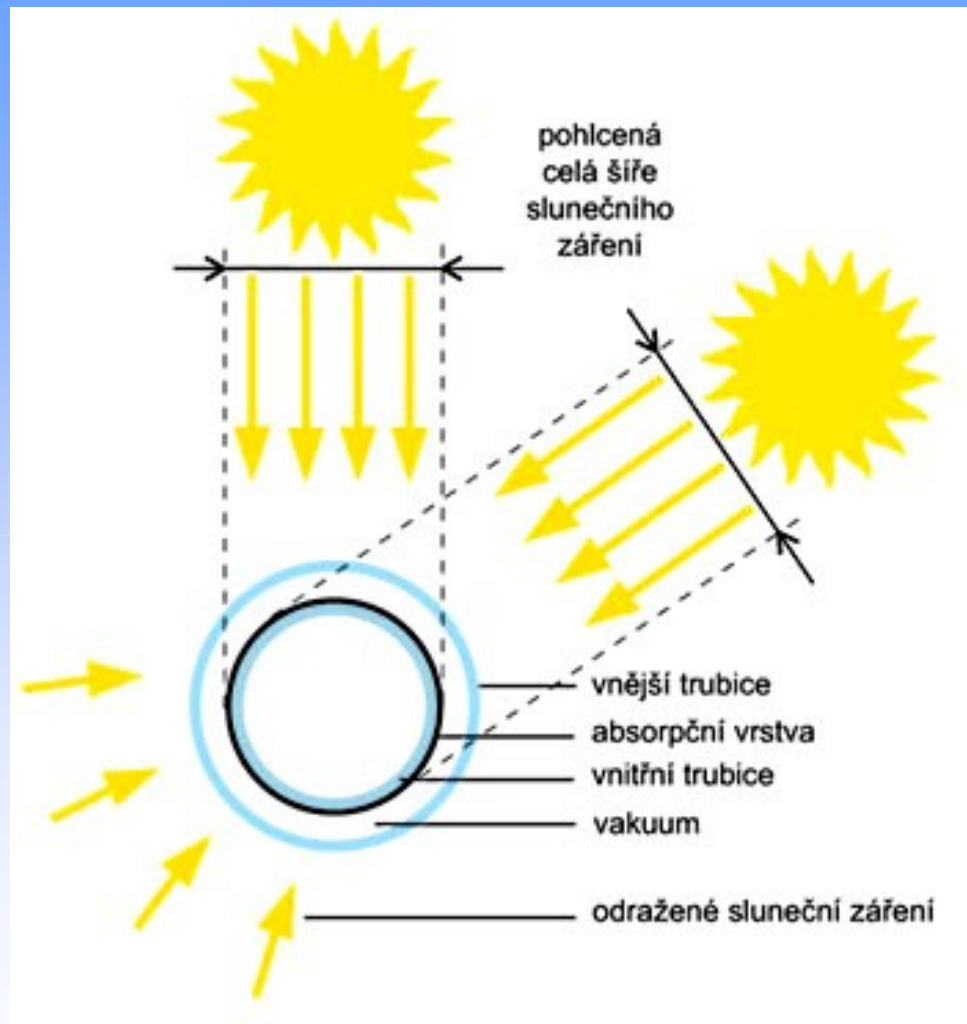
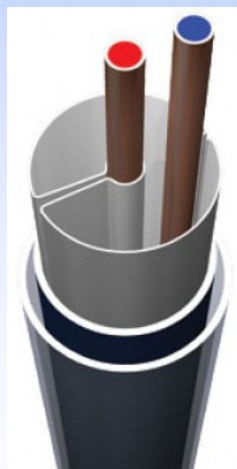
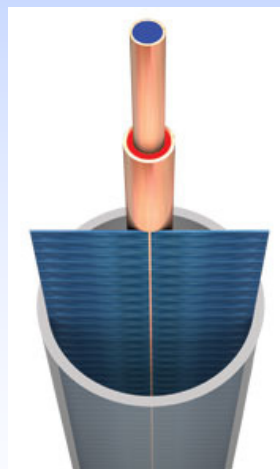
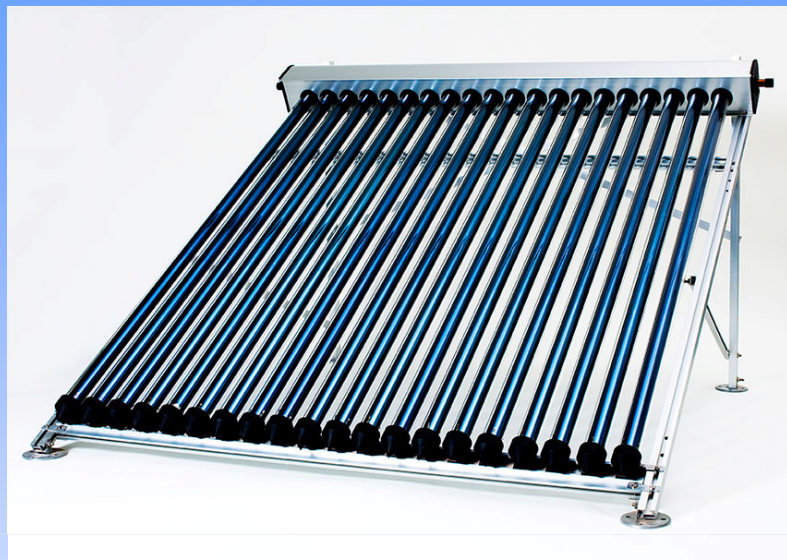
Běžné typy kapalinových kolektorů

- **Vakuové trubicovité kolektory**
 - vysoká účinnost hlavně v zimním období
 - díky podtlaku (vakuu) uvnitř trubice jsou eliminovány tepelné ztráty konvekcí
 - vhodné pro vysokoteplotní využití (nad 80 °C), do extrémních klimatických podmínek (vysokohorské chaty)

Běžné typy kapalinových kolektorů

- **Trubicovité vakuové – kondenzační**
 - **kondenzační teplo**
 - těkavá kapalina na dně měděné trubičky zahříváním přechází na páru, která se v horní části kolektoru a přechází zpět do kapalné fáze
 - při kondenzaci se uvolní teplo, které přejde přes sběrnou trubku do kapaliny celého solárního systému

Vakuové trubkové kolektory



Běžné typy kapalinových kolektorů

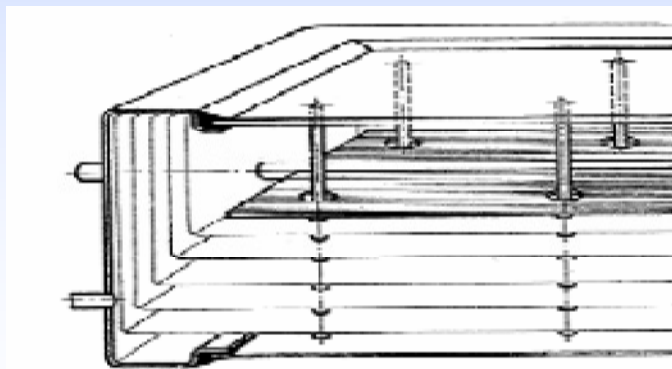
- **Ploché vakuové kolektory**
 - nejmodernější
 - nízké tepelné ztráty konvekční do okolí
 - nižší pořizovací náklady při zachování vysoké účinnosti

Běžné typy kapalinových kolektorů

- **Ploché vakuové kolektory pro celoroční použití**
 - nejrozšířenější typ
 - poloviční až třetinové pořizovací náklady oproti vakuovým
 - větší tepelné ztráty
 - selektivní absorpční vrstva snižuje tepelné ztráty sáláním z povrchu absorbéru

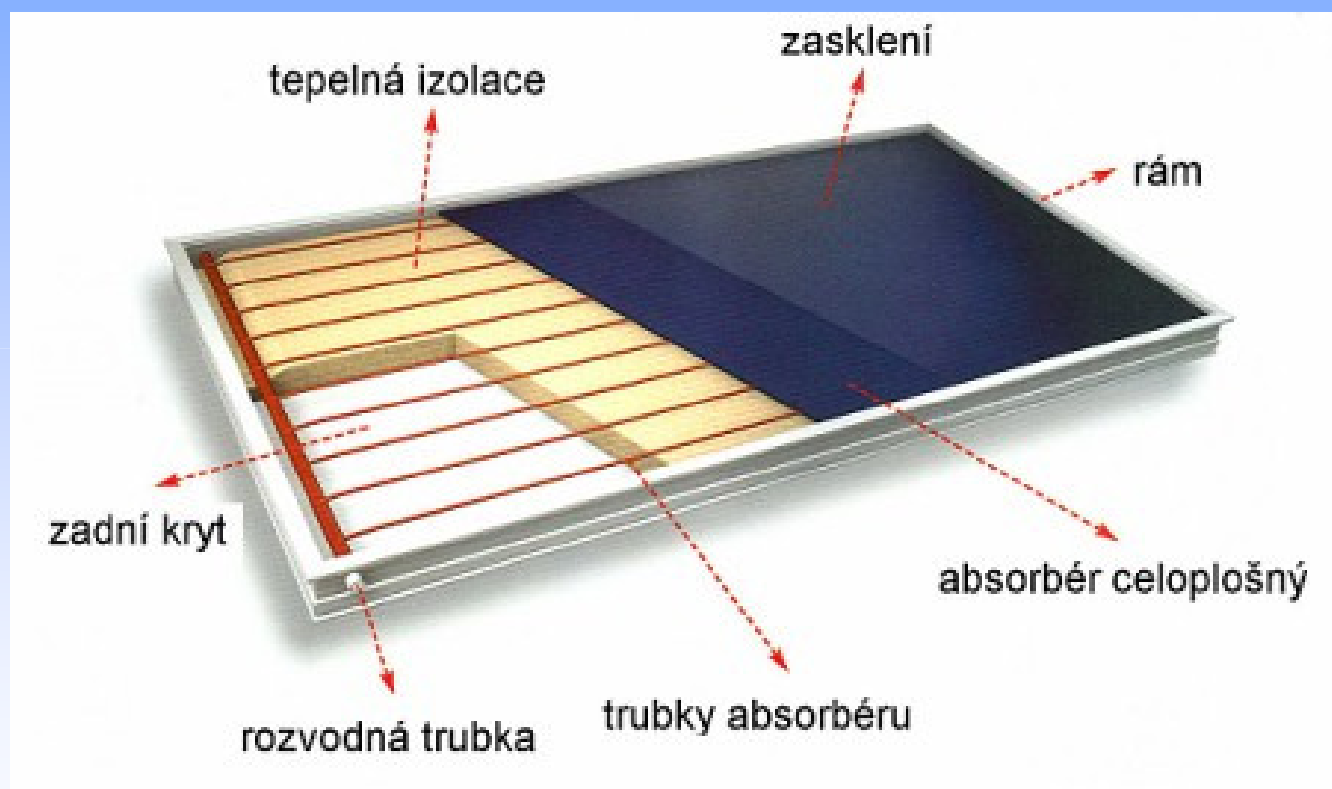
Ploché vakuové kolektory

- Výhodou je možnost kdykoliv obnovit vakuum (absolutní tlak 1 až 10 kPa) uvnitř kolektorů připojením na vývěvu přes přírubovou spojku uprostřed kolektoru.
- Je vhodný pro aplikace, kde se vyžadují teploty nad 80° C, případně tam, kde jsou nutné tepelné zisky i v době nízké intenzity slunečního záření (v zimním období).
- Zatížení plochého krycího skla zachytí opěrky.



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Běžné typy kapalinových kolektorů



Běžné typy kapalinových kolektorů

- **Plochý kolektor bez transparentního krytu**
 - sezónní využití
 - jednookruhové systémy
 - Kolektorem protéká přímo ohřívaná voda
 - jednoduchost
 - nižší pořizovací náklady
 - ohřev bazénové vody
 - maloobjemový ohřev teplé vody

Nekryté solární kolektory – bez zasklení

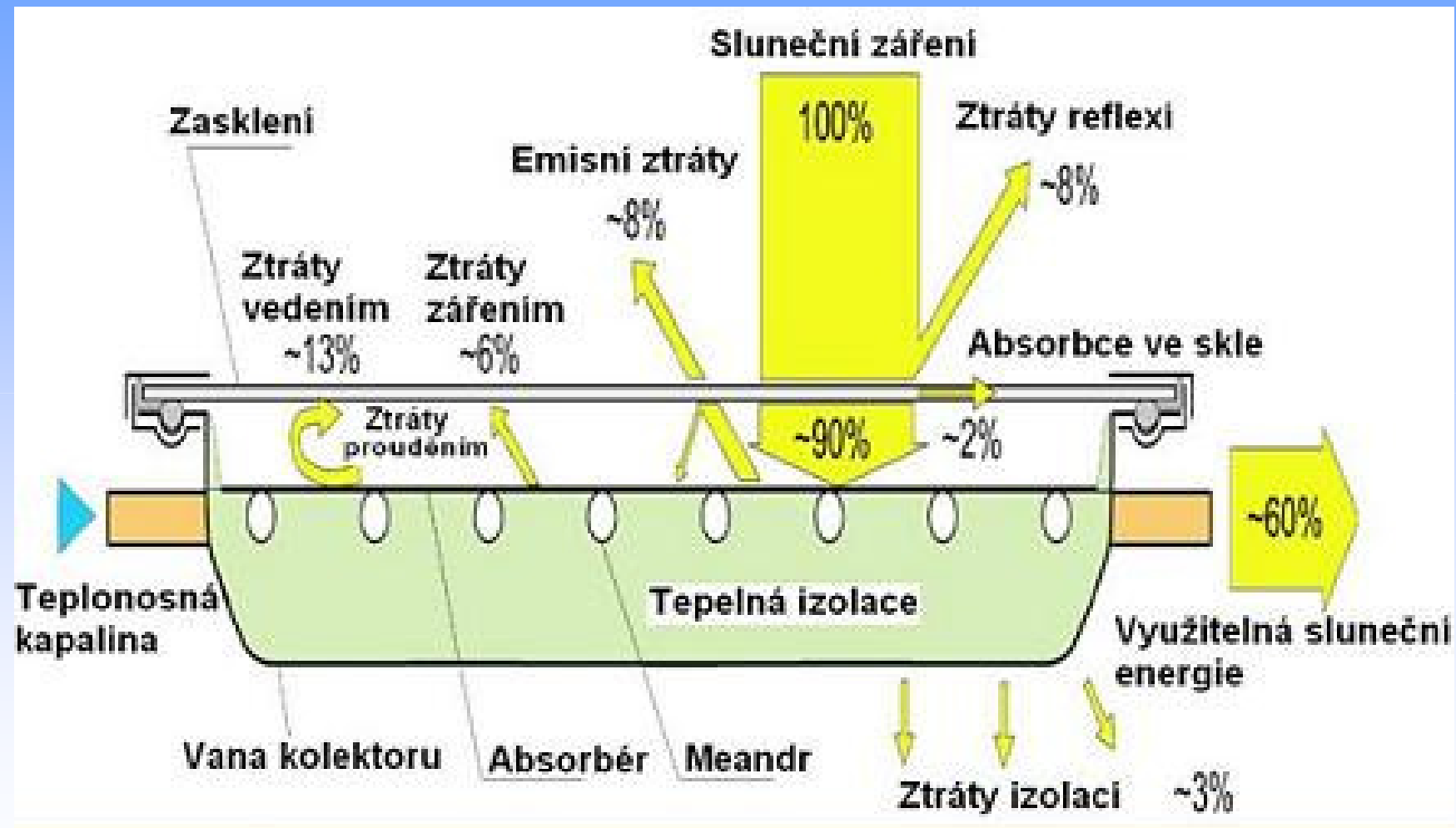
- teplotní hladiny do 40 °C
- vhodné pro sezonní aplikace, ohřev bazénové vody
- výrazně závislé na okolních podmínkách (teplota, proudění vzduchu)



