



Solární systémy

Termomechanický a termoelektrický
princip



Absorbce světla a generace tepla

Absorpce je způsobena interakcí světla s částicemi hmoty (elektrony a jádry)

Je-li energie částice před interakcí W_1 , po absorpci fotonu je energie $W_1 + h\nu$

- interakce s mřížkou – **nízkoenergetické fotony, následkem je zvýšení teploty**
- interakce s volnými elektrony – **zvýšení teploty**
- interakce s vázanými elektrony - **může dojít k uvolnění elektronu z vazby, vznik volných nosičů náboje**

Při rekombinaci je většina energie rozptýlena ve formě zvýšení kinetické energie atomů => **zvýšení teploty**



Absorbovaný výkon

$$P = (1 - \mathcal{R})\Phi_{in}$$

\mathcal{R} je odrazivost povrchu

Povrch absorbujícího materiálu se se ohřívá, vzniká rozdíl teplot mezi povrchem absorbujícího tělesa a okolním prostředím

Pokud zároveň dochází k ohřevu tělesa s měrným teplem materiálu c o objemu V a hustotě ρ_m ,

tepelná kapacita C_{th}

$$P = \rho_m c V \frac{dT}{dt} = C_{th} \frac{dT}{dt}$$

Dochází k přenosu tepla vlivem gradientu teploty

vedením uvnitř tělesa

rozptýlením do okolí

- přestupem tepla
- vyzářením



Přenos tepla vedením

$$\frac{P}{S} = \kappa \text{ grad}T \qquad \frac{P}{S} = \kappa \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

κ je tepelná vodivost

Přestup tepla (konvekce)

$$\frac{P}{S} = h\Delta T$$

h je koeficient přestupu tepla

Přestup tepla zářením

$$\frac{P}{S} = 5.67 \varepsilon_k \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

ε_k je emisivita povrchu

T_a je teplota okolí

$$\frac{P}{S} = 5.67 \left[\varepsilon_k \left(\frac{T}{100} \right)^4 - \varepsilon_{ka} \left(\frac{T_a}{100} \right)^4 \right]$$



Získané teplo je možno využít:

- **příprava teplé vody**

- užitková teplá voda
- teplovodní vytápění budov

- **ohřev vzduchu**

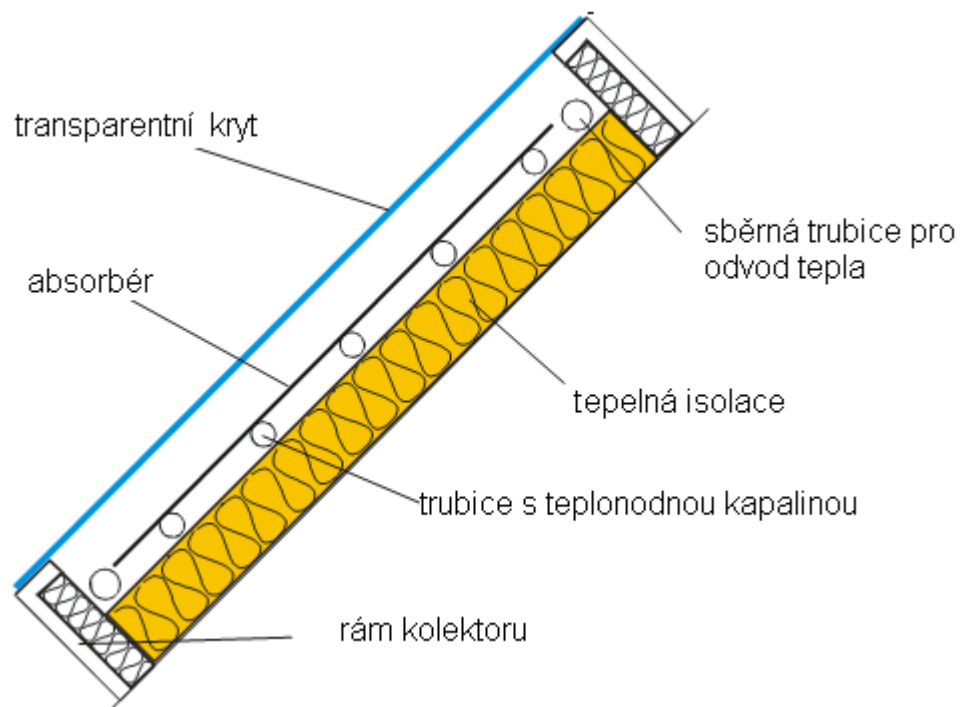
vytápění budov

- **chlazení budov (klimatizace)**

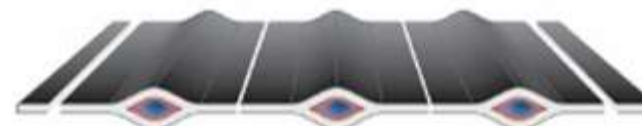
- **výroba páry (návazně výroba elektrické energie)**



Ohřev vody pomocí slunečního kolektoru



Aluminium roll volume absorber



Aluminium with pressed in copper tube



Between 2 sheet metals pressed in tubing system

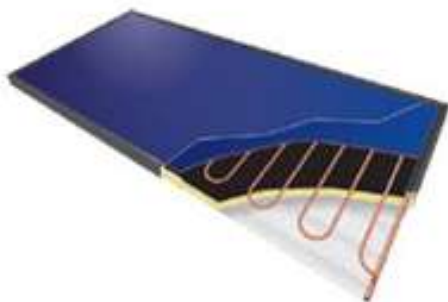


On sheet metal soldered tubing system

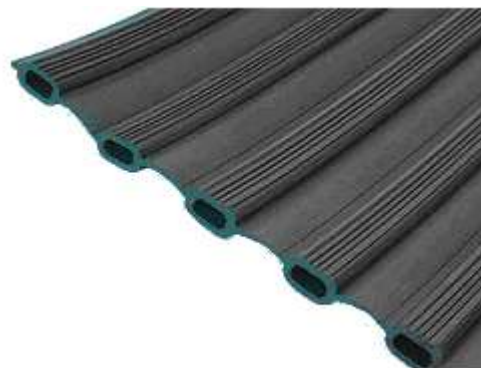
$$\frac{P}{S} = 5.67 \left[\varepsilon_k \left(\frac{T}{100} \right)^4 - \varepsilon_{ka} \left(\frac{T_a}{100} \right)^4 \right]$$



Uspořádání absorberu



absorbér s hadovou trubicí



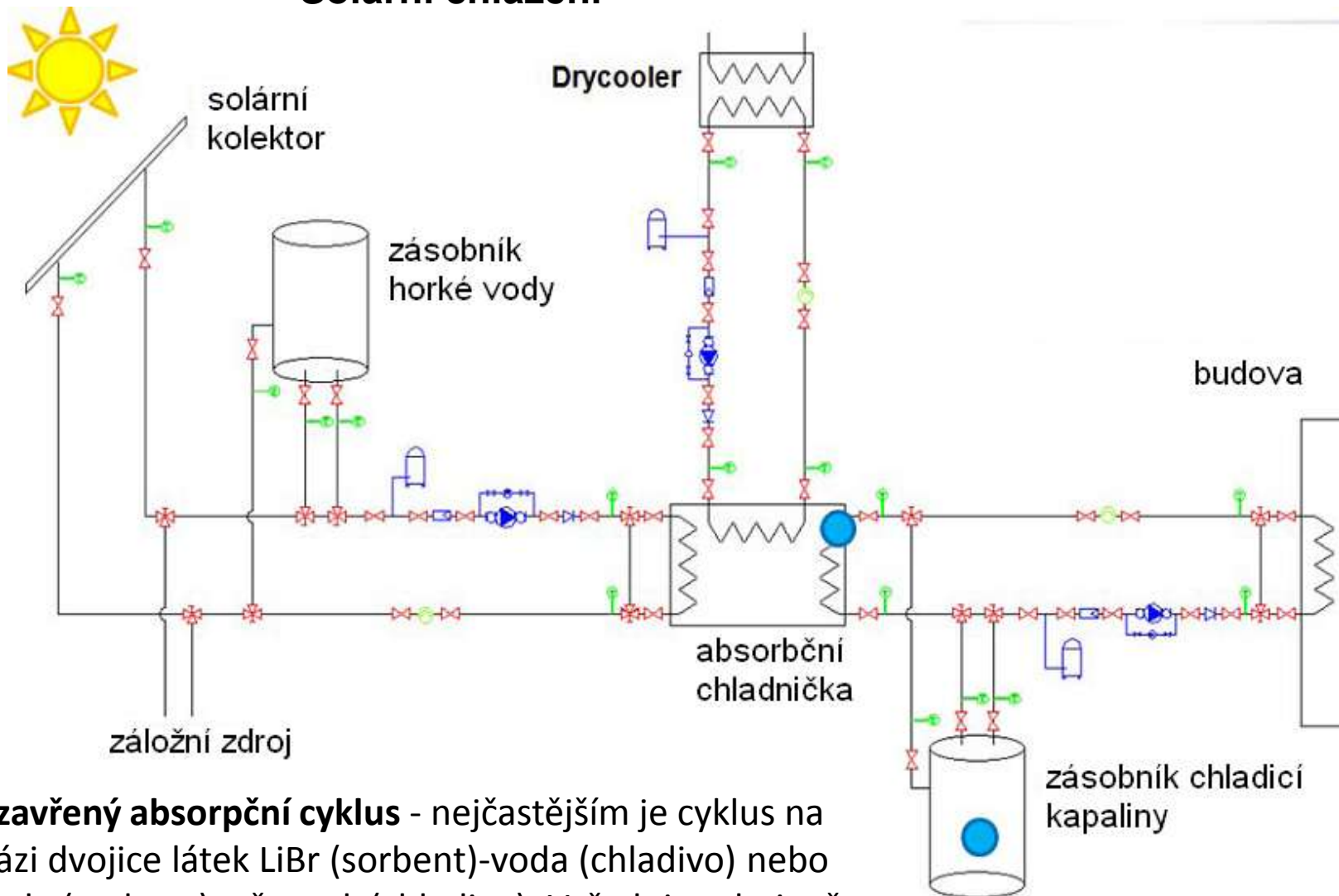
plochý nekrytý absorbér
– bazénový typ



absorbéry s přímým potrubím



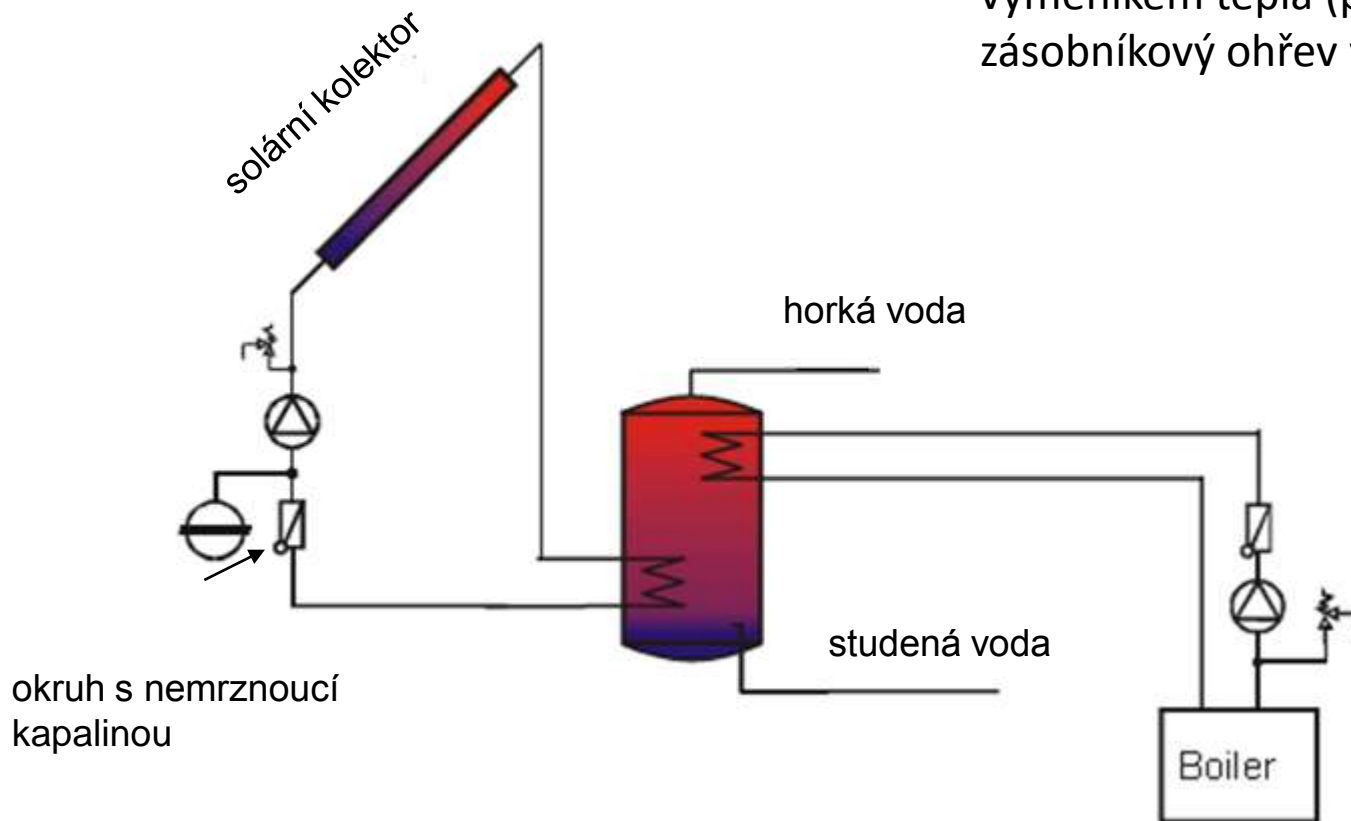
Solární chlazení



uzavřený absorpční cyklus - nejčastějším je cyklus na bázi dvojice látek LiBr (sorbent)-voda (chladiivo) nebo voda (sorbent) – čpavek (chladiivo). Vyžaduje relativně vysoké provozní teploty (100 až 150 °C) a tedy použití trubkových vakuových kolektorů

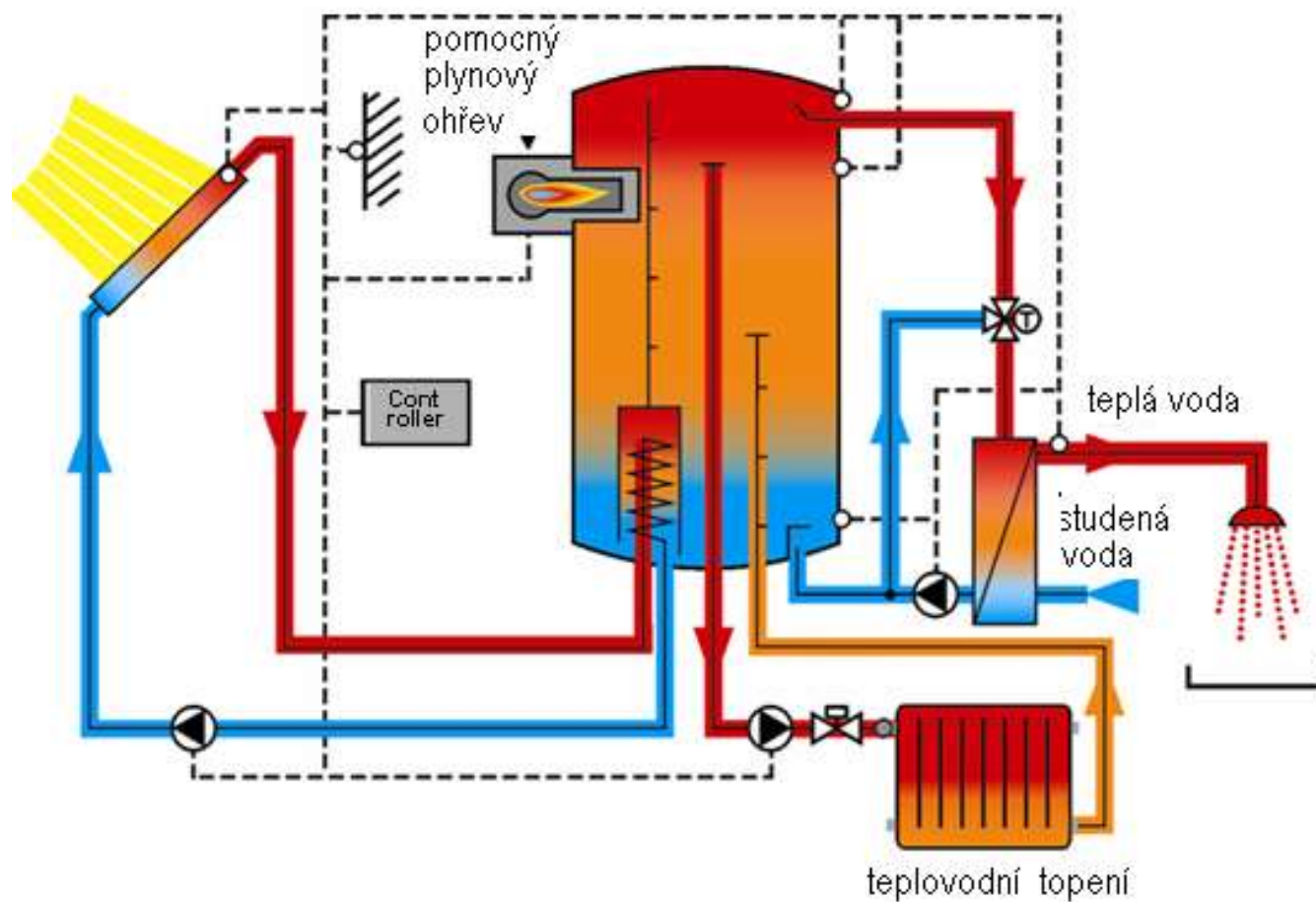


se solárním zásobníkem tepla –
oddělení odběrového okruhu
výměníkem tepla (průtokový,
zásobníkový ohřev vody);



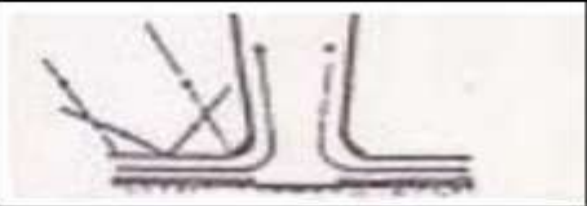
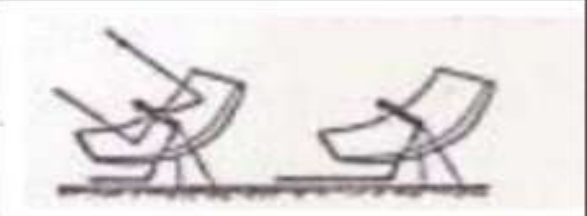
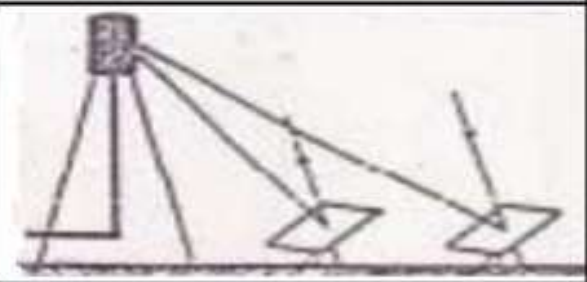
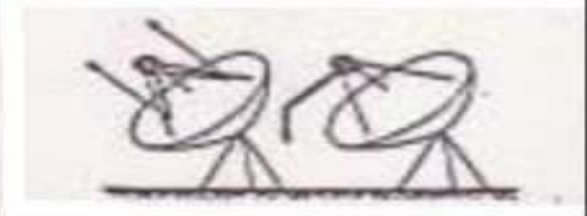


System solárního vytápění (kombinovaný)





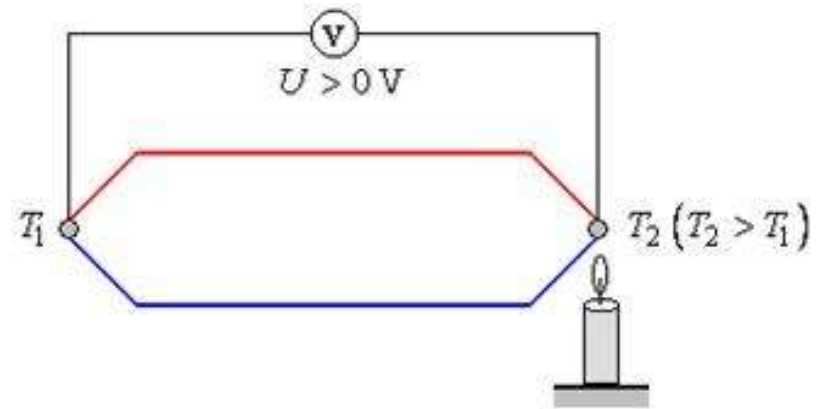
Slunce jako zdroj tepelné energie

	solární komín	$C = 1$ $T < 150 \text{ } ^\circ\text{C}$
	lineární kolektor (parabolický žlab)	$C = 30 - 80$ $T < 450 \text{ } ^\circ\text{C}$
	zrcadlové pole (solární věž)	$C = 200-700$ $T < 1500 \text{ } ^\circ\text{C}$
	paraboloid	$C = 1000 - 2500$ $T < 2500 \text{ } ^\circ\text{C}$