Ploché solární kolektory – zasklené - neselektivní

- **Ploché neselektivní kolektory** jsou tvořeny měděným plechem (tzv. absorbérem) natřeným černou nebo jinou tmavou barvou.
- Vlivem slunečního záření se absorpční plocha kolektoru zahřívá.
- Vzniklé teplo je předáváno na měděnou trubičku ve tvaru meandru navařenou nebo nalisovanou na absorberu, odkud je odváděno protékající teplotonosnou kapalinou do spojovacích trubic kolektoru a dále do solárního okruhu.
- Všechny funkční části kolektoru jsou uloženy v hliníkové nebo ocelové vaně vyplněné tepelnou izolací a na vrchu opatřené tvrzeným bezpečnostním sklem.
- Sklo má pro zajištění vysoké propustnosti slunečního záření nízký obsah oxidů železa a pro snížení nežádoucí odrazivosti slunečního záření bývá opatřeno texturováním.
- Tento typ termosolárních kolektorů je nejlevnější.

Ploché solární kolektory – tepelná bilance

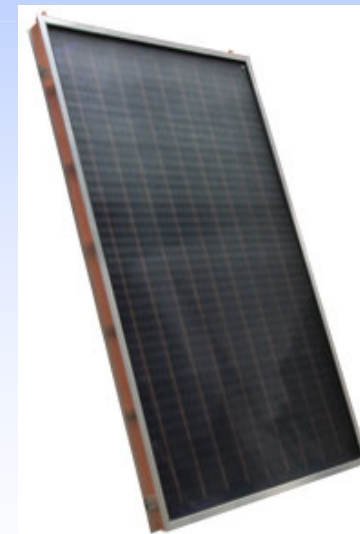


Ploché solární kolektory – zasklení kolektoru

- **jednoduché zasklení**
- **sklo s nízkým obsahem FeO_3** (solární, nízkoželezité)
 - snížení pohltivosti materiálu zasklení
- **antireflexní povlaky**
 - snížení odrazivosti rozhraní sklo-vzduch
- **prizmatické sklo** (pyramidový vzor, textura)
 - zvýšení propustnosti při vyšších úhlech dopadu
- **dvojitě zasklení**
 - **solární sklo + folie** (teflon), nižší ztráty, nižší propustnost



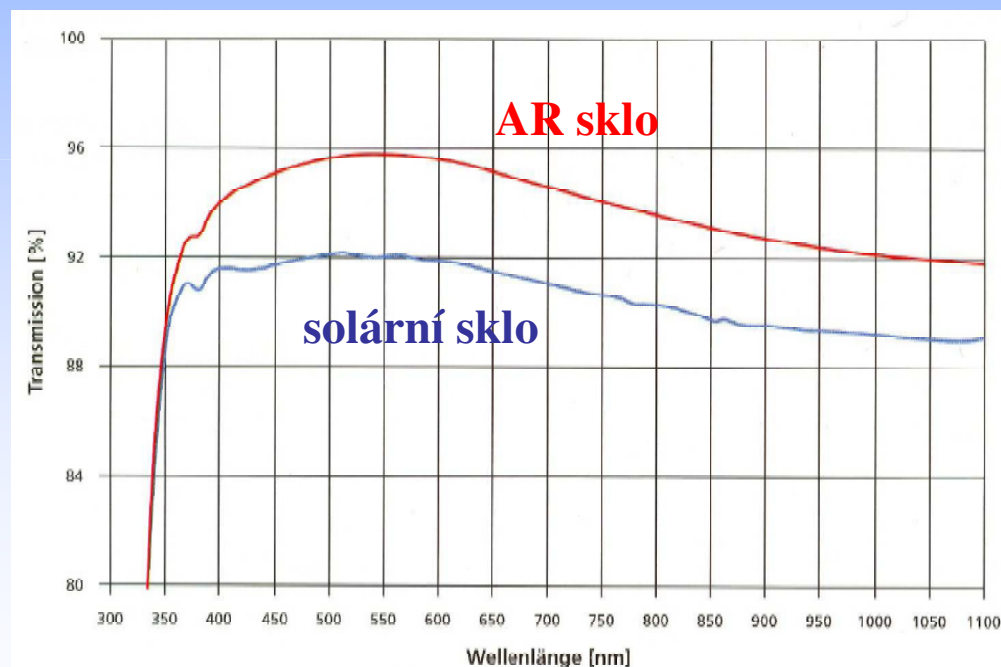
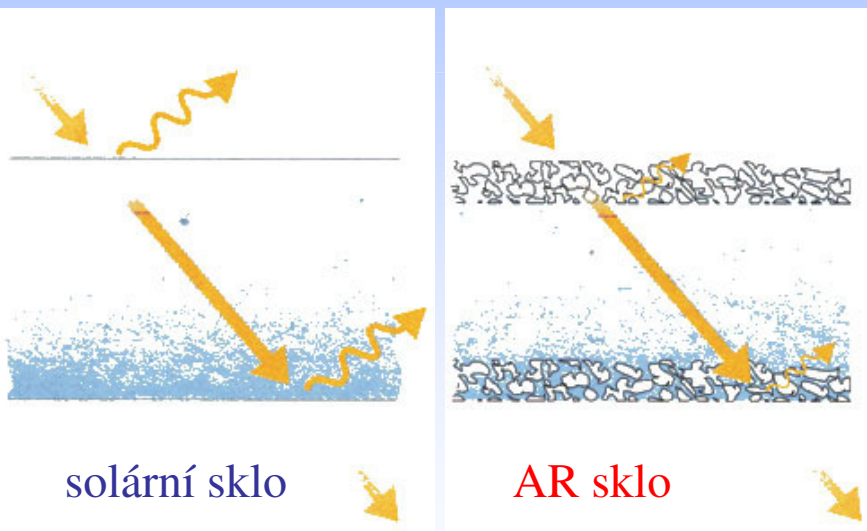
AR sklo



Ploché solární kolektory – antireflexní sklo

- **Antireflexní solární sklo**

- představuje naprostý vrchol v současnosti vyráběných solárních sklech
- omezuje odraz dopadajícího slunečního záření mimo kolektor díky oboustranné antireflexní vrstvě
- propustnost slunečního záření je 96%.



Ploché solární kolektory – zasklené - selektivní

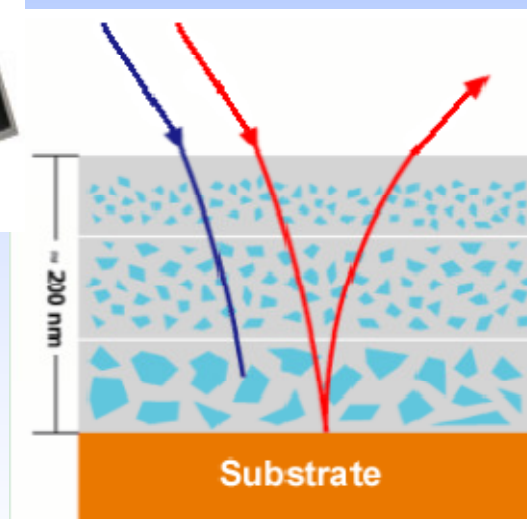
- **Ploché selektivní kolektory** se oproti předchozímu typu liší pouze tím, že **absorbér je** namísto nátěru **opatřen speciální vysoce selektivní vrstvou**, která snižuje tepelné ztráty sáláním z povrchu absorbéru o 15-30 %.
- Tyto kolektory jsou v současnosti nejrozšířenější a pro většinu domácností nejvhodnější
- **Dosahují výborných výkonnostních vlastností při celoročním provozu**, jsou velmi spolehlivé, mají dlouhou životnost a vykazují výhodný poměr dosaženého výkonu k vynaloženým investičním nákladům.
- V zimě umožňují automaticky se zbavit sněhu z plochy kolektorů – to platí i pro předchozí typ kolektorů.
- Účinnost kolektorů je 70 až 80 %, u špičkových výrobků až 88 %.

Ploché solární kolektory – selektivní povrch Eta plus

- **Vysoce selektivní povrch** Eta plus představuje špičku v nyní vyráběných selektivních materiálech. Eta plus je tvořena sloučeninou keramiky a kovu (CERMET). Směrem k povrchu koncentrace kovových částic klesá.
- **Povrch má velkou absorpci slunečního záření a malé ztráty sáláním tepla.**
- Je zaručena dlouhodobá stálost “solárních parametrů” absorpce $\alpha = 95\%$ ($\pm 2\%$) a emisivita $\varepsilon = 5\%$ ($\pm 2\%$) a dlouhá životnost absorbéru.
- Keramicko-kovové (ceramic-metal = cermet)



Selektivní povrch



Ploché vakuové kolektory

- **Ploché vakuové kolektory** jsou technicky shodné s plochými selektivními kolektory, **díky vakuování prostoru kolektoru však vykazují menší tepelné ztráty vyzařováním do okolního prostoru.**
- Hodí se pro vytápěcí systémy a průmyslové aplikace.
- Oproti klasickým selektivním kolektorům jsou dražší, ale spojují v sobě výhody trubicových vakuových kolektorů (nízké tepelné ztráty) a plochých selektivních kolektorů (ve srovnání s trubicovými mají nižší pořizovací náklady při zachování vysoké účinnosti).

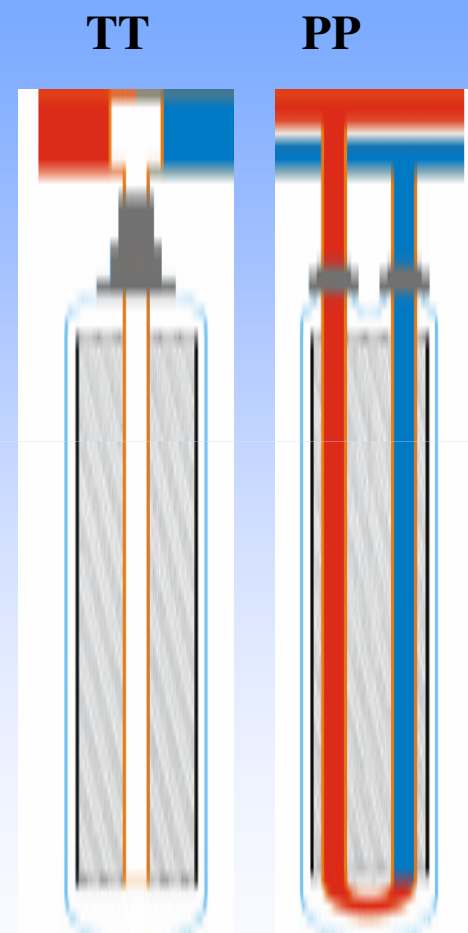
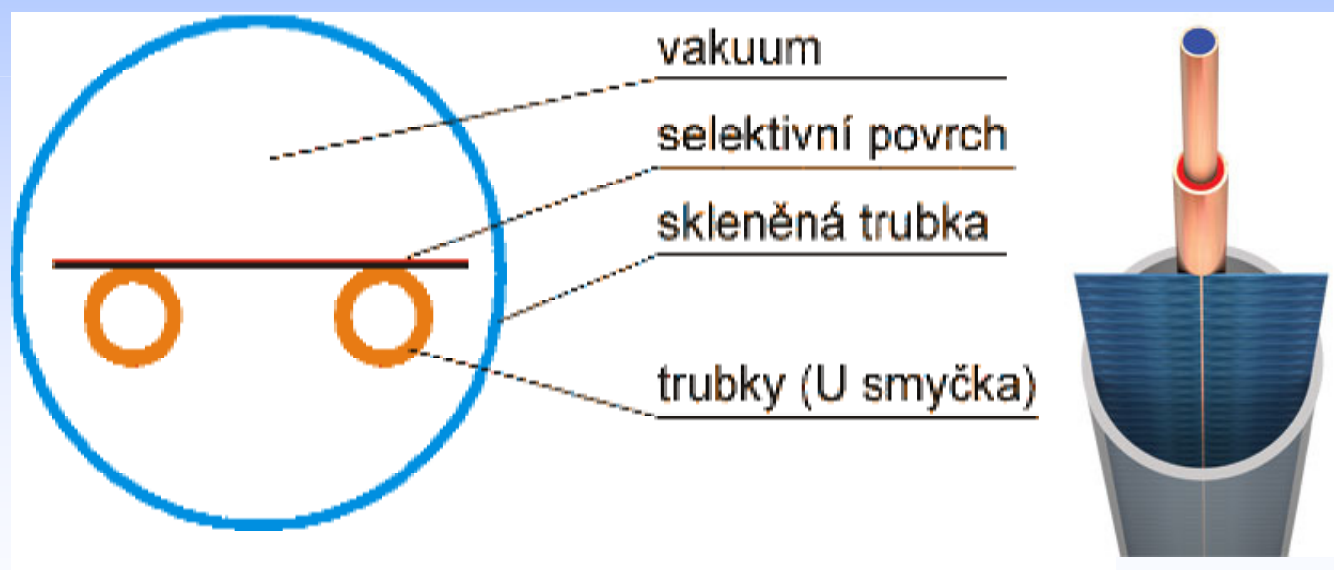
Vakuové trubicové kolektory

- **Trubicové vakuové kolektory jsou tvořeny skleněnými trubicemi s dvojitou stěnou s vakuem mezi těmito stěnami.**
- Na vnitřní stěně trubice je selektivní vrstva, ze které je teplo odnímáno měděnou trubičkou naplněnou teplotnosnou kapalinou.
- Díky lepší tepelné izolaci pomocí vakua jsou tyto kolektory během jarních a podzimních měsíců účinnější než kolektory ploché.
- Hodí se lépe pro fasádní systémy a i přesto, že ve srovnání s plochými kolektory vykazují nižší účinnost v létě, mají vyšší účinnost v celoročním průměru.
- Jsou vhodné pro ohřev vody na vysokou teplotu pro průmyslové využití, přitápění a celoroční ohřev bazénu. Ceny těchto kolektorů jsou vyšší.