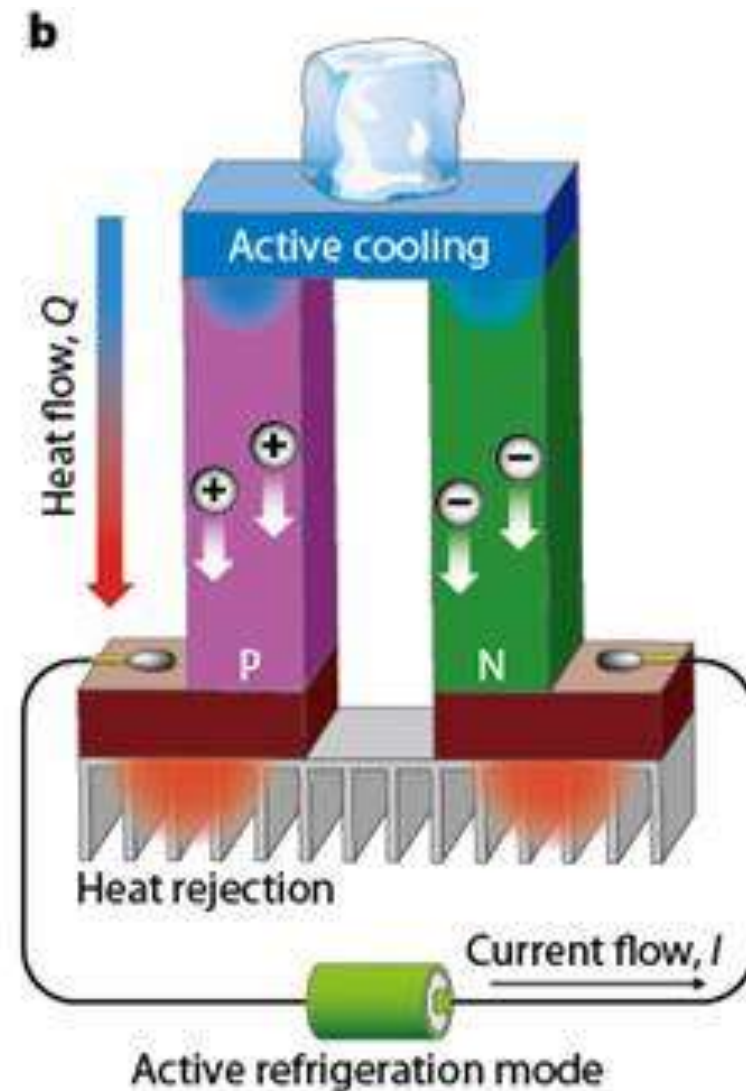
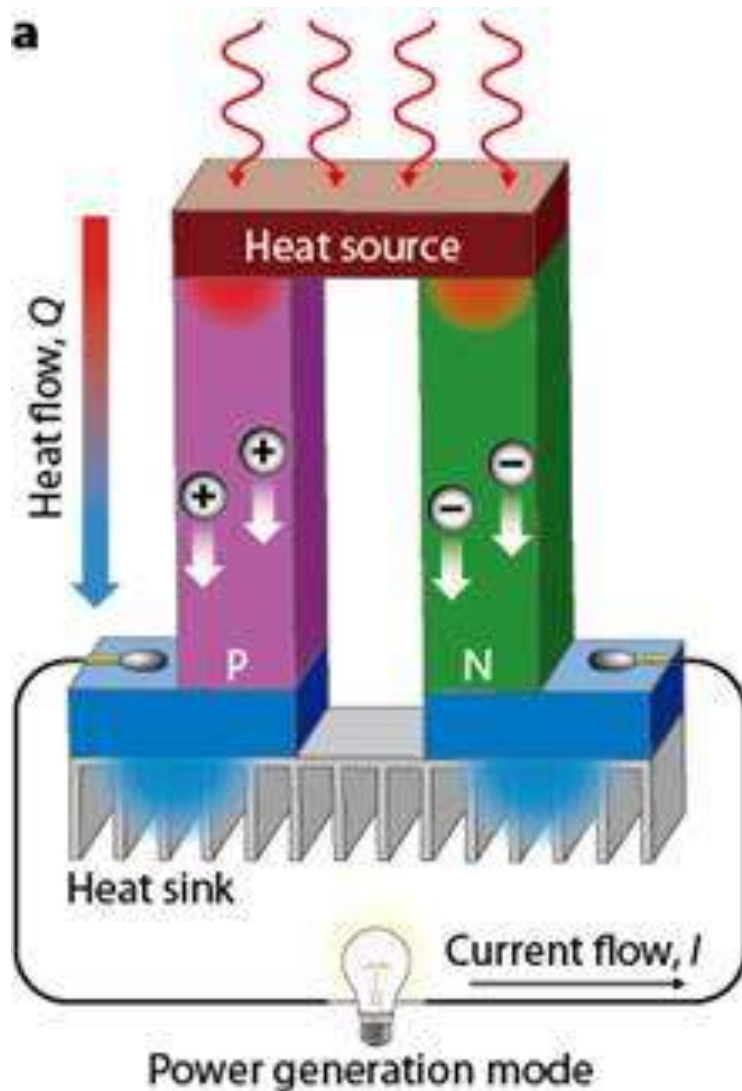
Možnosti přeměny teplo -> elektřina

- Přímá přeměna
 - Fotovoltaika
 - Termočlánky
 - Peltiérův a Seebeckův jev
- Přeměna na pohyb
 - Přeměna pohybu na elektrickou energii
 - Turbína
 - Generátor (alternátor, dynamo)





Seebeckův - Peltierův jev





Carnotův cyklus

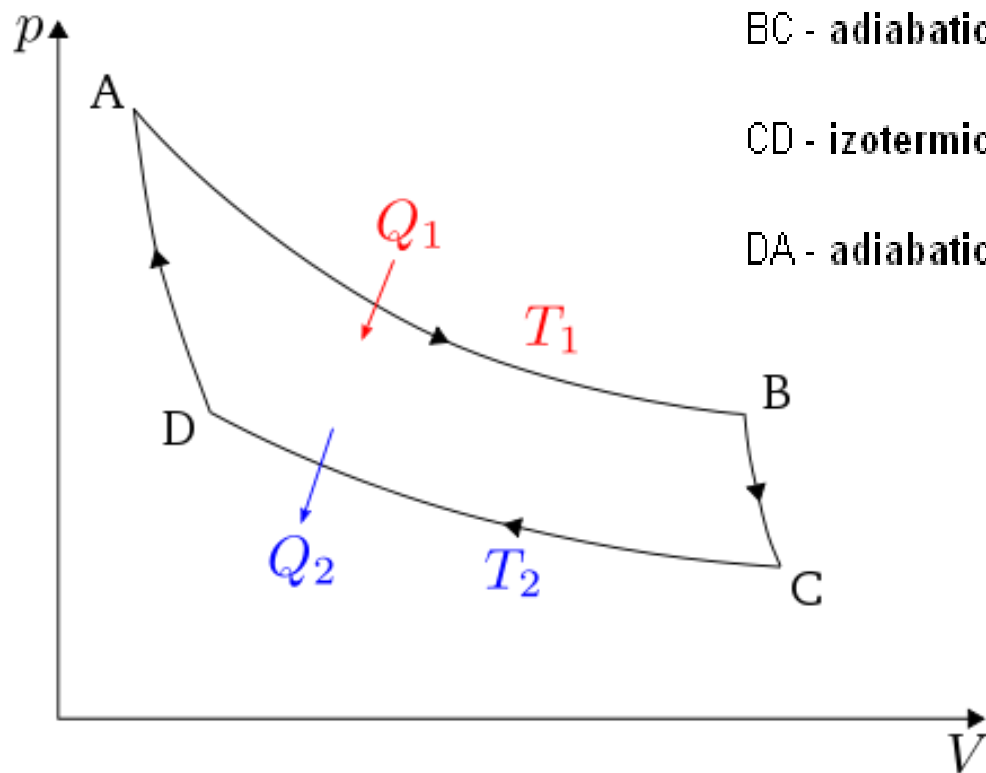
Jednotlivé části cyklu:

AB - **izotermické rozpínání** (plyn ve styku s ohřivačem, $W_{AB} = +Q_1$)

BC - **adiabatické rozpínání** (plyn tepelně izolován, $W_{BC} = \Delta U_{BC}$)

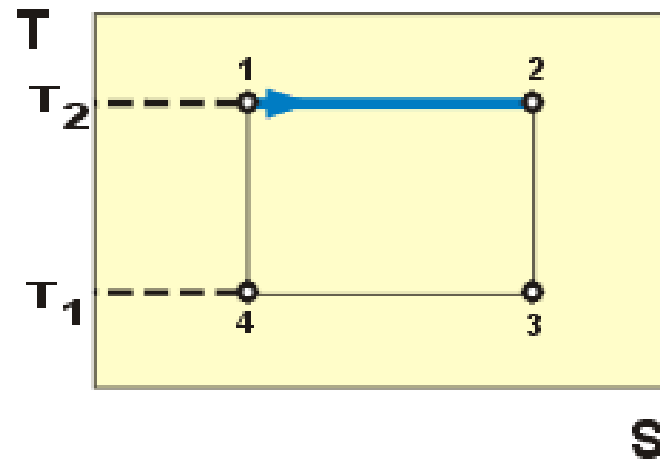
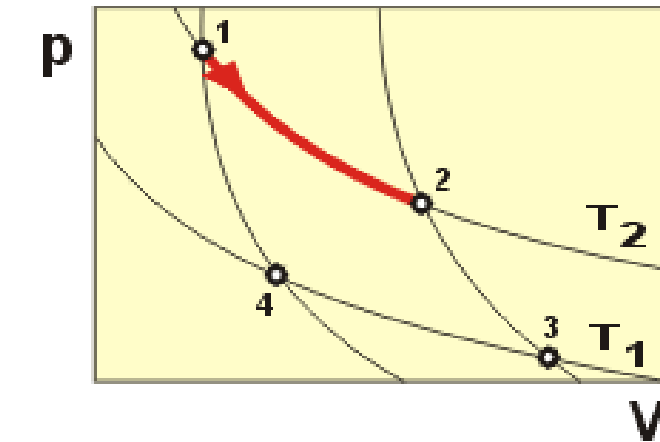
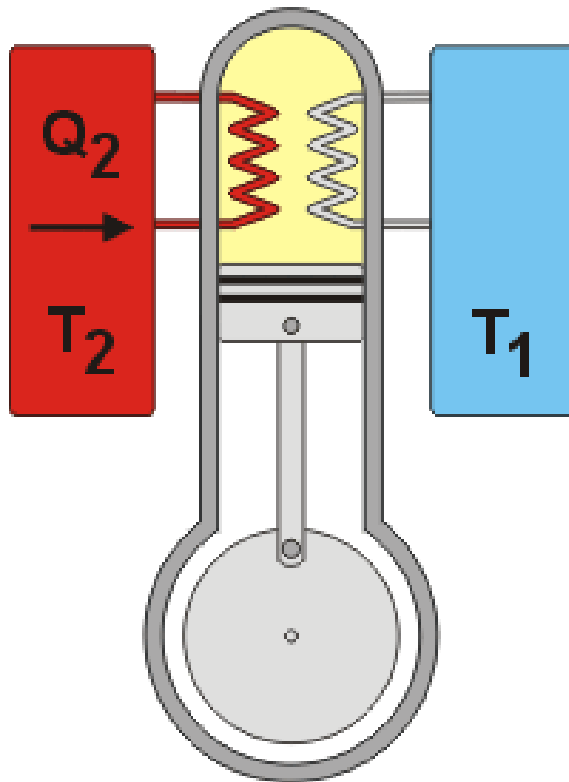
CD - **izotermické stlačování** (plyn ve styku s chladičem, $W_{CD} = -Q_2$)

DA - **adiabatické stlačování** (plyn tepelně izolován, $W_{DA} = \Delta U_{DA}$)