Vakuové trubicové kolektory

Jednostěnná vakuová trubice s plochým absorbérem

- tepelná trubice (TT) - vlevo
 - přímo protékaný registr (PP) – vpravo
- Velmi kvalitní přestup tepla z absorbéru do kapaliny**

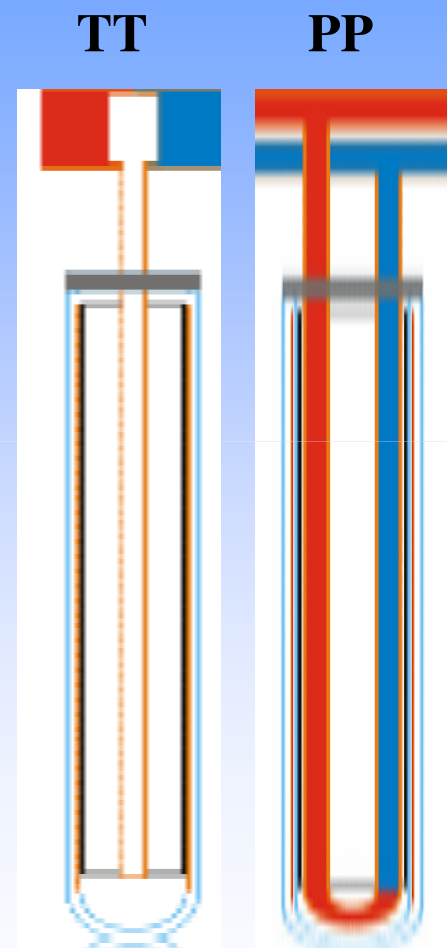
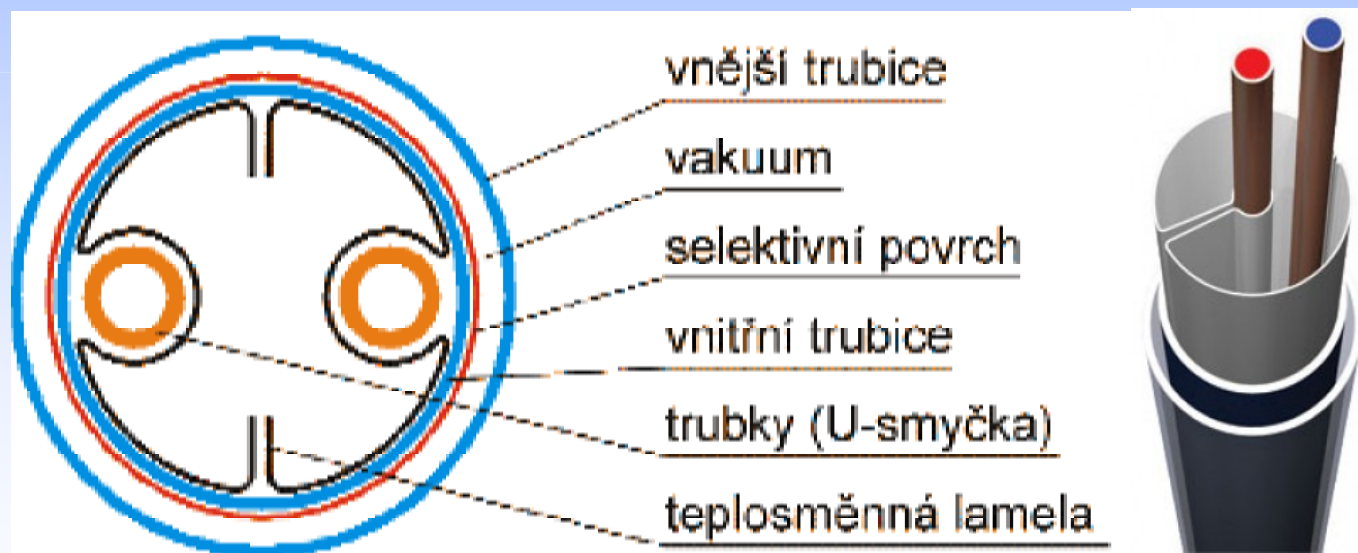


Vakuové trubcové kolektory

Dvojstěnná vakuová Sydney trubice s válcovým absorbérem

- tepelná trubice (s kontaktní lamelou), TT
- přímo protékaný registr (s kontaktní lamelou), PP

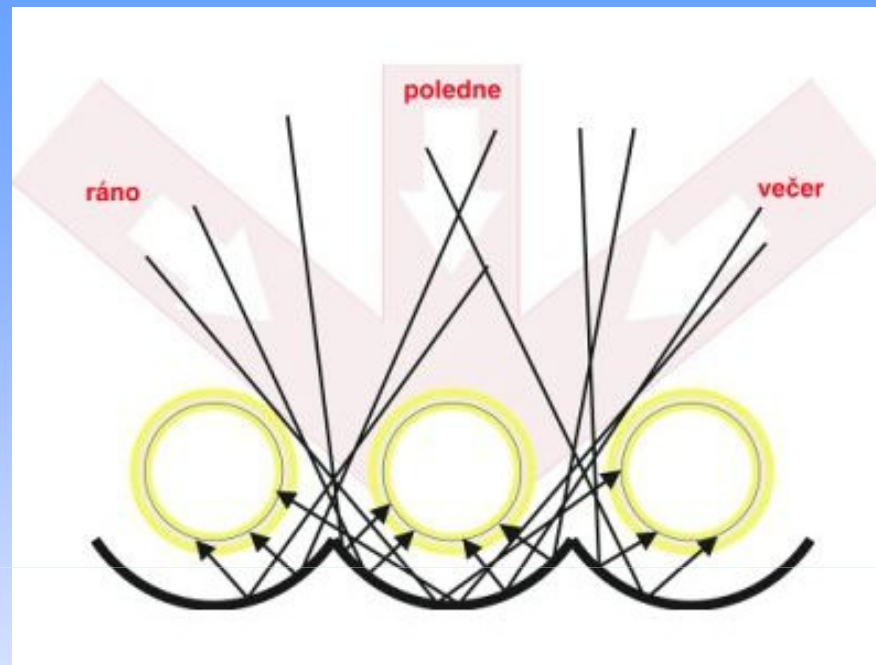
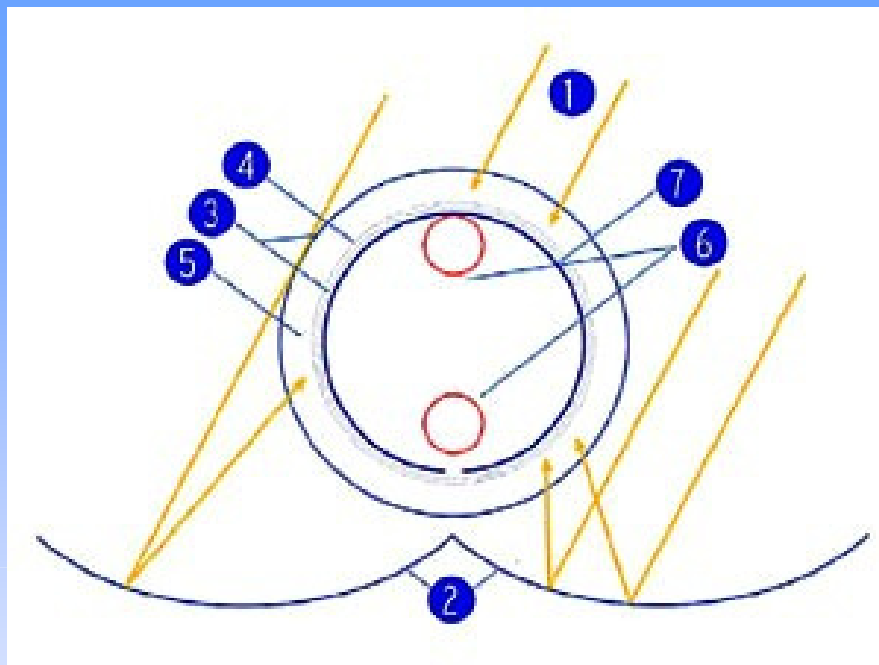
Kontaktní teplosměnná lamela je zcela zásadním prvkem



Trubicové solární kolektory s reflektorem

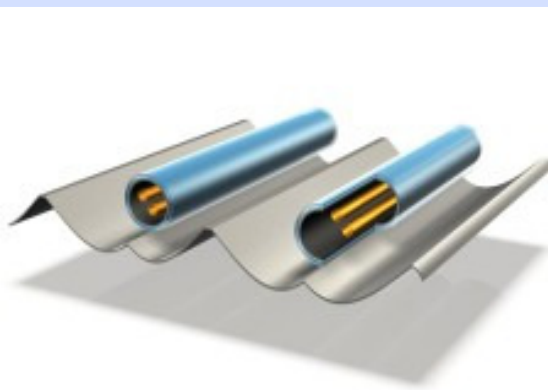
- **Nová generace trubicových vakuových kolektorů s integrovaným parabolickým koncentrátorem**
- Kolektor pracuje i při hluboce minusových teplotách prakticky bez tepelných ztrát. Vakuum je vytvořeno v mezeře mezi dvěma skleněnými trubicemi, které tvoří jeden celek. Zrcadlová odrazová plocha umocňuje zisk z kolektoru.
- **Přednosti kolektoru:**
vysoké zisky díky vakuu a selektivnímu povrchu, vysoké teploty i při nepříznivém počasí, jednoduchá montáž, dlouhá životnost, žádné styky kovu se sklem a selektivní povrch ve vakuu, dvojité zrcadlo k umocňování zisků, snadná výměna trubic bez přerušení provozu.

Trubicové solární kolektory s reflektorem



Legenda:

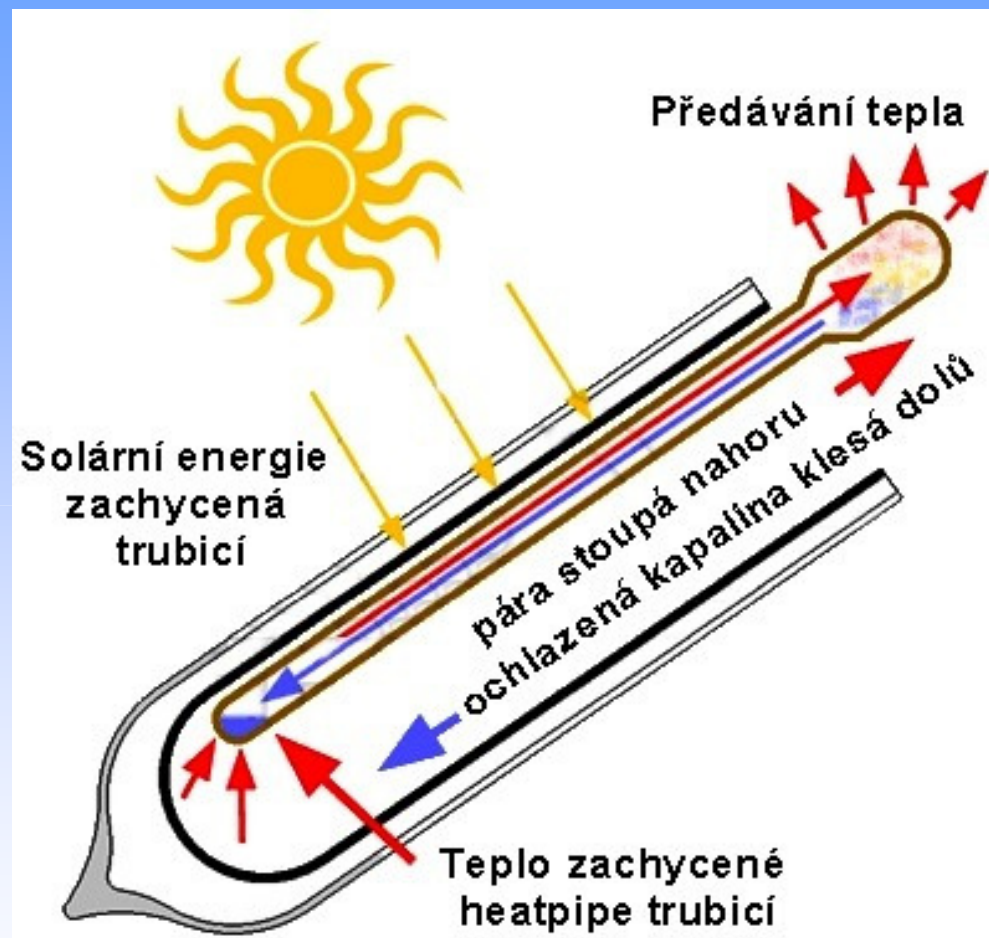
- 1 - sluneční záření,
- 2 - parabolická zrcadla,
- 3 - vakuová trubice,
- 4 - vysoce selektivní povrch,
- 5 - vakuum,
- 6 - měděná trubice,
- 7 - hliníkový teplotnosný plech
(se selektivním nánosem - 4)



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Vakuové trubicové kolektory – kondenzační

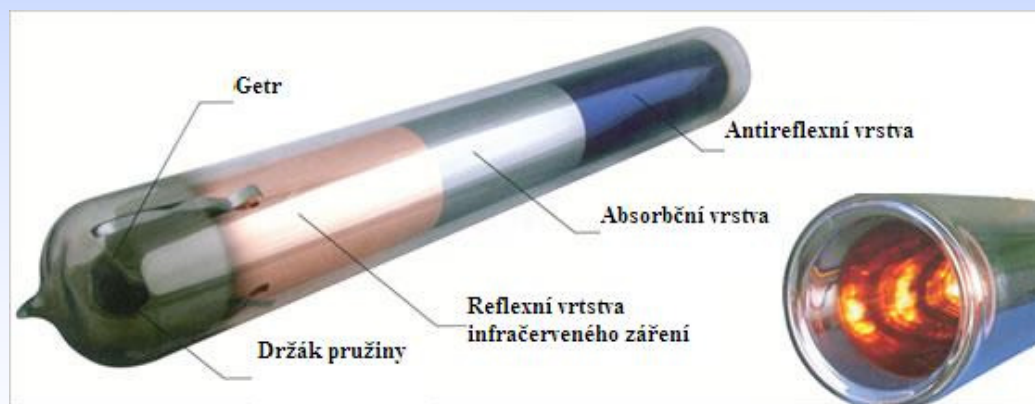
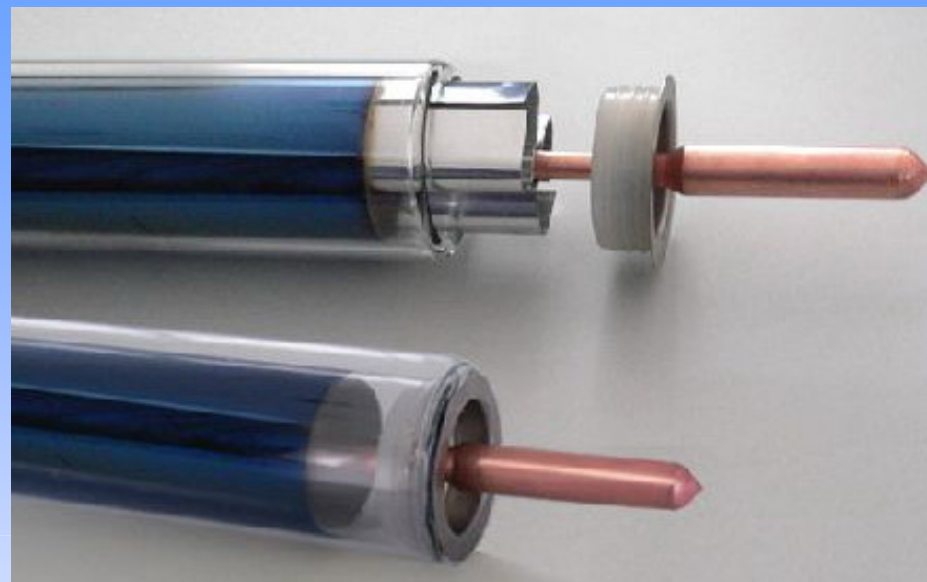
- **Základní součástí kolektoru jsou dvouplášťové skleněné trubice, vrstvu mezi skly tvoří vakuum, které slouží jako izolační vrstva. Využívá se principu „termosky“.**
- **Na povrchu vnitřního pláště trubice je nanášena selektivní vrstva absorberu AL-N/AL, za účelem zvýšení absorpce slunečního záření.**
- **Získaná energie je předávána do měděné trubice HeatPipe, vyplněné kapalinou, která se teplem odpařuje a předává teplo v horní části kolektoru (sběrači). Přes sběrač protéká teplotonosná kapalina, která odebírá teplo z trubice HeatPipe a ohřívá teplotonosná kapalina pokračuje dále do solárního zásobníku.**



Vakuové trubicové kolektory – kondenzační

Vakuové trubice solárního kolektoru

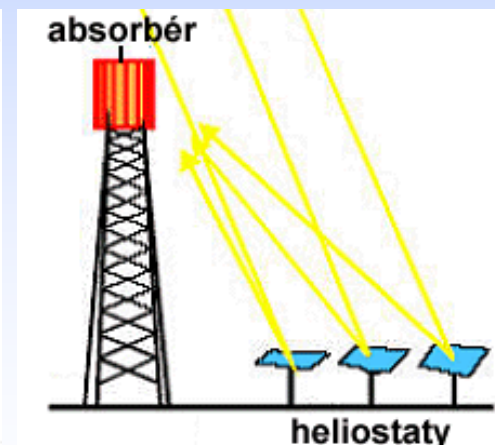
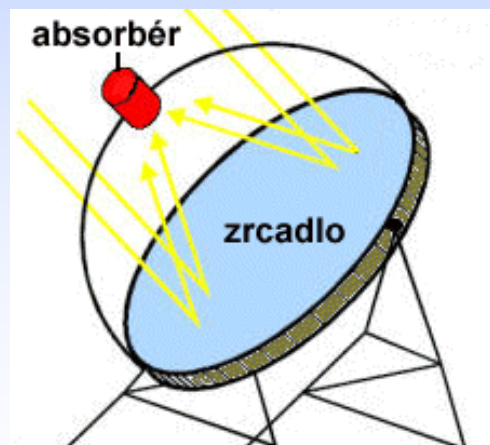
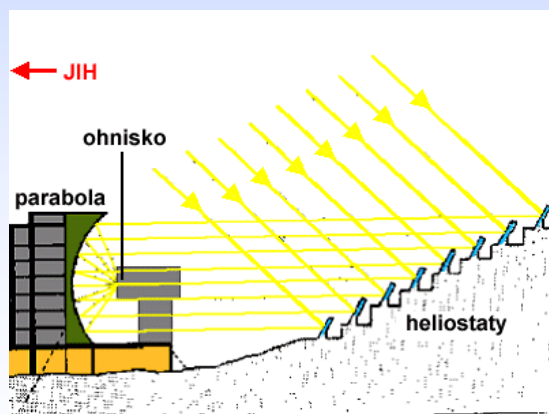
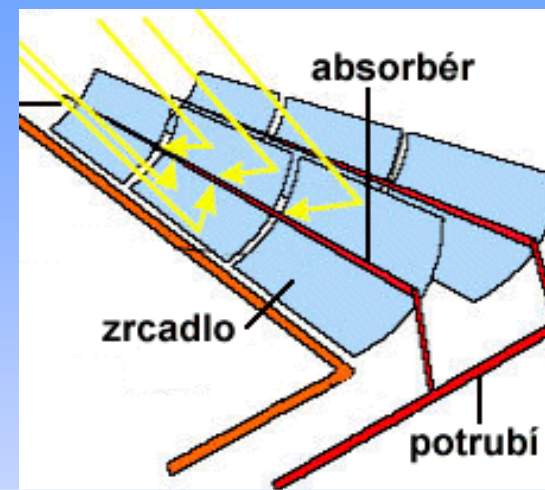
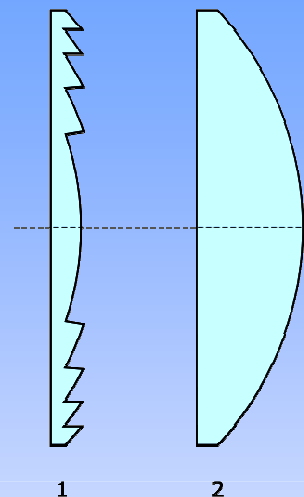
- speciální skleněná trubice (roura v rouře 58mm/47mm) s vakuem (0,005 Pa), pracuje na principu termosky
- vakuum má funkci izolantu, ale dokonale propouští sluneční záření
- použité sklo se vyznačuje velmi dobrou mechanickou odolností, trubice nemá žádné těsnění (jedná se o zatavené skleněné spoje), nedochází ani po letech k netěsnostem
- vnitřní část trubice je pokryta selektivní vrstvou, díky tomu i při slabém slunečním záření nebo při zatažené obloze se získává teplo
- účinnost absorbce je 95%



Koncentrační solární kolektory

Pracují na principu koncentrace
přímého slunečního záření
odrazem (zrcadla) x lomem (čočky)

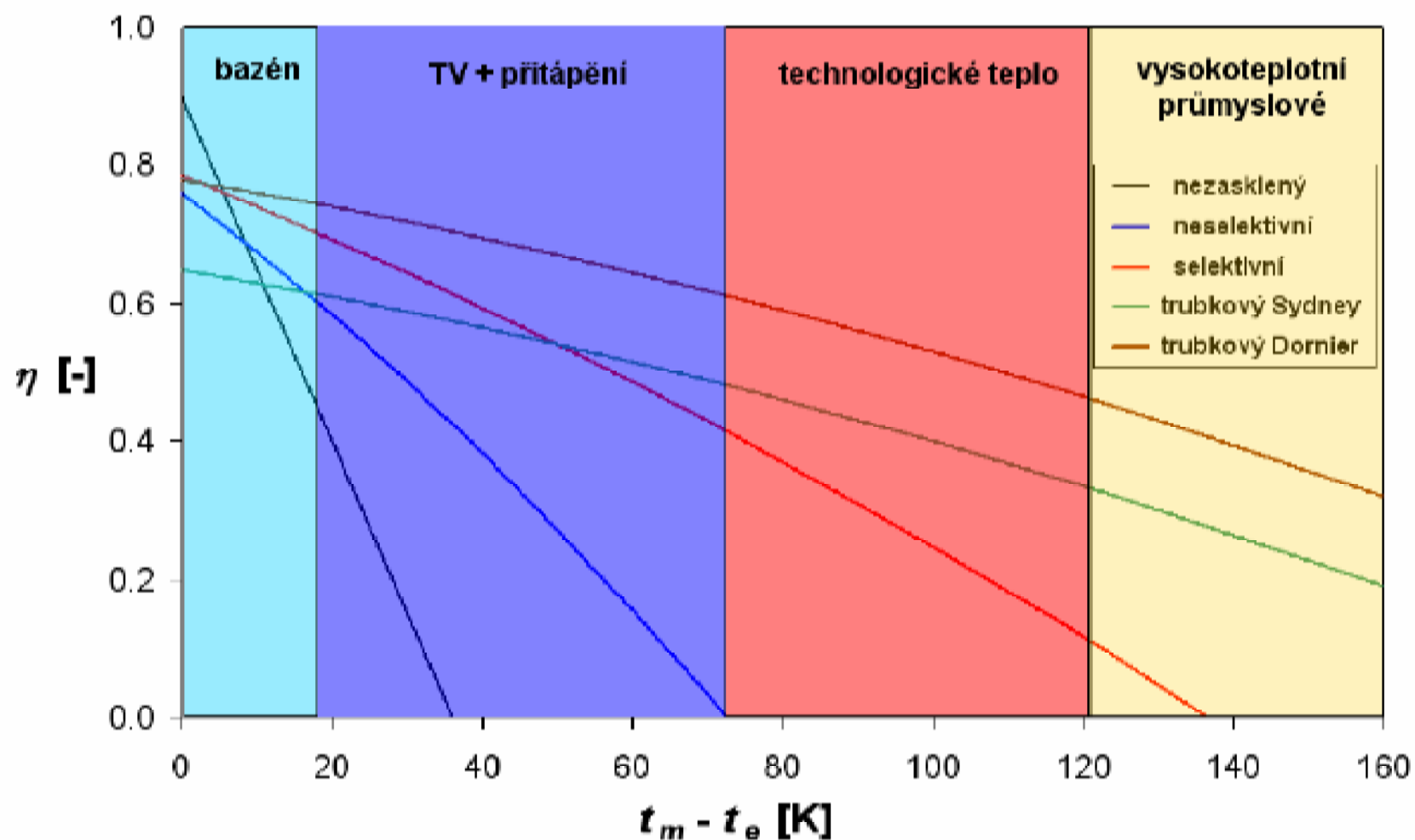
- **lineární ohnisko**
 - parabolický reflektor
 - Winstonův kolektor
 - kolektor s Fresnelovou čočkou
- **bodové ohnisko**
 - paraboloidní reflektor
 - fasetové reflektory, heliostaty



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Solární kolektory - aplikace



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Solární kolektory - aplikace

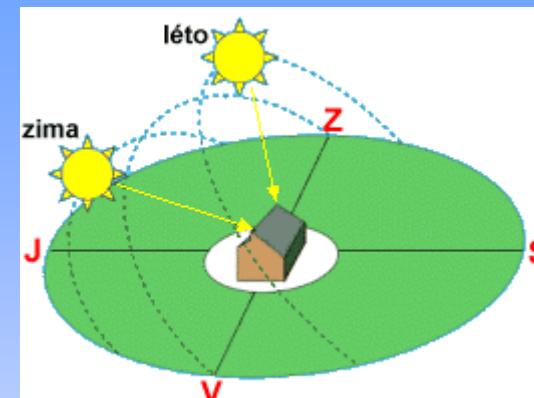
- **nízkoteplotní ($< 40\text{ }^{\circ}\text{C}$)**
 - ohřev bazénové vody (nezasklené rohože, neselektivní kolektory)
 - sušení plodin (vzduchové)
- **středněteplotní ($< 90\text{ }^{\circ}\text{C}$)**
 - příprava teplé vody + přitápění (ploché kolektory s jedním zasklením a selektivním absorberem, vakuové trubkové kolektory)
- **vysokoteplotní ($> 90\text{ }^{\circ}\text{C}$)**
 - technologické teplo (vakuové kolektory, vícenásobná zasklení, koncentrační kolektory)

Instalace solárních kolektorů

Při instalaci kolektoru na střeše, stěně budovy nebo na volném terénu je třeba splnit několik podmínek.

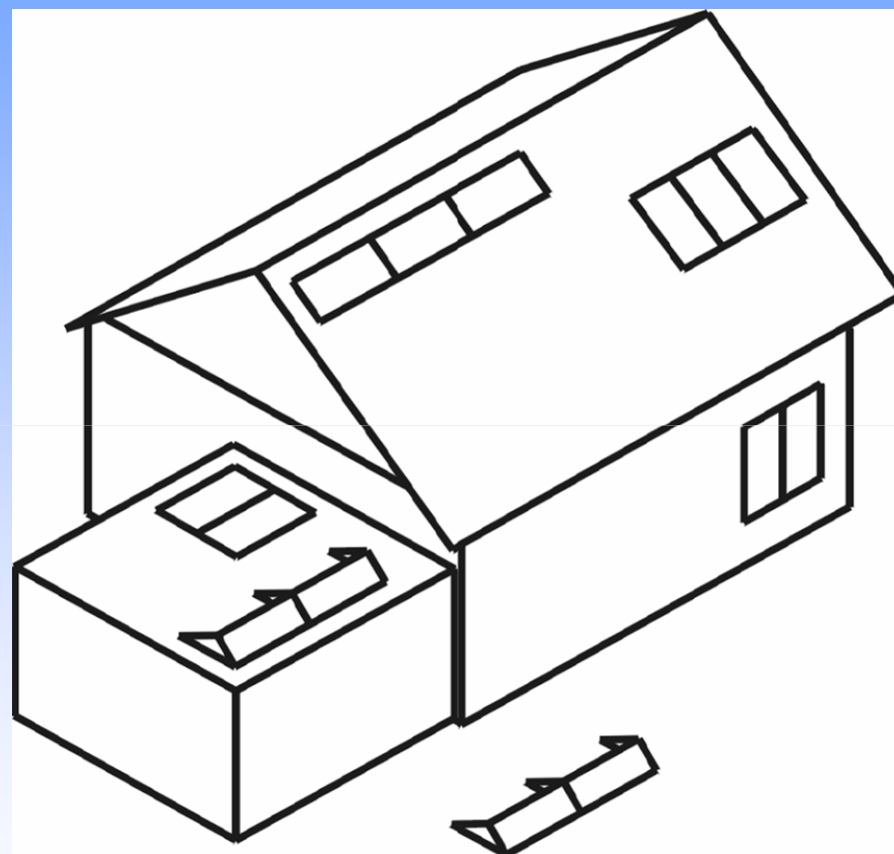
- **Konstrukce** - musí být dostatečně pevná, aby dobře odolávala různým přírodním vlivům (vítr, sníh). Kolektor by měl být co nejblíže místu spotřeby ohřáté vody, aby se co nejvíce omezily tepelné ztráty v rozvodném potrubí. Přívodní trubice musí být opatřeny dobrou tepelnou izolací.
- **Orientace kolektoru** - nejvhodnější je natočení směrem k jihu nebo jihozápadu, aby se využila největší intenzita slunečního záření kolem poledne.
- **Sklon kolektoru** - ideální je, aby na plochu absorbéru dopadalo záření stále kolmo. Výška Slunce nad obzorem se však mění nejen během dne, ale i v průběhu roku. V létě je Slunce nad obzorem výš než v zimě. V létě by byl vhodný sklon kolektoru 30° od vodorovné roviny, v zimě kolem 60° . Obvykle se jako kompromis volí sklon v rozmezí 35° - 45° .