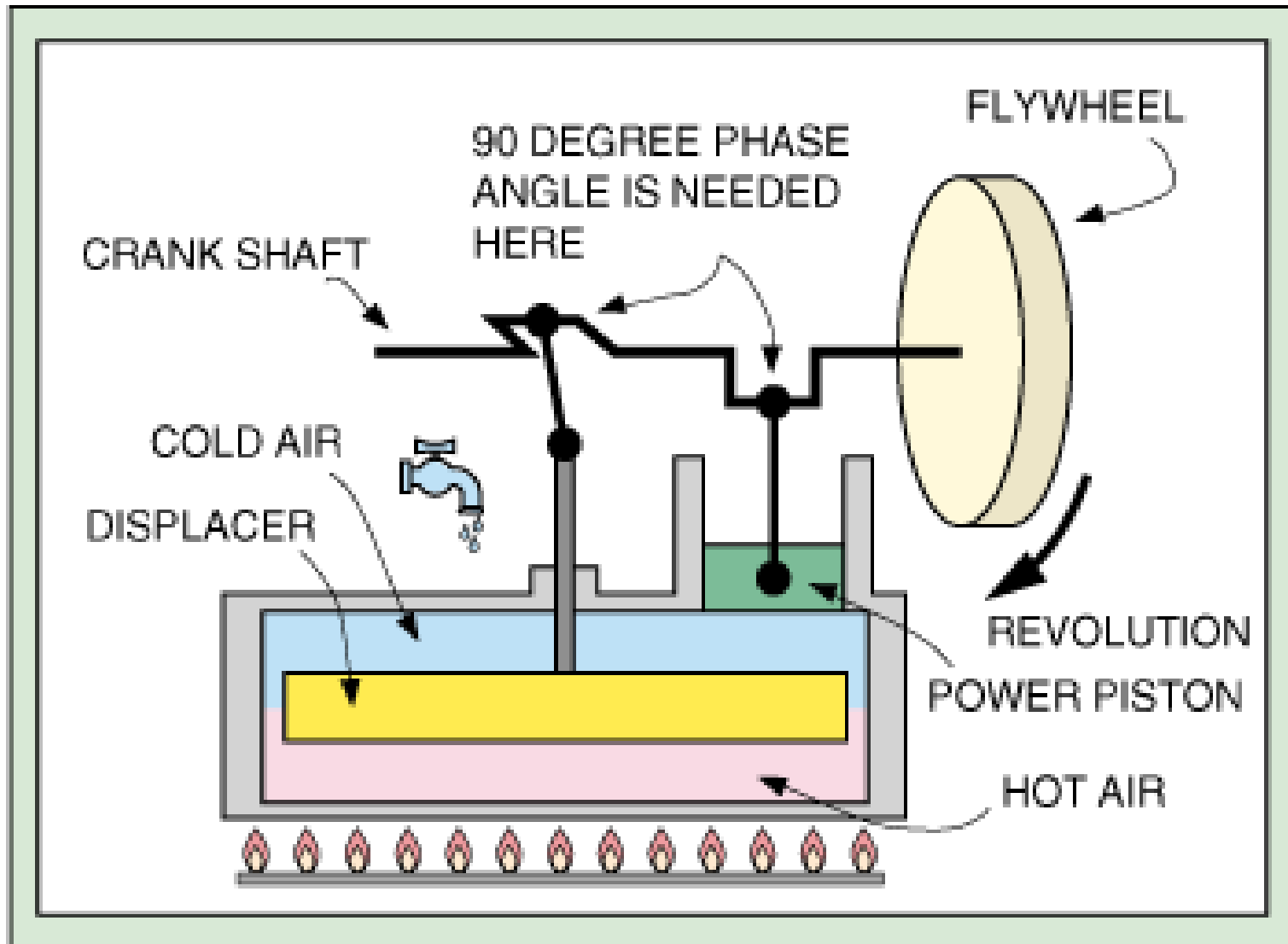


Bonus slide č.1



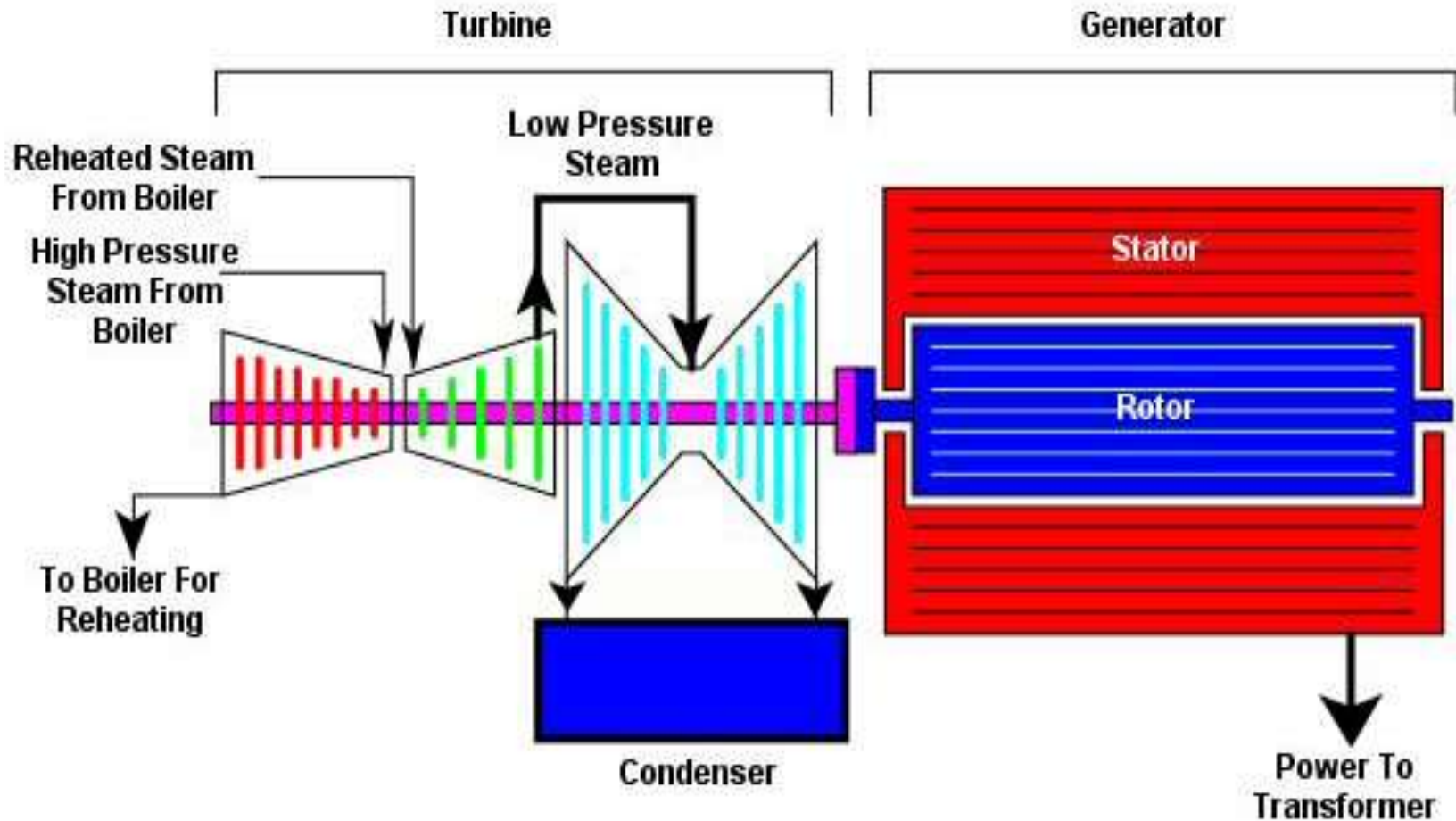


Stirlingův motor



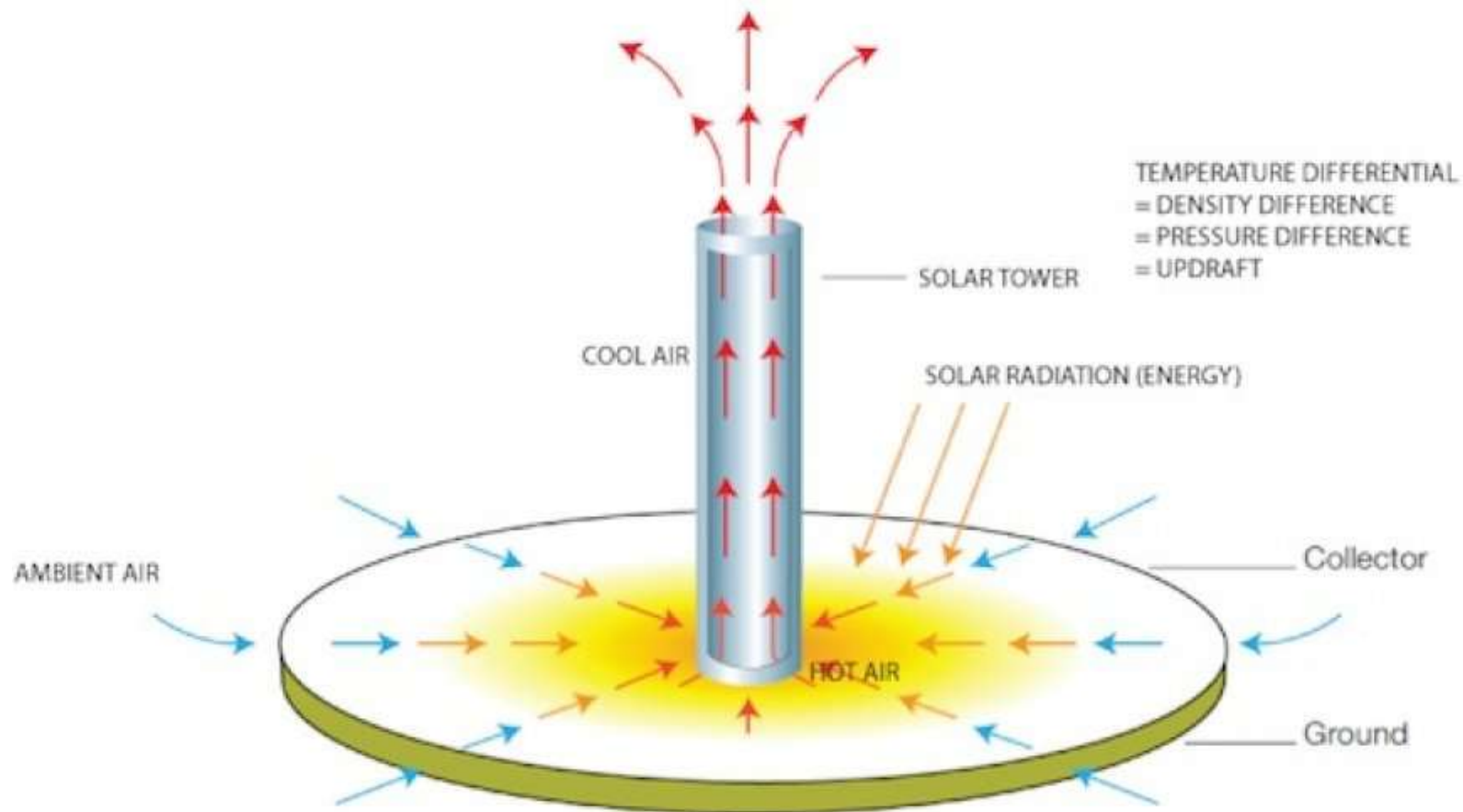


Parní turbína



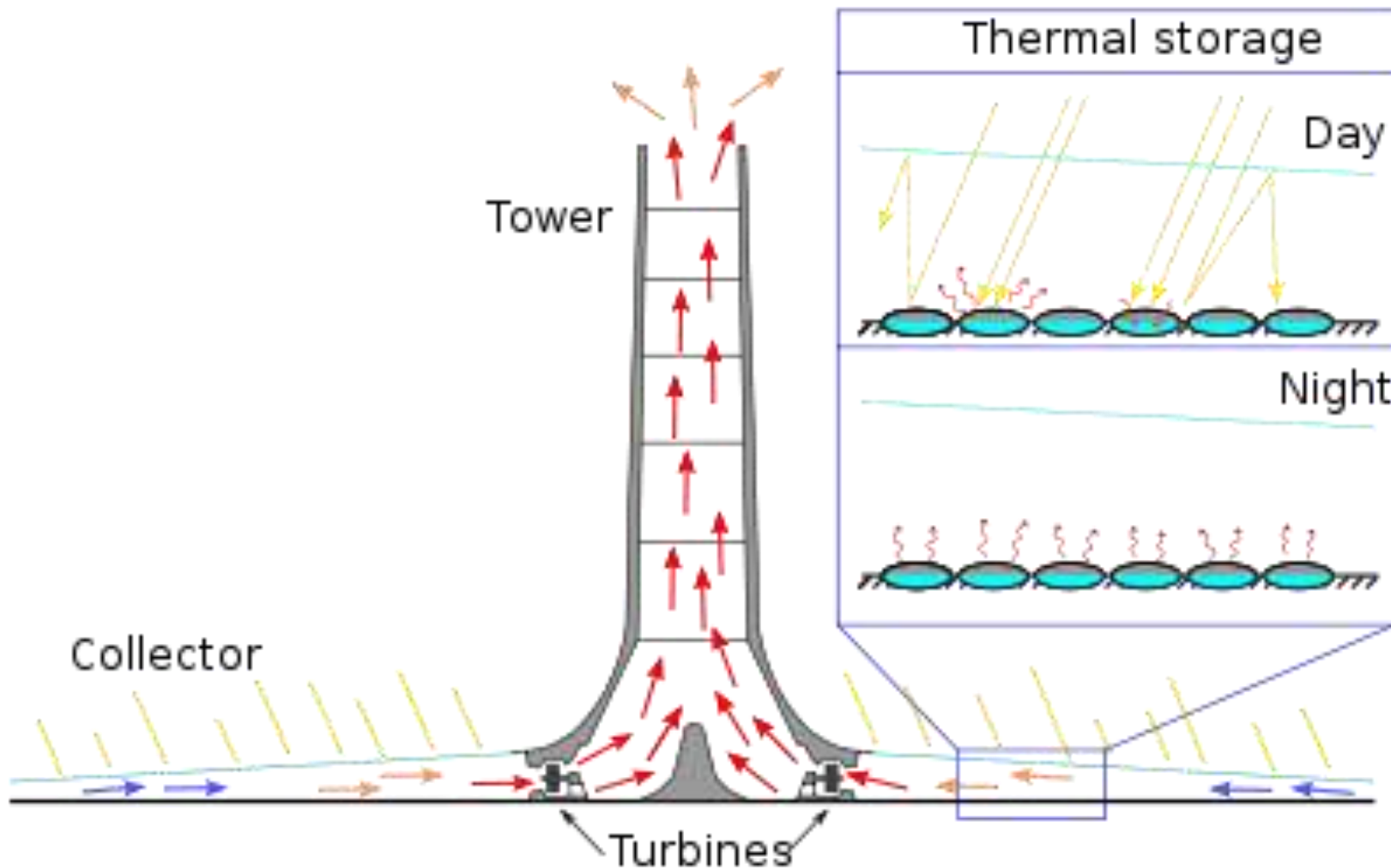


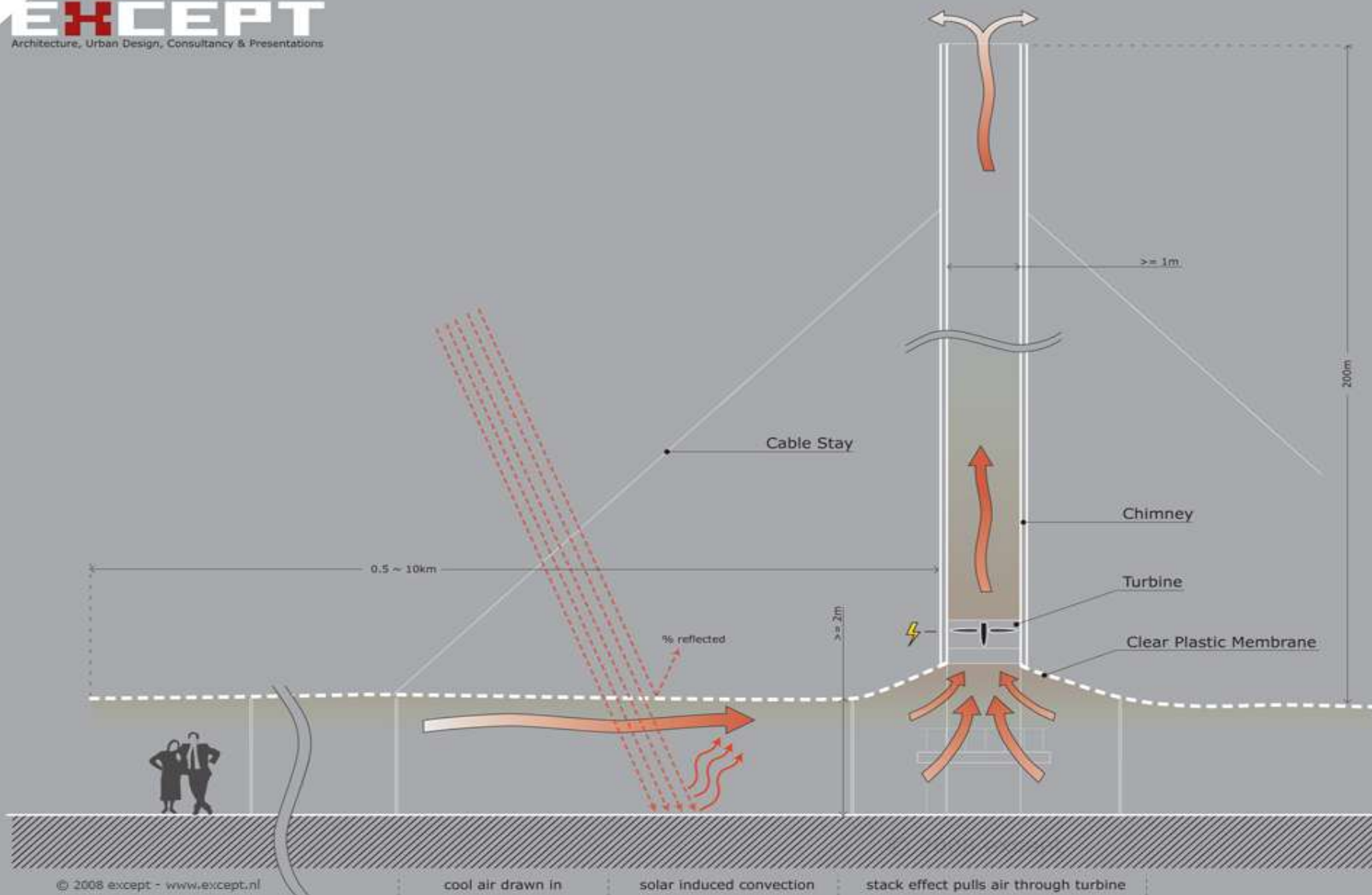
Solární komín





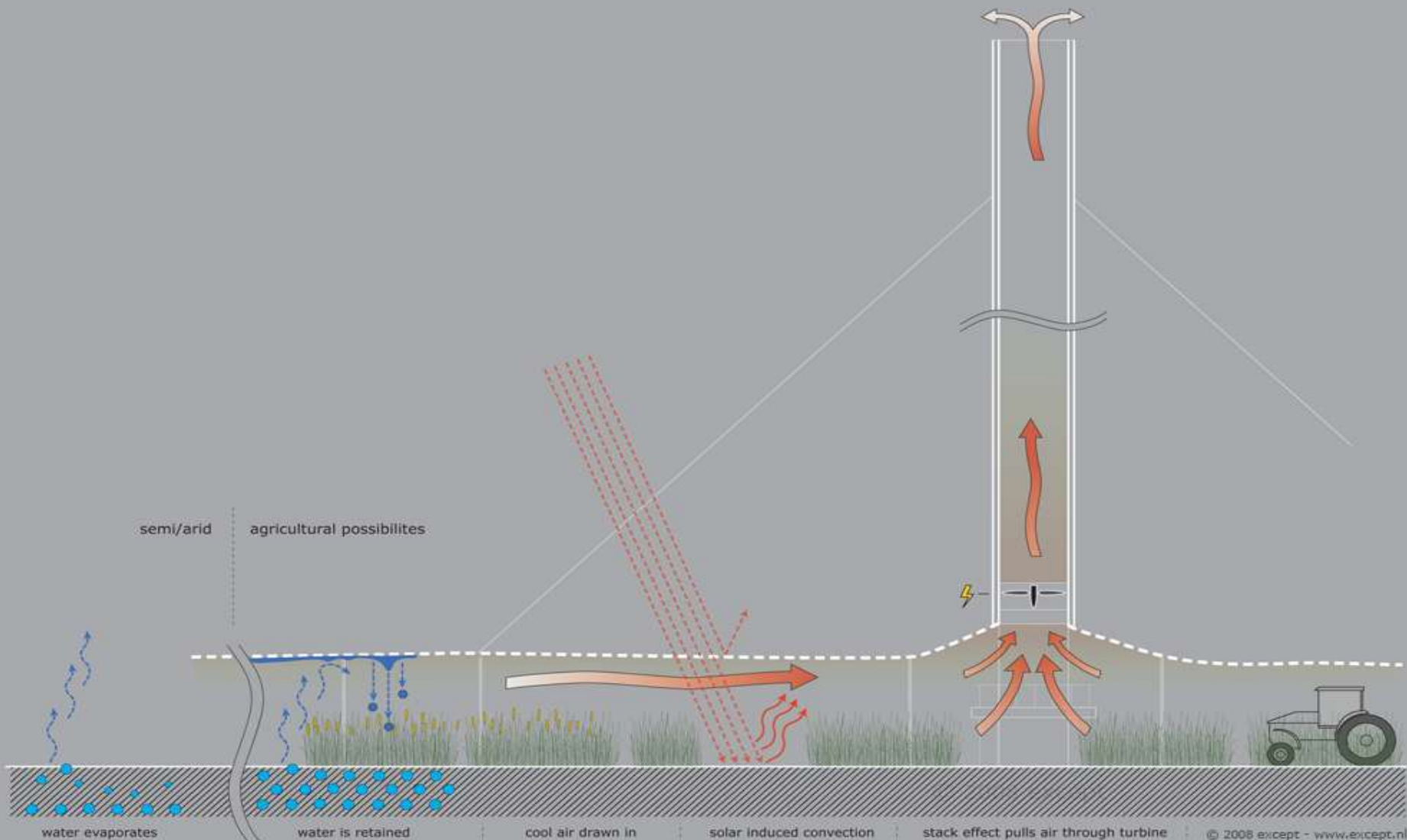
Akumulační systém