Instalace solárních kolektorů



Umístění solárních kolektorů

- **Vliv tvaru budovy a její orientace:**
 - na ploché střeše (libovolná orientace, sklon)
 - na sedlové střeše (na krytinu, na stojan)
 - volně na terénu
 - na fasádu
- **Integrace kolektorů do obálky budovy**
 - do střechy
 - do fasády (s větranou mezerou, kontaktní)



Instalace	výhody	nevýhody
střecha šikmá	kolektory se pokládají se stejným sklonem jako má střecha - jednoduchá montáž	orientace kolektorového pole je závislá na orientaci budovy
	kolektory si navzájem nestíní	
	nižší náklady na nosnou konstrukci	
	Možnost integrace kolektorů přímo do střešního pláště (náhrada střešní krytiny)	
střecha plochá	možnost libovolné orientace vzhledem ke světovým stranám	nosná konstrukce nákladnější
		u větších kolektorových polí je třeba speciální roznášecí konstrukce



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie



ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.

Instalace	výhody	nevýhody
fasáda, bez integrace	kolektory se pokládají se stejným sklonem jako má fasáda nebo mohou být mírně přizvednuté (vytvoří stříšku)	orientace kolektorového pole je závislá na orientaci budovy
	omezení letních přebytků, zvláště u solárních soustav pro vytápění	
fasáda, integrované kolektory	omezení letních přebytků, zvláště u solárních soustav pro vytápění	orientace kolektorového pole je závislá na orientaci budovy
	integrací převážně do zateplovacího systému se zlepši vlastnosti kolektoru (sníží se jeho tepelná ztráta)	
	pohledově přijatelné řešení i pro architekty, kolektor je součástí obálky budovy	

Solární systém – solární soustava

- **Hlavní prvky solárního systému:**

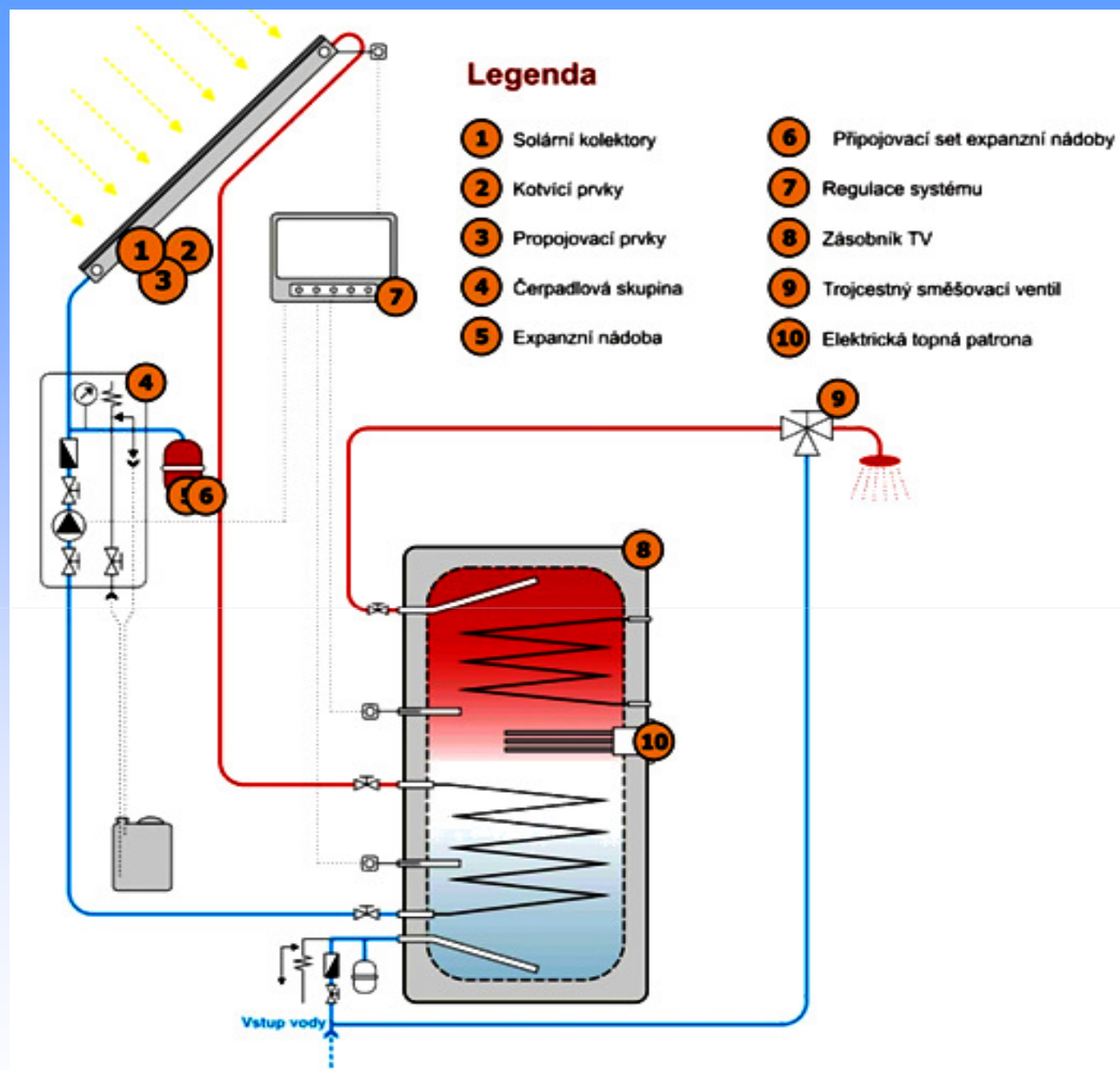
- kolektor, nosná konstrukce, potrubí a izolace, zásobník (akumulační nádoba), tepelný výměník, oběhové čerpadlo, expanzní nádoba, regulační prvky a ostatní součásti (armatury).

- **Typy solárních systémů**

Parametry prvků a vzájemné propojení určují **typ systému**.

Může jít o soustavu pro sezónní nebo celoroční vytápění, oběh teplotnosné kapaliny může být samotížný nebo nucený, jednookruhový nebo dvouokruhový. Solární ohřev vody může být kombinován i s jinými zdroji energie (elektrina, plyn).

Prvky solárního systému

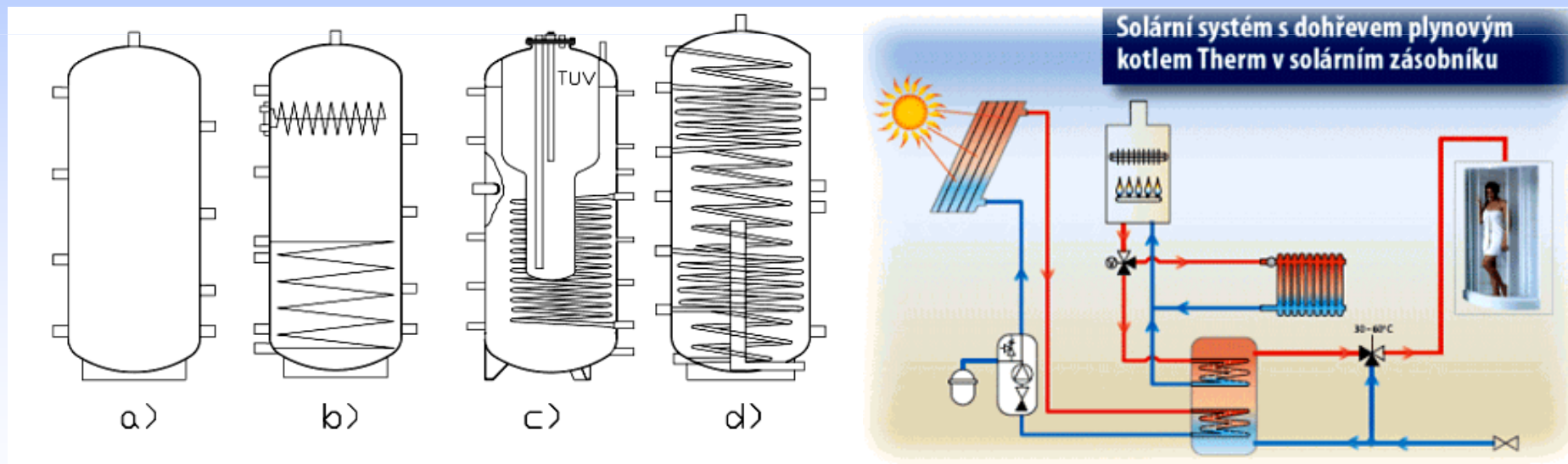


Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Další komponenty solárních systémů

- Solární zásobník**

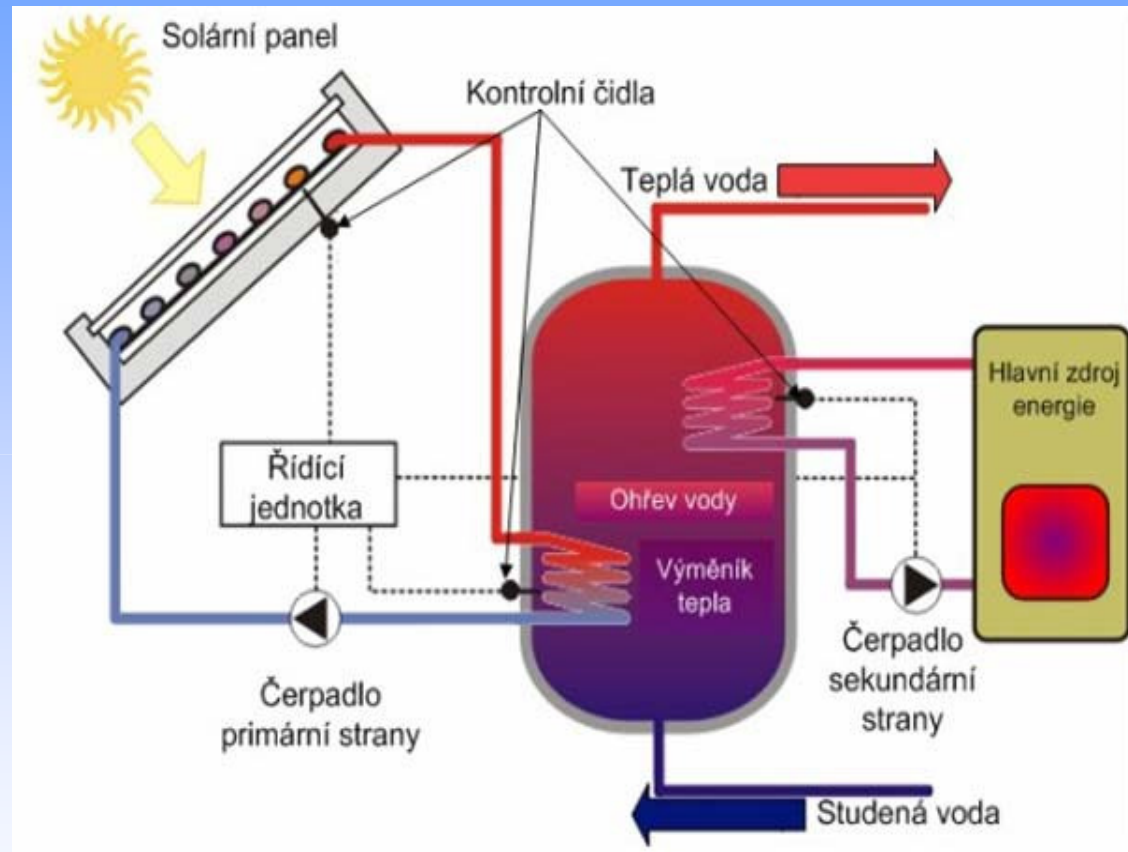
V solárním zásobníku můžeme teplou vodu ohřívat jednak solární energií, ale někdy také elektricky, tepelnou energií z ústředního vytápění nebo tepelného čerpadla. Potom musí být vybaven nejméně dvěma výměníky tepla - jeden je napojen na okruh ústředního vytápění, druhý na solární okruh. Pro klasický ohřev elektrinou má běžné elektrické topné těleso.



Další komponenty solárních systémů

- Výměník tepla**

Výměník tepla se u solárního okruhu umísťuje v zásobníku co nejnižže. Nad ním je výměník okruhu ústředního vytápění a nejvýše se umístí elektrické topné těleso. Plochy výměníků je třeba navrhnout s ohledem na materiál, z něhož jsou vyrobeny, na teplotu kapaliny v solárním okruhu a na průtok a objem zásobníku.



Další komponenty solárních systémů

- **Elektrické topné těleso**

Elektrické topné těleso slouží pro ohřev užitkové vody, když nesvítí Slunce a netopíme. Jeho výkon musí odpovídat objemu vody v zásobníku.

- **Čerpadlo, potrubí a armatury** – zajišťují správnou cirkulaci a rozvod teplotnosné kapaliny

- **Zabezpečovací zařízení** – expanzní nádoba a pojistné ventily

- **Regulační zařízení**

Regulační zařízení zabezpečuje optimální výkon systému, chrání ho před poškozením a umožňuje potřebnou regulaci tepla mezi spotřebiči.

- **Teplotnosná kapalina**

Pro sezónní ohřev užitkové vody se jako teplotnosná kapalina používá voda. Pro celoroční provoz musíme použít nemrznoucí směs, která má mít podobné fyzikální vlastnosti jako voda (kromě bodu tuhnutí). Tomu vyhovují kapaliny na bázi glykolů, například Solaren.

Solární systém – solární soustava

Rozdělení solárních soustav podle účelu :

- soustavy pro přípravu teplé vody pro RD (maloplošné)
- solární soustavy pro přípravu teplé vody - BD, hotely, školy (velkoplošné).
- kombinované soustavy pro přípravu teplé vody a vytápění
- soustavy pro ohřev bazénové vody
- solární teplovzdušné soustavy
- průmyslové solární soustavy (technologické teplo do 250 °C)
- solární chlazení (do 150 °C)
- solární tepelné elektrárny (vysokoteplotní, 300 až 600 °C)

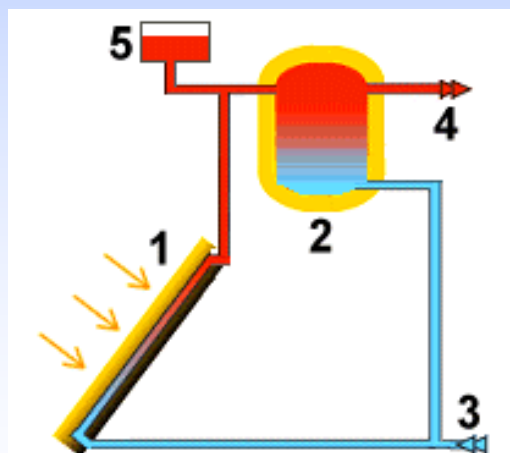
Jednookruhový kapalinový solární systém

Studená voda přichází do solárního kolektoru, ohřívá se v něm a shromažďuje v tepelně izolovaném zásobníku nad kolektorem.

Například k ohřívání vody v zahradním bazénu, se používá jednoduchý samotížný jednookruhový kapalinový solární systém.



- 1 - solární kolektor
- 2 - zásobník teplé vody
- 3 - přívod studené vody
- 4 - odběr teplé vody
- 5 - expanzní nádoba

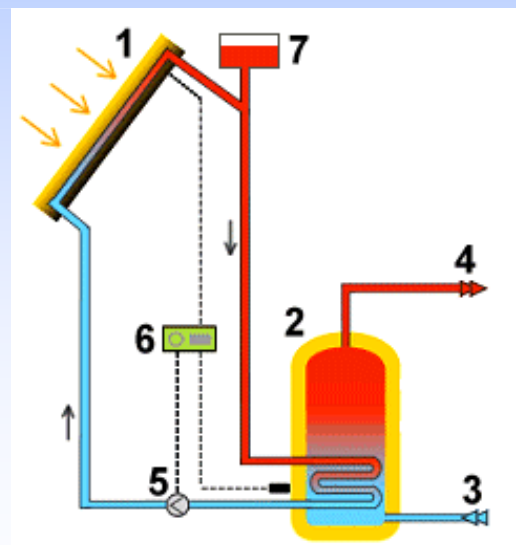
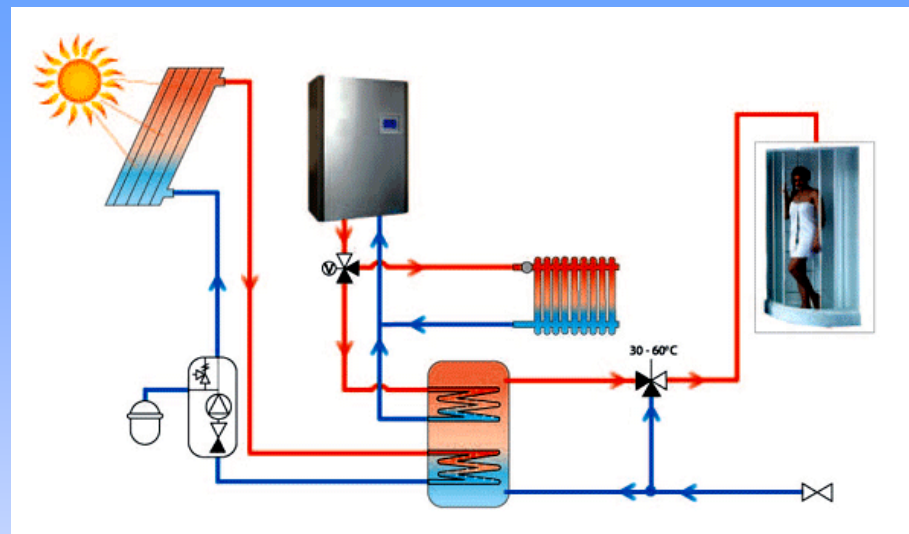


Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Dvouokruhový kapalinový solární systém

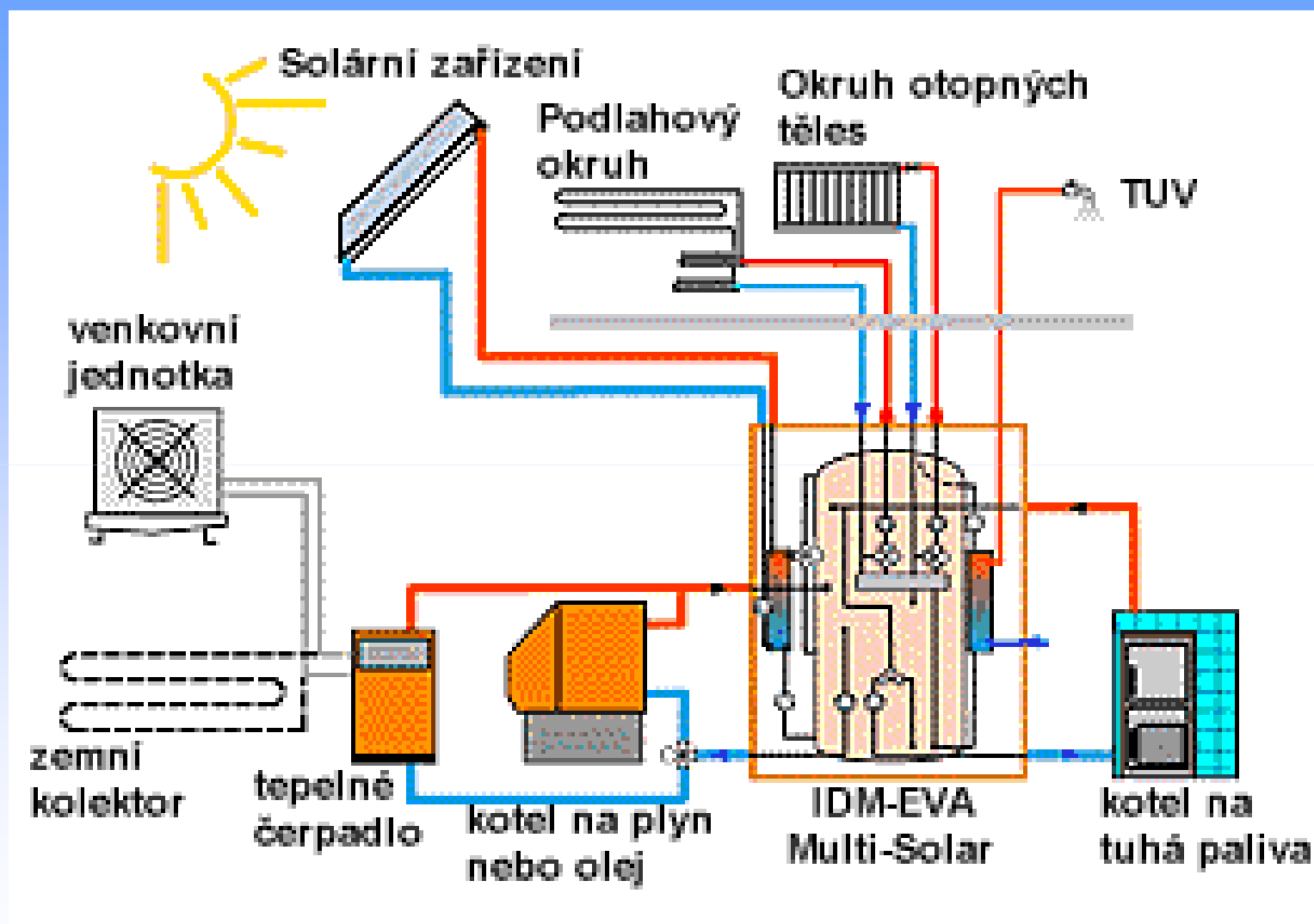
- **Použití:** především pro celoroční přípravu teplé vody.
- K přenosu tepla z kolektoru do výměníku se používá nemrznoucí kapalina na bázi propylenglykolu.
- V tepelném výměníku předává nemrznoucí kapalina stěnami měděného "hada" teplo ohřívané užitkové vodě.
- Cirkulaci teponosné kapaliny v hermeticky uzavřeném okruhu zajišťuje oběhové čerpadlo (hnaný solární systém).
- Expanzní nádoba vyrovnává změny objemu kapaliny při různých teplotách.

- 1 - solární kolektor
- 2 - tepelný výměník
- 3 - přívod studené vody
- 4 - odběr teplé vody
- 5 - oběhové čerpadlo
- 6 - automatická regulace
- 7 - expanzní nádoba



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Kombinované solární soustavy - příklady

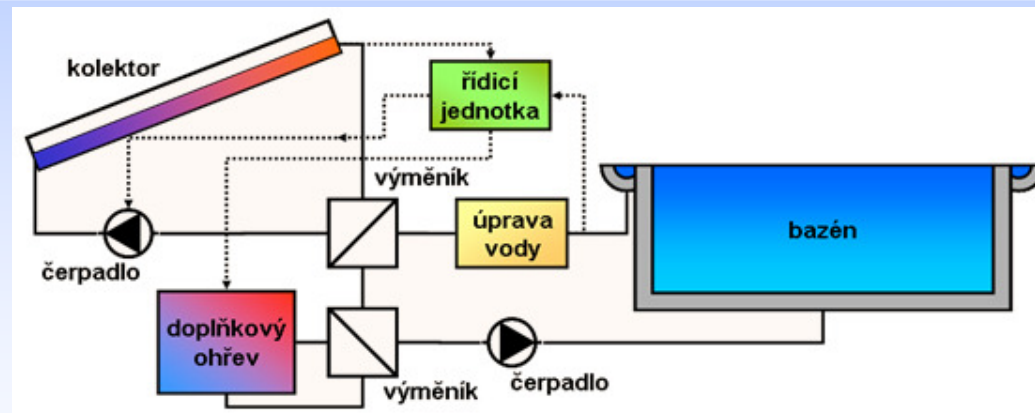
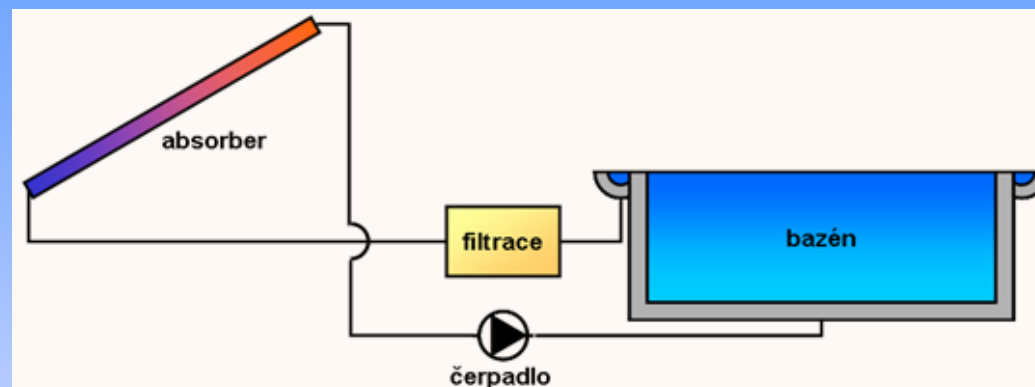


Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Solární ohřev venkovních bazénů

- Vyhřívání venkovní bazény jsou významnými spotřebiteli energie. V České republice je zhruba v polovině případů energie získávána spalováním fosilních paliv.
- Požadavky na teplotu vody jsou u plaveckých bazénů nízké, optimální teplota vody pro rekreační plavání je v rozmezí 24 až 28 °C. Tyto podmínky jsou pro solární systémy z hlediska účinnosti výhodné.
- Vzhledem k nízkým požadavkům na teplotu vody je možno použít nejjednodušší a nejlevnější dostupné kolektory.



Fotovoltaika



Výhody fotovoltaiky

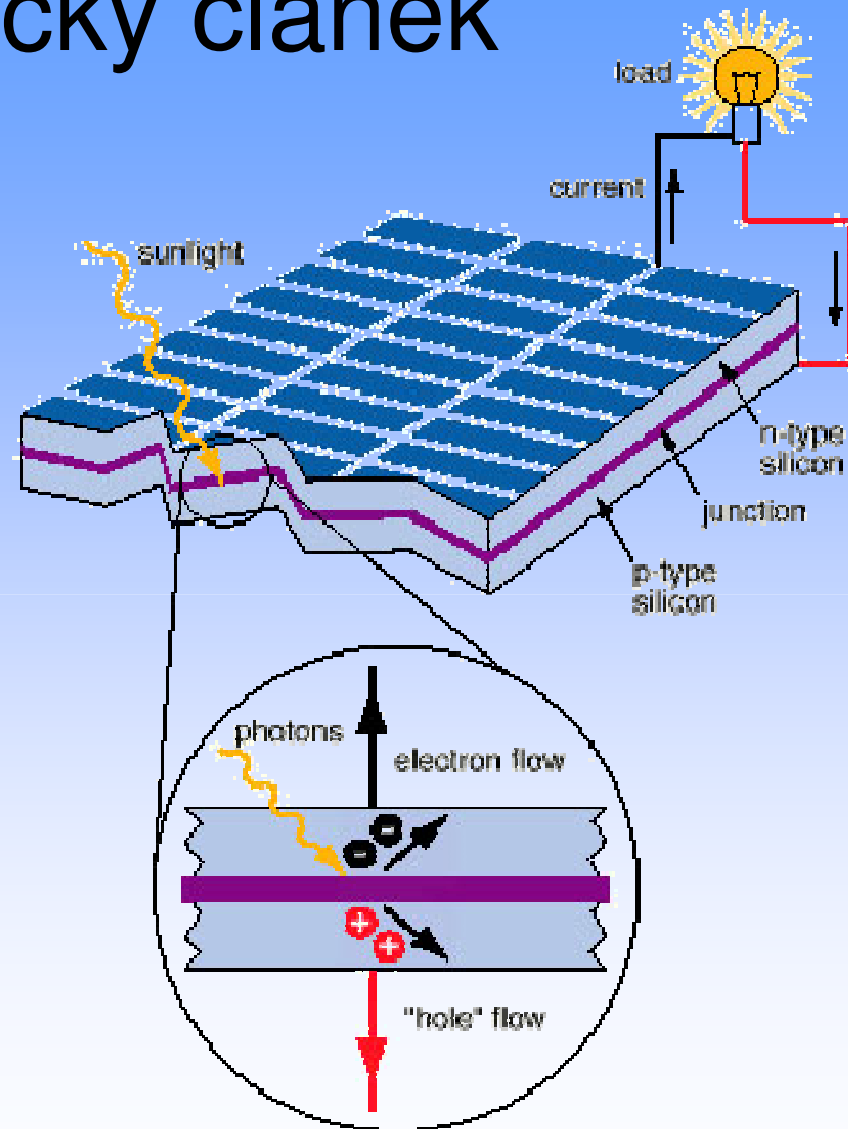
- Žádný spalitelný materiál,
- nevyčerpatelný, volně přístupný zdroj energie,
- žádný hluk a znečisťující emise,
- žádné mechanické opotřebení,
- dobře se zabudovává do staveb (střech, fasád),
- možnost modulárních konstrukcí,
- téměř nezávisí na infrastruktuře v místě využití.