semi/arid agricultural possibilities



water evaporates

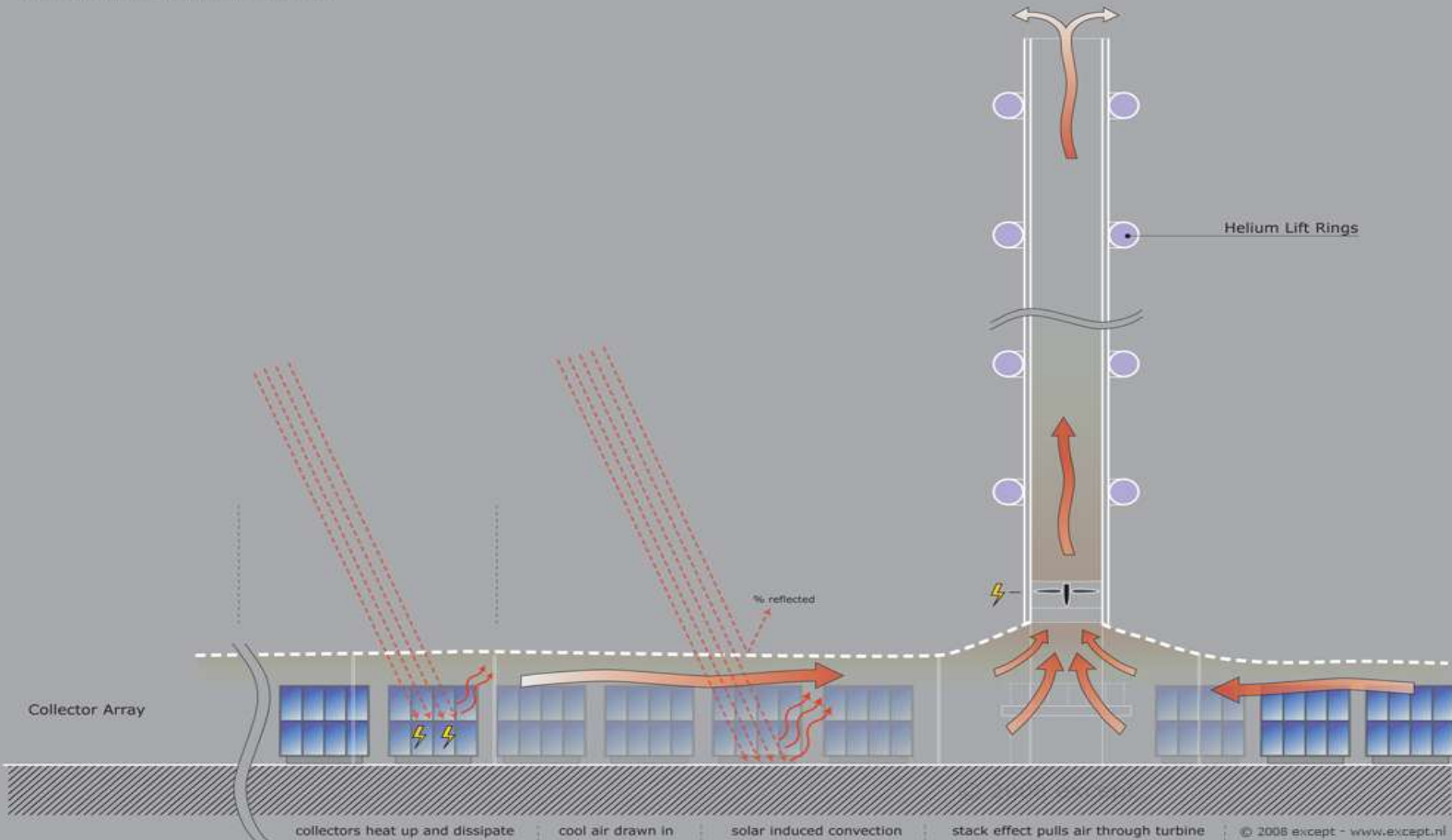
water is retained

cool air drawn in

solar induced convection

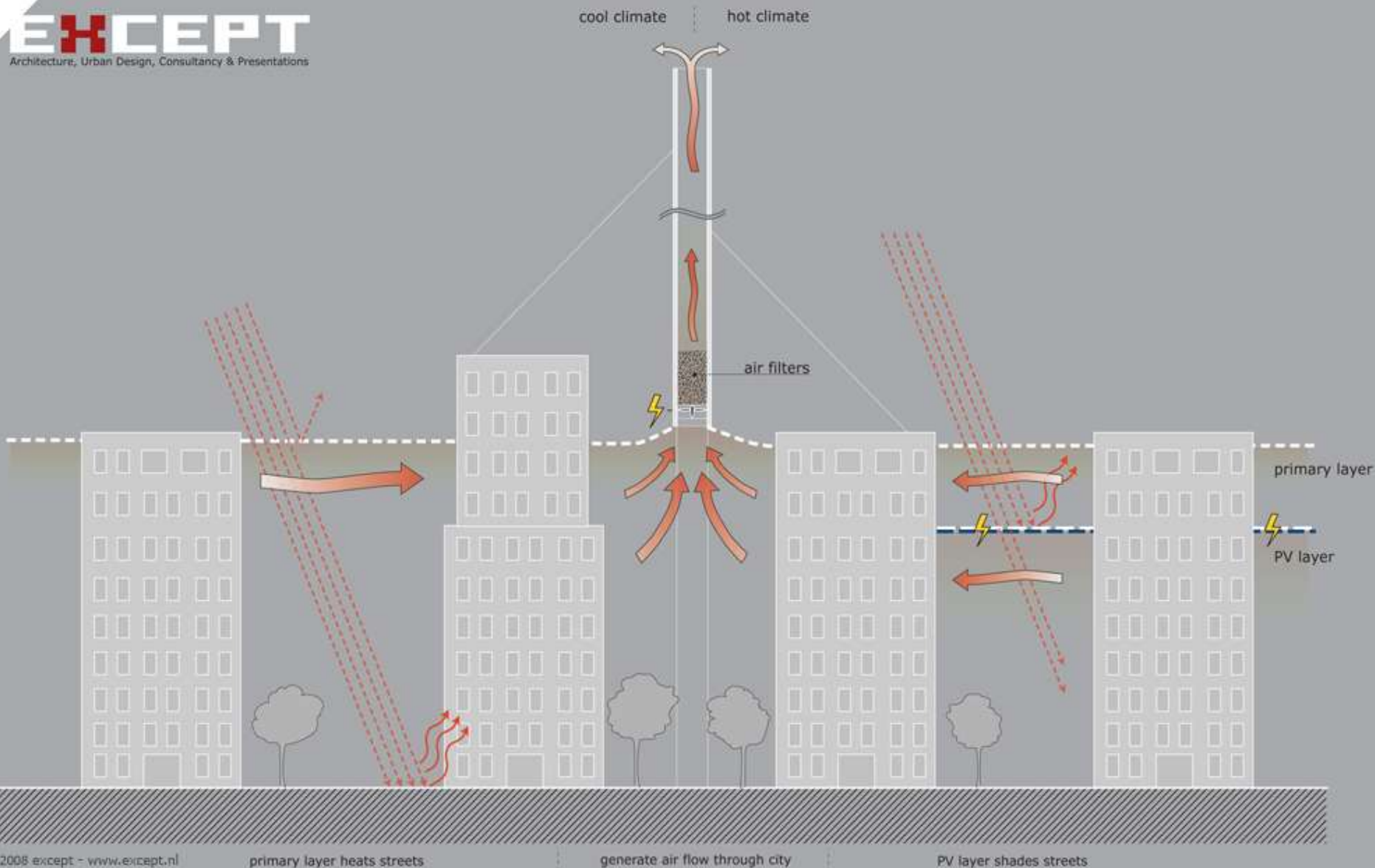
stack effect pulls air through turbine

© 2008 except - www.except.nl





EXCEPT
Architecture, Urban Design, Consultancy & Presentations





Solar Chimney in Manzanares

- Postaven 1982
- Turbína 50 kW
- Průměr komína 10 m
- Výška 194 m
- Průměr kolektoru 240 m
- Výška kolektoru 2 m

- Zbořen 1989





Projekty...

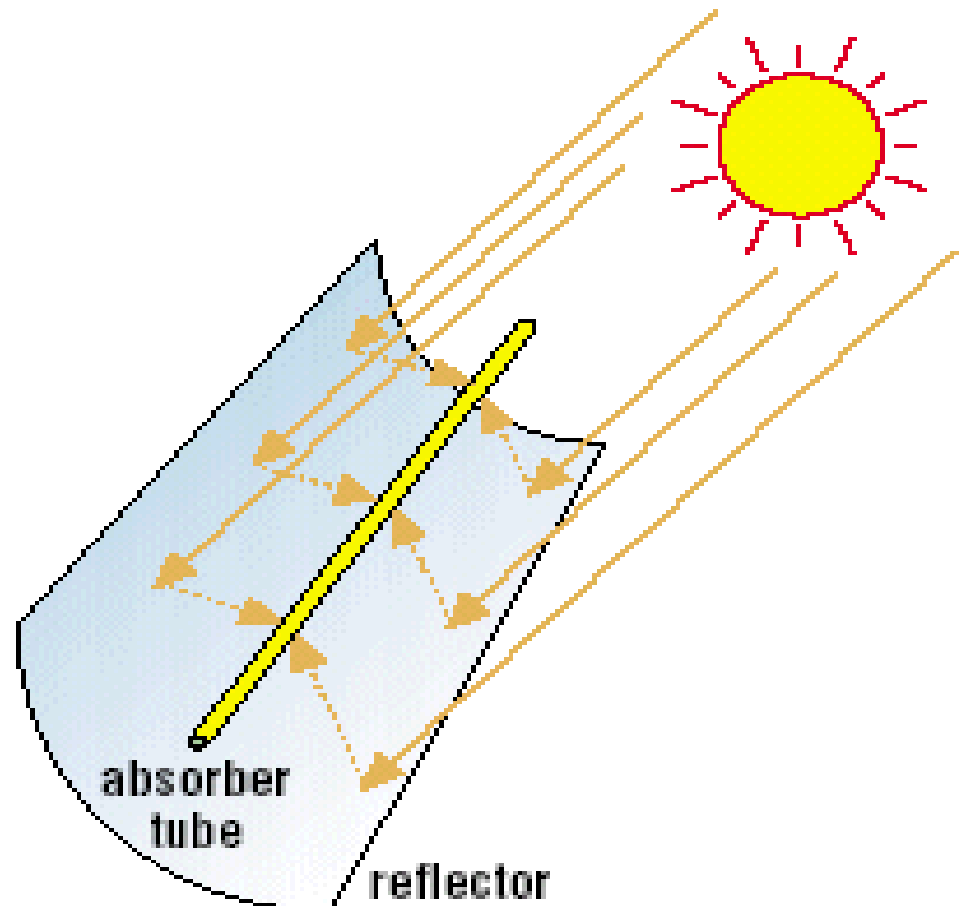
V současné době není tento systém ve světě provozován





Lineární parabolický kolektor

- Teplota přibližně 450 °C
- Ohřev oleje nebo roztavené soli
- Výroba páry, parní tubína