FOTOVOLTAIKA

- Základem je **fotovoltaický článek**
 - elektronická součástka založená na přechodu PN
 - přeměňuje energii slunečního záření na elektrickou = **fotovoltaický jev**
 - 1839 *Becquerel*
 - 1905 *Einstein* Nobelova cena

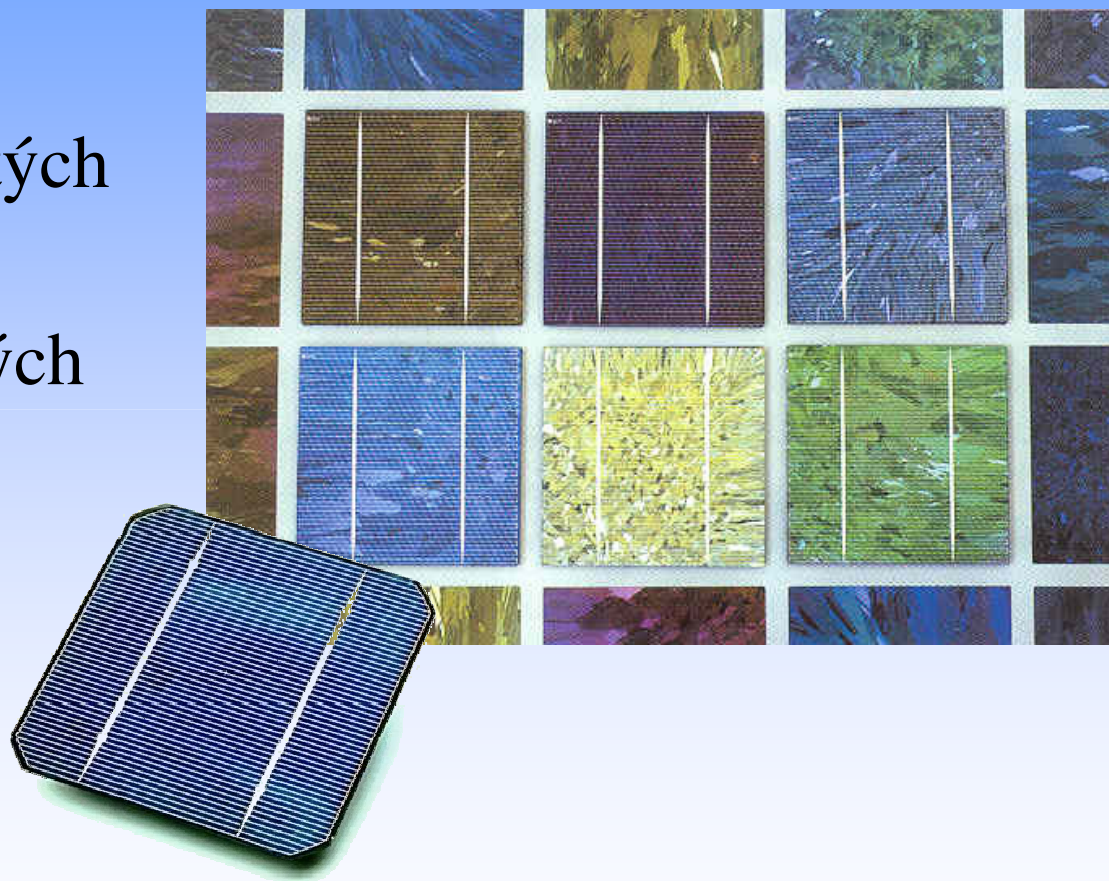
Fotovoltaický článek

Strana obrácená ke slunci je typu **N** (Si + P), zadní strana je typu **P** (Si + B). Dopadající záření uvolňuje z mřížky elektrony - vznikají páry elektron-díra. Ty jsou vnitřním elektrickým polem rozdělovány tak, že na horní vrstvě vzniká přebytek elektronů a na dolní nedostatek elektronů. Na PN přechodu vzniká rozdíl potenciálů – elektrické napětí.



Druhy fotovoltaických článků

- Technologie tlustých vrstev,
- technologie tenkých vrstev,
- nekřemíkové technologie.



Druhy fotovoltaických článků

- **TECHNOLOGIE TLUSTÝCH VRSTEV**

- článek je tvořen velkoplošnou polovodičovou diodou z monokrystalického nebo polykrystalického křemíku
- 85% všech vyráběných článků

Druhy fotovoltaických článků

- **TECHNOLOGIE TENKÝCH VRSTEV**

- nosná plocha článku (sklo)
- tenké vrstvy amorfního nebo mikrokrystalického křemíku
- lacinější
- nižší účinnost

Druhy fotovoltaických článků

- **NEKŘEMÍKOVÉ TECHNOLOGIE**

- nepoužívají PN přechod
- organické sloučeniny, polymery
- ve vývoji

FOTOVOLTAICKÉ ČLÁNKY

- Využívají jen určitou část spektra (podle druhu materiálu)
- Výkon je ovlivněn intenzitou a úhlem osvětlení
- S rostoucí teplotou článku klesá jeho výkon

FOTOVOLTAICKÝ PANEL

- Propojením (sériově, paralelně, kombinovaně) solárních článků vzniká **fotovoltaický panel** (solární modul)
- Zajišťuje
 - hermetické zapouzdření solárních článků
 - mechanickou a klimatickou odolnost



FOTOVOLTAICKÝ PANEL

- **ZVÝŠENÍ VÝKONU**
- **Oboustranné moduly**
 - instalace článku na průhlednou podložku
 - Světlo dopadá z obou stran
 - zvýšení účinnosti až o 30%

FOTOVOLTAICKÝ PANEL

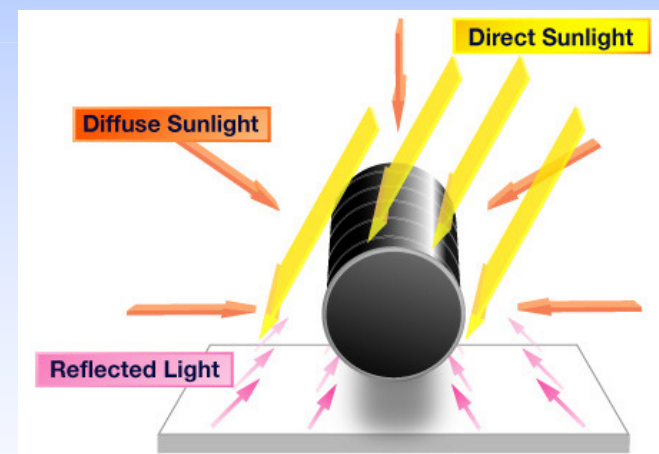
- **Tracker**

- sledovač, naváděcí zařízení
- umožňuje průběžné nastavování solárních panelů tak, aby na ně dopadalo záření kolmo
- aktivně hledá na obloze nejjasnější bod (zvýšení účinnosti o 45%)

FOTOVOLTAICKÝ PANEL

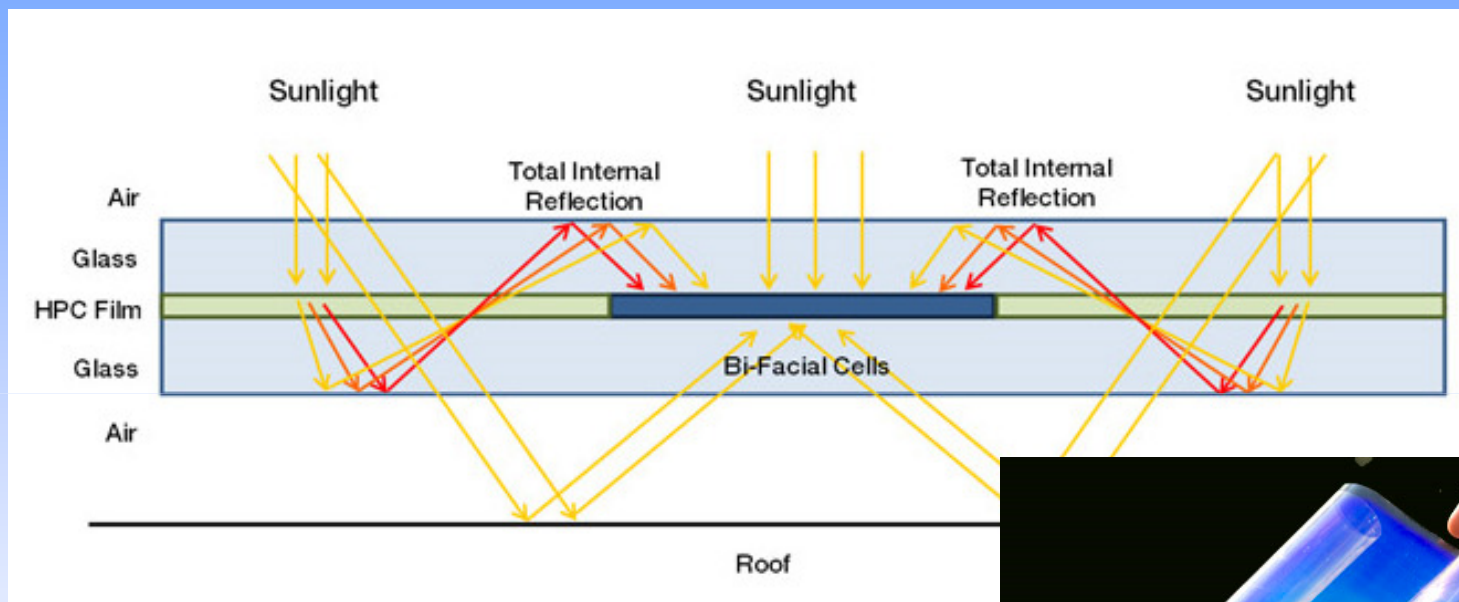
- **Koncentrátory**

- čočky, korýtková zrcadla, plochá zrcadla



FOTOVOLTAICKÝ PANEL

Holografický planární koncentrátor (HPC)



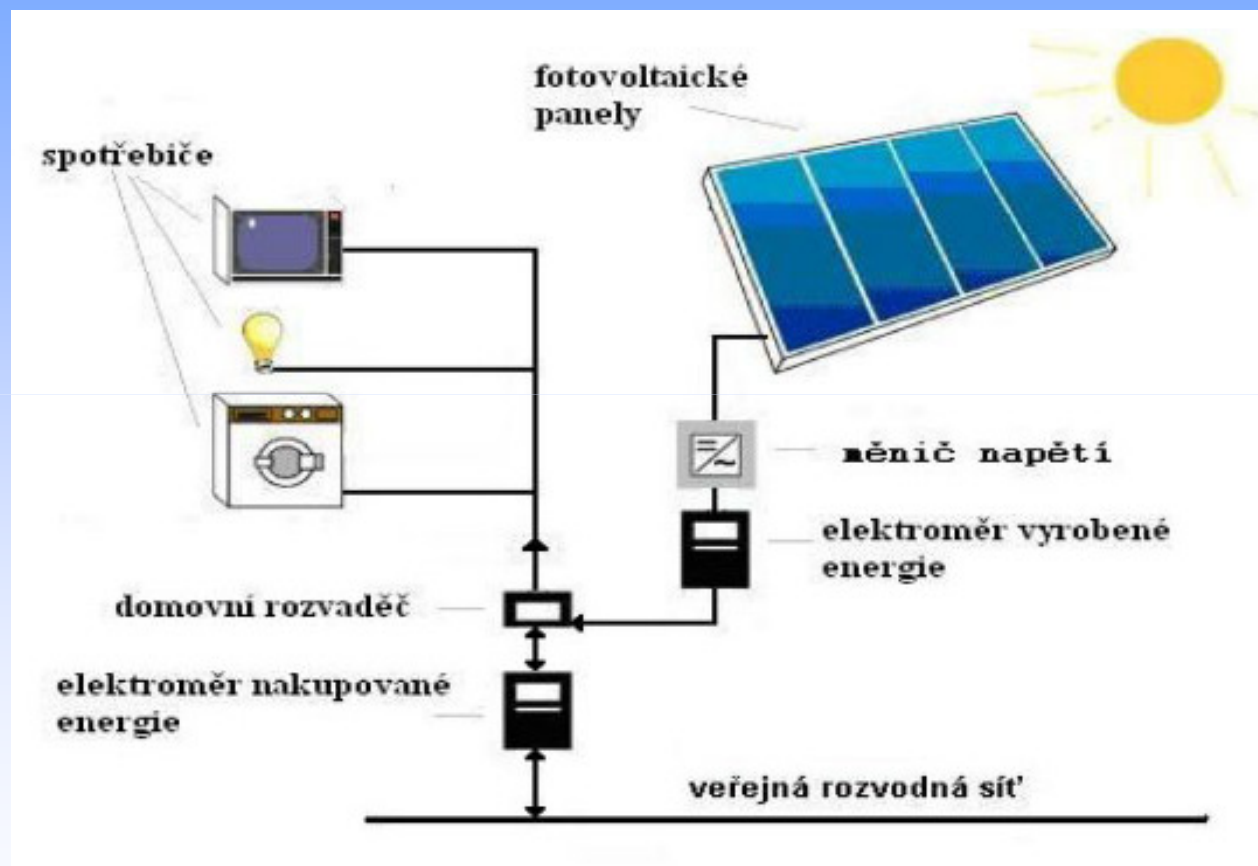
Páskové fotovoltaické články mezi tenkovrstvými pásy holografického koncentrátoru pro koncentraci přímého, rozptýleného i odraženého světla. 50 – 75 % úspory křemíku.



FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM

- Fotovoltaický panel
- Podpůrná zařízení
 - Akumulátorová baterie, napěťový střídač, regulátor dobíjení
- Spotřebič

FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM



Fotovoltaické systémy

- drobné aplikace
- off grid systémy
- on grid systémy



Mobilní panel



Solární nabíječka pro iPhone

Fotovoltaické systémy

- **Drobné aplikace**
 - kalkulačky
 - solární nabíječky



Fotovoltaické systémy

- **Off-grid systémy**

- ostrovní systémy
- v místě, kde není rozvodná síť
- chaty, karavany, jachty, zahradní svítidla, světelné reklamy, dopravní signalizace

Off-grid systémy

Využití v místech bez rozvodné sítě



spotřebič

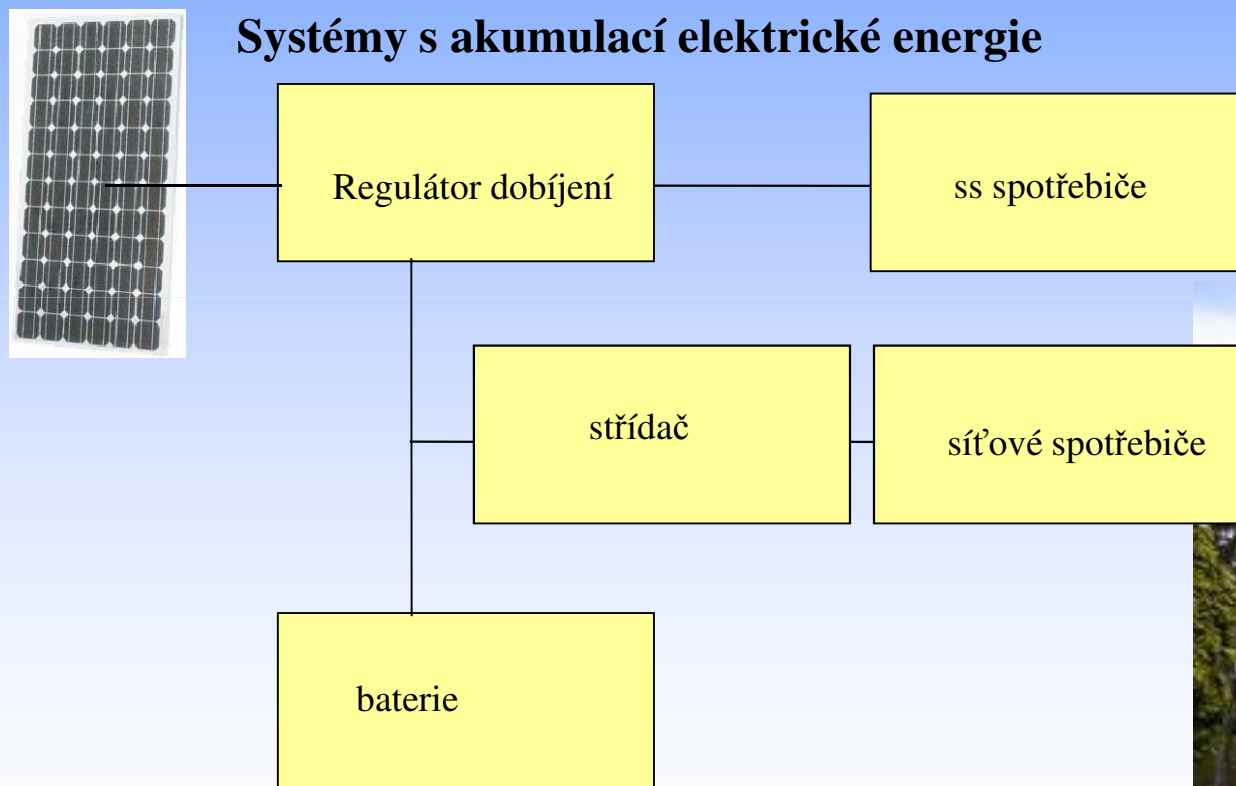
Systémy s přímým napájením



Off-grid systémy

Využití v místech bez rozvodné sítě

Systémy s akumulací elektrické energie

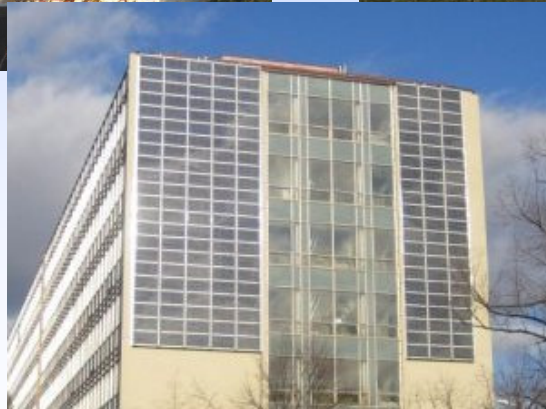


Fotovoltaické systémy

- **On-grid systémy**
 - síťové systémy
 - spotřebiče napájeny vyrobenou energií, přebytek do veřejné sítě
 - systém funguje automaticky díky mikroprocesorovému řízení síťového střídače

Fotovoltaické systémy

- Integrovaná fotovoltaika



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie



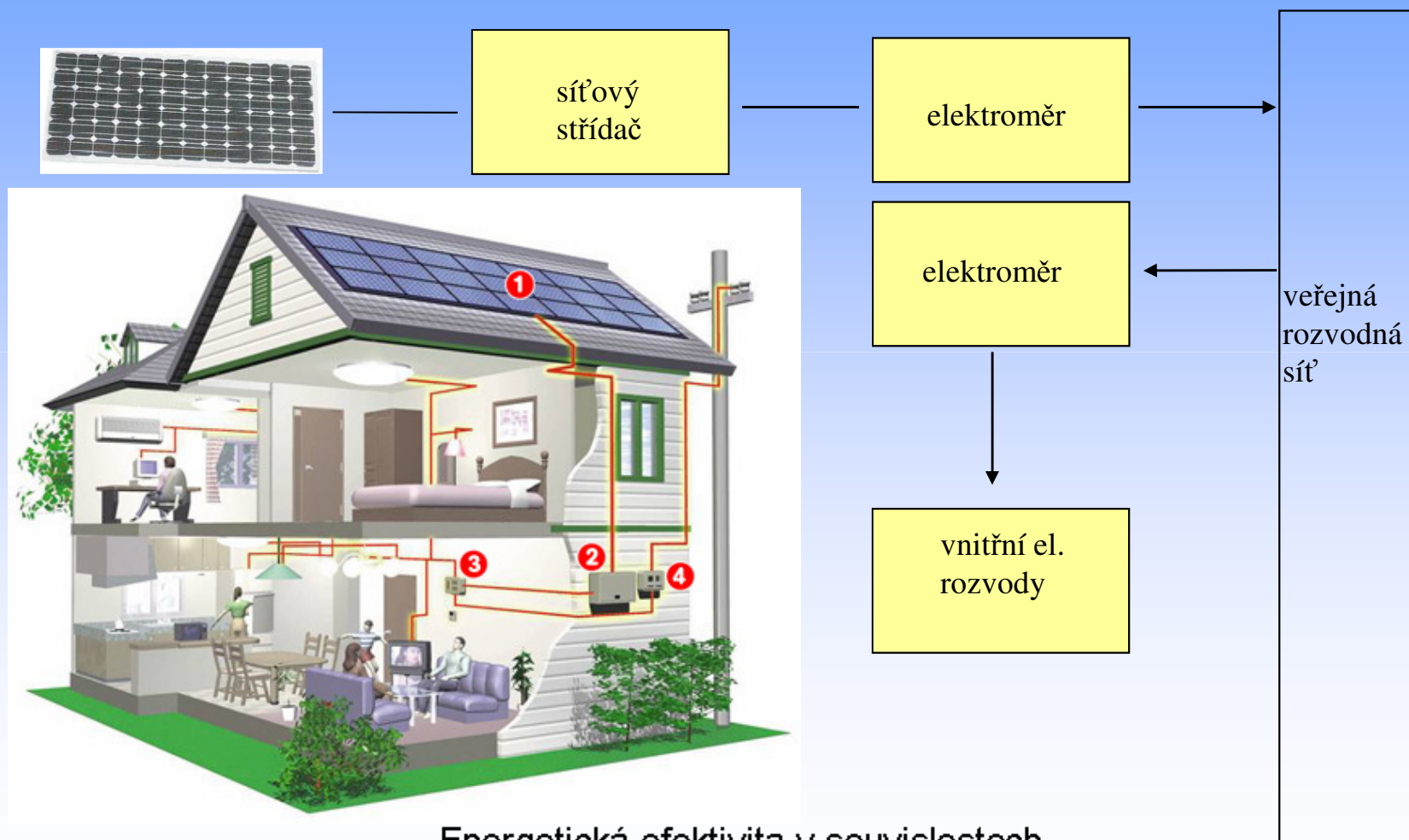
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.

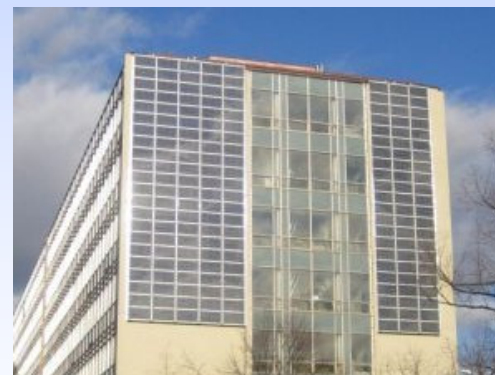
On-grid systémy

Přebytek energie dodáván do rozvodné sítě



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Integrovaná fotovoltaika



Fotovoltaika v dopravě



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

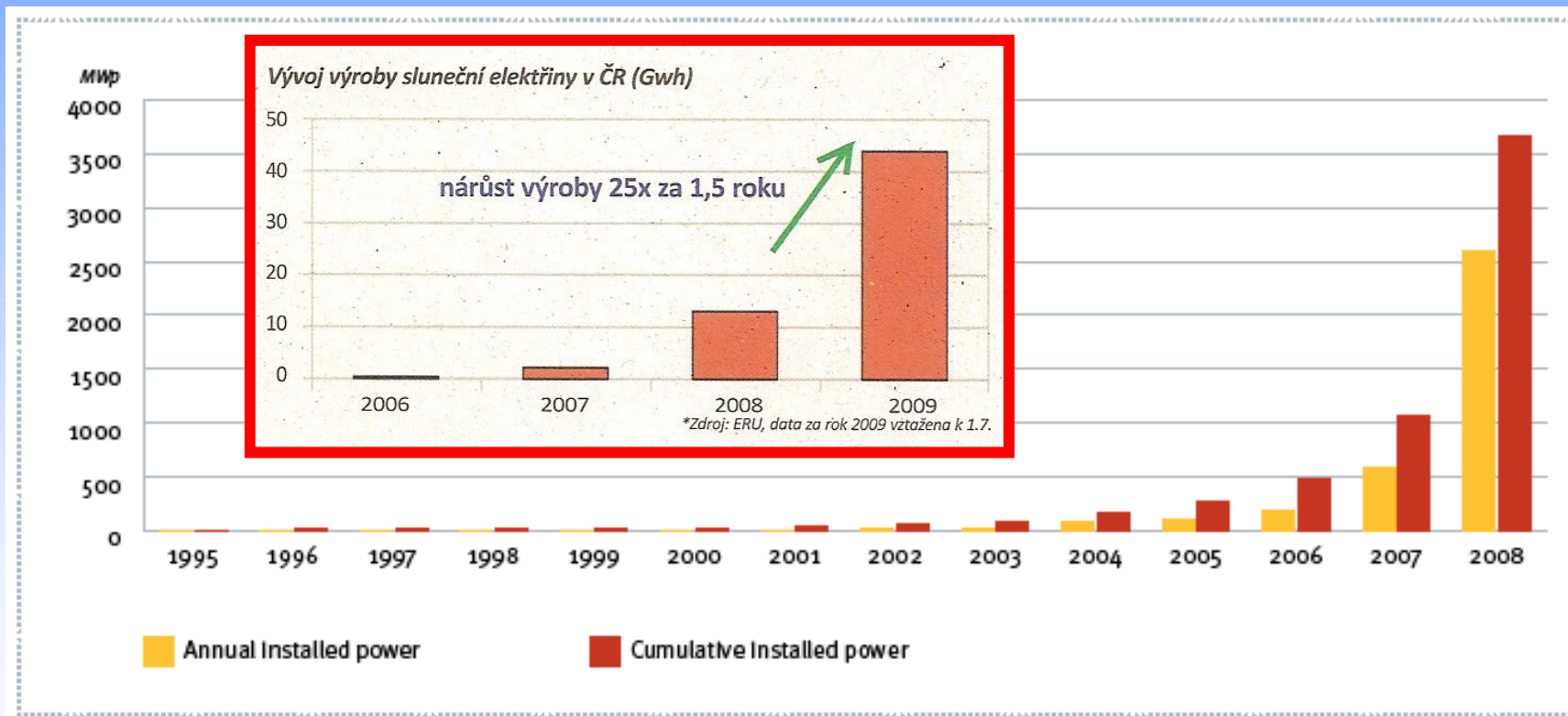
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.

Fotovoltaické elektrárny

Celosvětový nárůst instalovaného výkonu



Přehled největších fotovoltaických elektráren na světě

Instalovaný výkon (MW)	Země	Název elektrárny	Rok uvedení do provozu
97	Kanada	Sarnia PV power plant	2010
84,2	Itálie	Montalto di Castro PV power plant	2010
80,7	Německo	Solarpark Finsterwalde I,II,III	2010
70	Itálie	Rovigo PV power plant	2010
60	Španělsko	Parque Fotovoltaico Olmedilla de Alarcón	2008
54	Německo	Solarpark Straßkirchen	2009
53	Německo	Solarpark Lieberose	2009
50	Španělsko	Parque Fotovoltaico Puertollano	2008
48	USA	Copper Mountain Solar Facility	2010
46	Portugalsko	Moura photovoltaic power plant	2008

<http://www.pvresources.com/en/top50pv.php>

Přehled největších fotovoltaických elektráren v ČR

Instalovaný výkon (MW)	Lokalita	Rok uvedení do provozu
38,3	Ralsko	2010
35,1	Nová Ves – Vepřek	2010
29,9	Ševětín	2010
17,5	Mimoň	2010
16,0	Vranovská Ves	2010
13,6	Stříbro	2009
13,0	Chomutov	2010
10,2	Uherský Brod	2010
10,0	Líně	2010
10,0	Chrudichromy	2010

http://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_největších_fotovoltaických_elektráren_v_Česku

Solární tepelné elektrárny

- Zahřívání teponosné médium (minerální olej) zahřívá vodu v kotlích
- Voda se přeměňuje na páru, která roztáčí turbíny propojené s generátorem
- JZ USA



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.