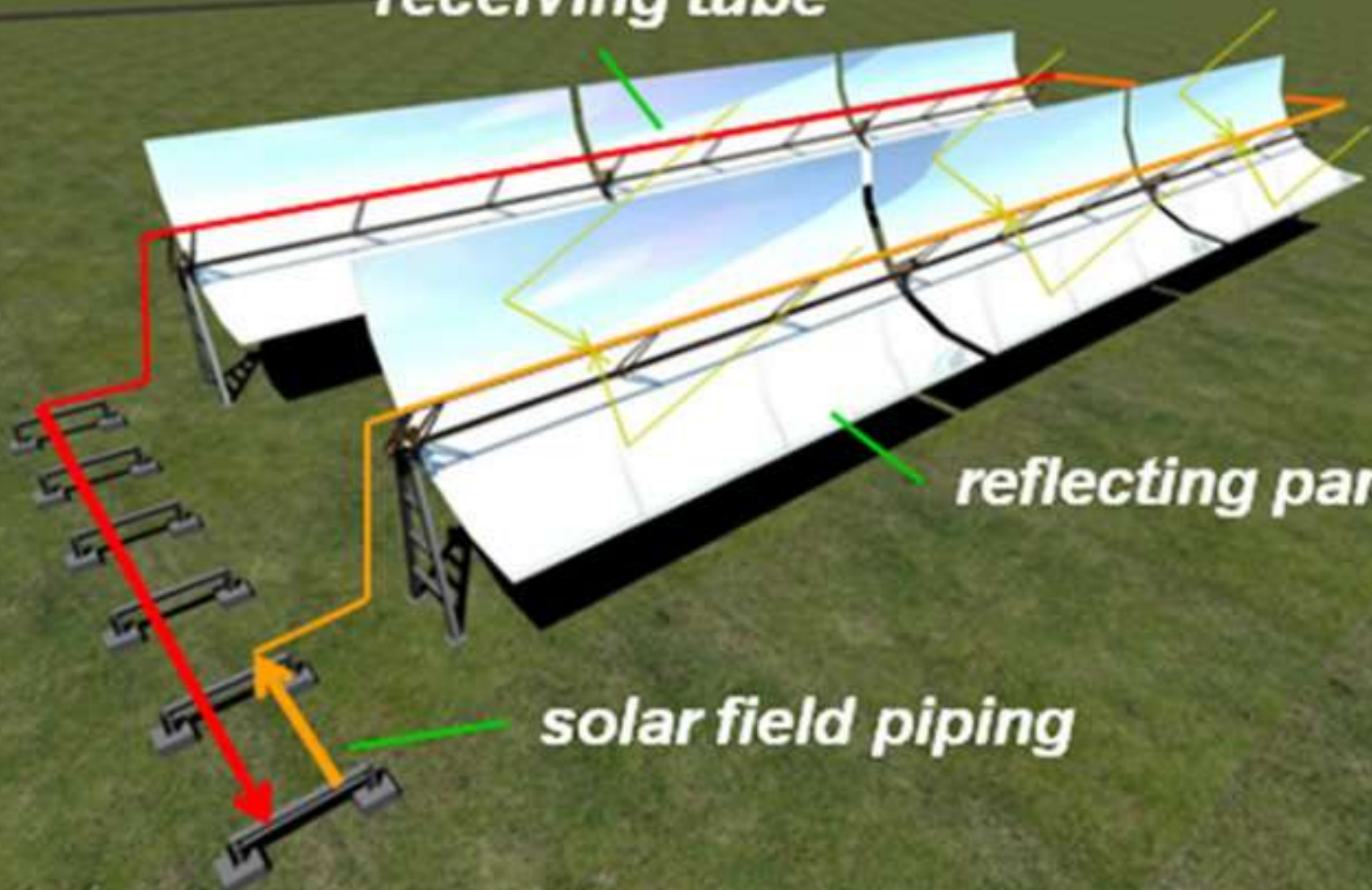




receiving tube

reflecting panels

solar field piping



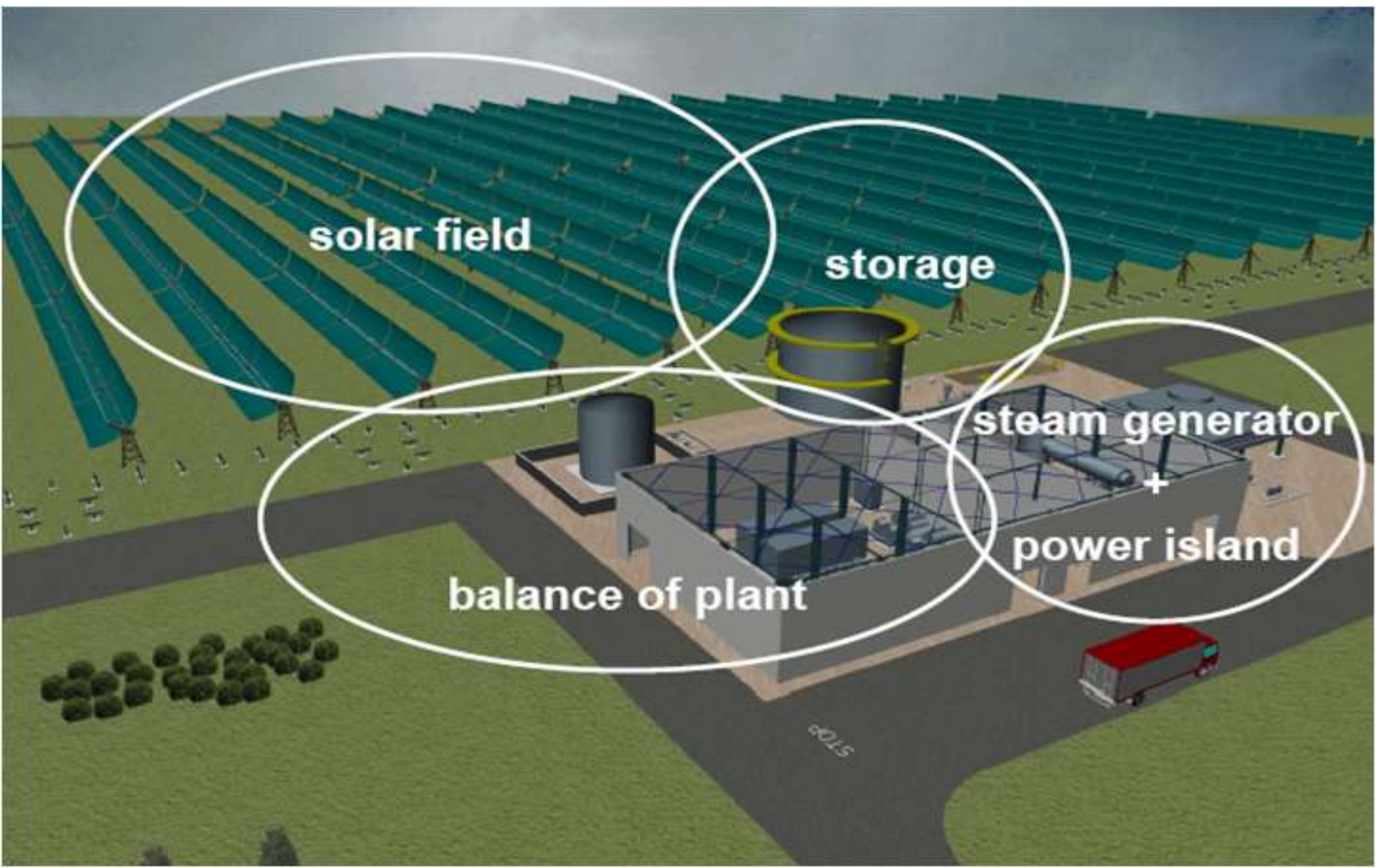


České vysoké učení technické v Praze
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

LFSEZ

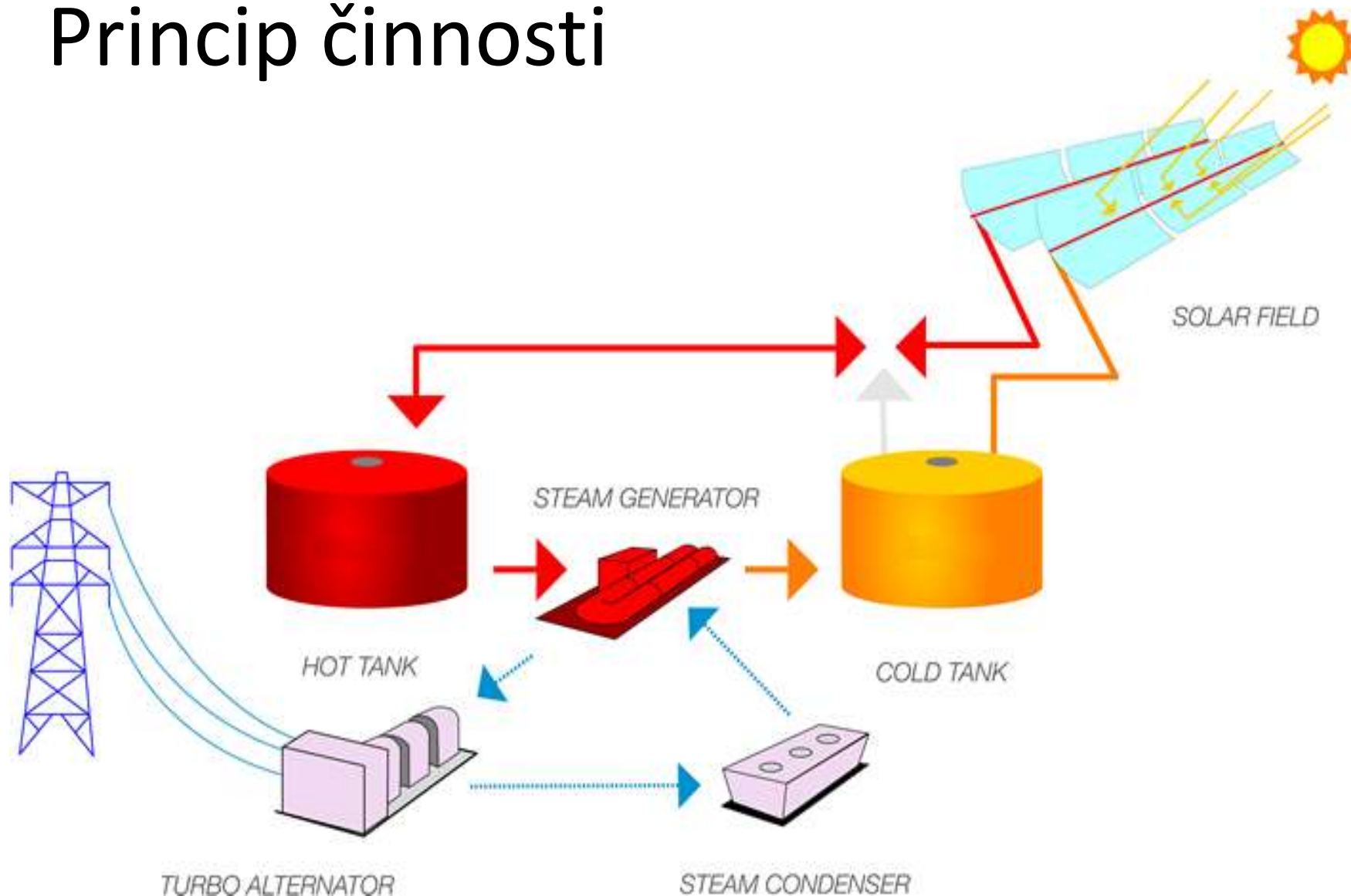
Laboratoř
Fotovoltaických Systémů
&
Elektrochemických Zdrojů
Katedra Elektrotechnologie ČVUT FEL







Princip činnosti



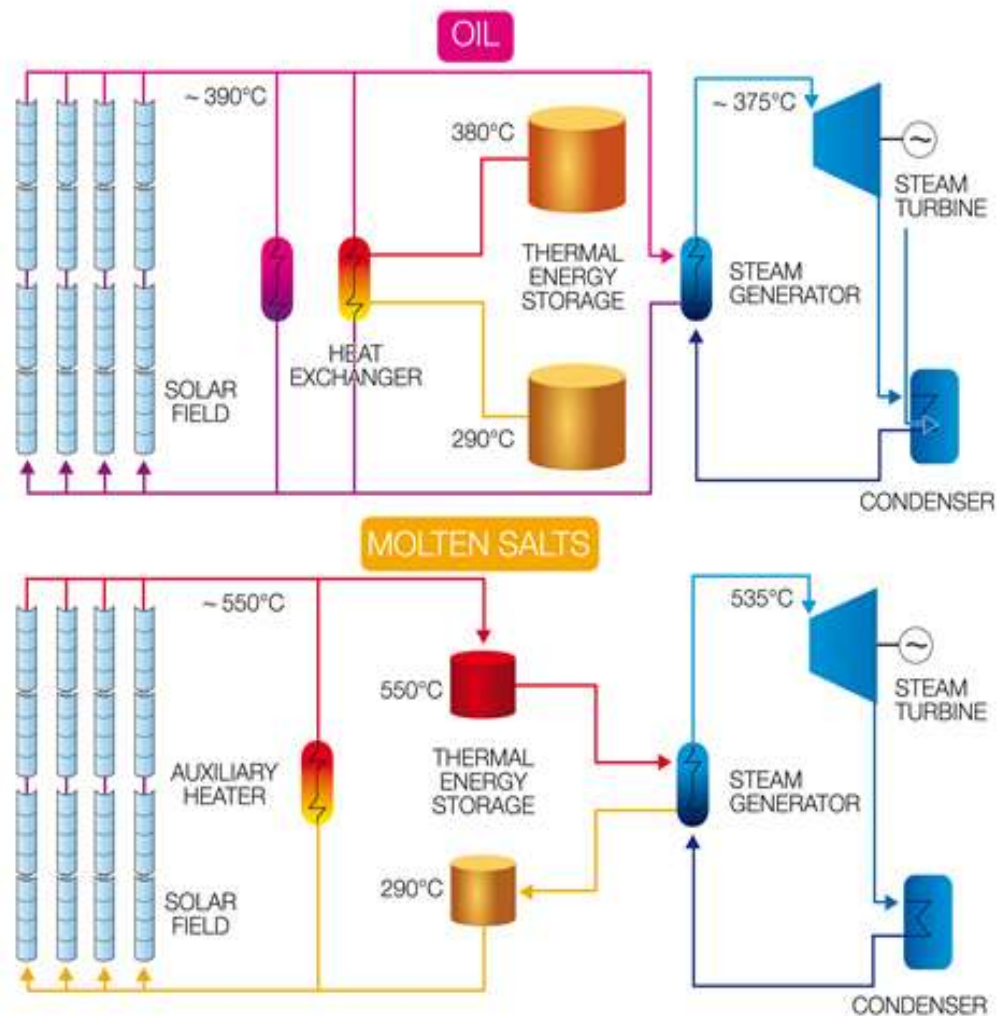


Teplonosná látka

$$P_k = \frac{dM}{dt} \cdot c \cdot (T_{k2} - T_{k1})$$

- $\frac{dM}{dt}$ hmotnostní průtok teplonosné kapaliny
 c měrná tepelná kapacita teplonosné kapaliny
 T_{k1} teplota na vstupu do solárního kolektoru
 T_{k2} teplota na výstupu ze solárního kolektoru

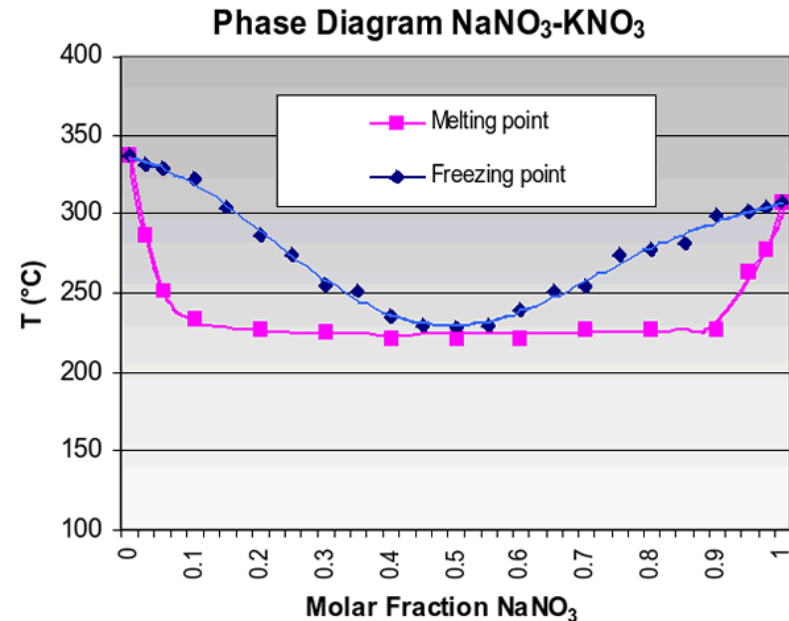
Teplotní odolnost teplonosné látky





Roztavená sůl x olej

- 60% NaNO_3 + 40% KNO_3
- Velká tepelná kapacita
- Velká hustota
- Nízký pracovní tlak
- Vyšší pracovní teplota
 - 290°C až 550°C
- Olej
 - nižší pracovní teplota
 - tekutý za normální teploty



Nehořlavé!

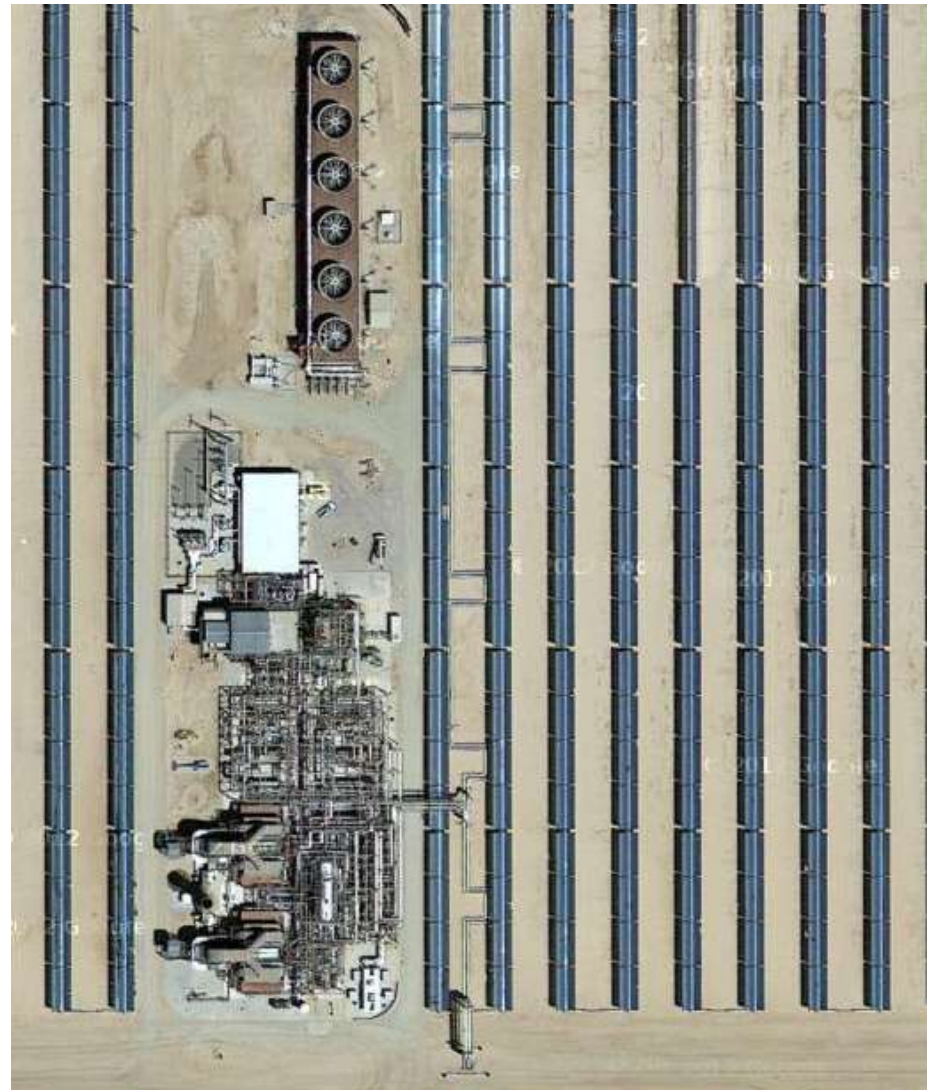


SEGS (Solar Energy Generating Systems)



Mojave Desert

- Použité médium olej
- Možnost „přítápění“ pomocí plynu





DESERTEC

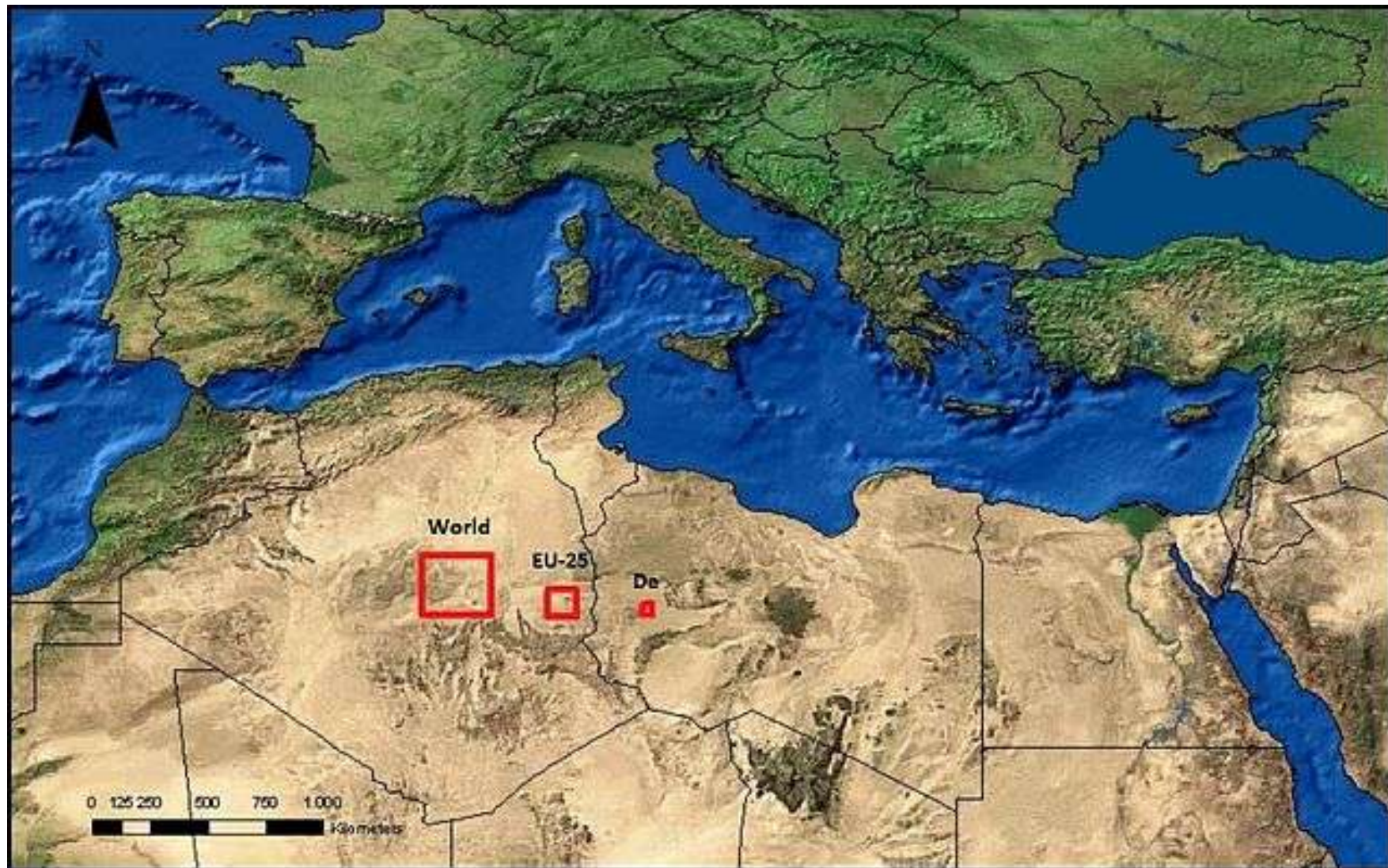
- do 3000 km od pouště žije 90 % obyvatel země
- Využití pouště pro výrobu energie
 - solární elektrárny
- Transport energie do místa spotřeby
 - ZVN vedení

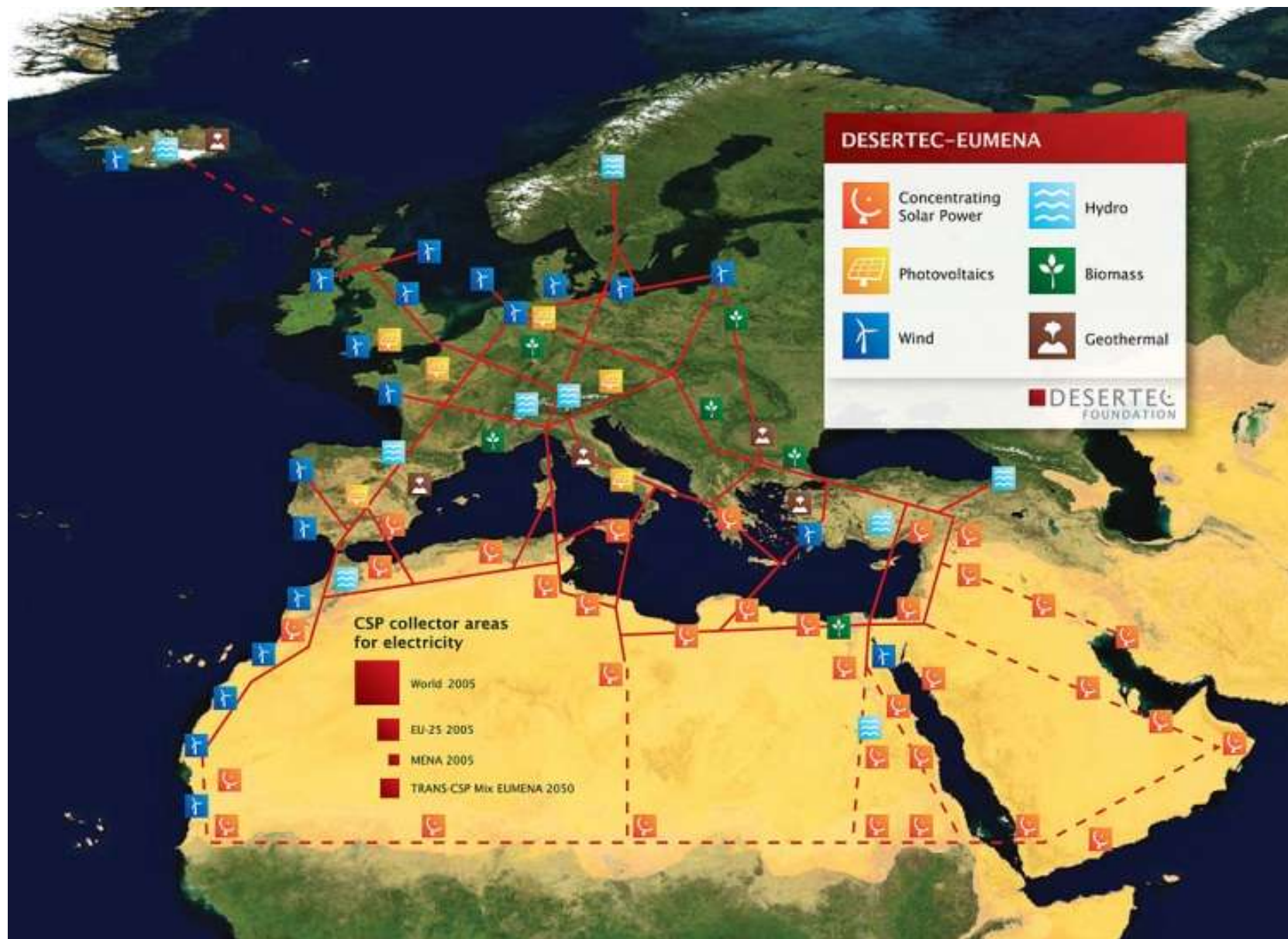
BY 2050, THREE EARTHS WILL BE NEEDED TO MEET HUMAN DEMAND FOR RESOURCES.



WHAT CAN WE DO TO ENSURE THAT ONE EARTH CAN SUPPORT 10 BILLION PEOPLE BY 2050?



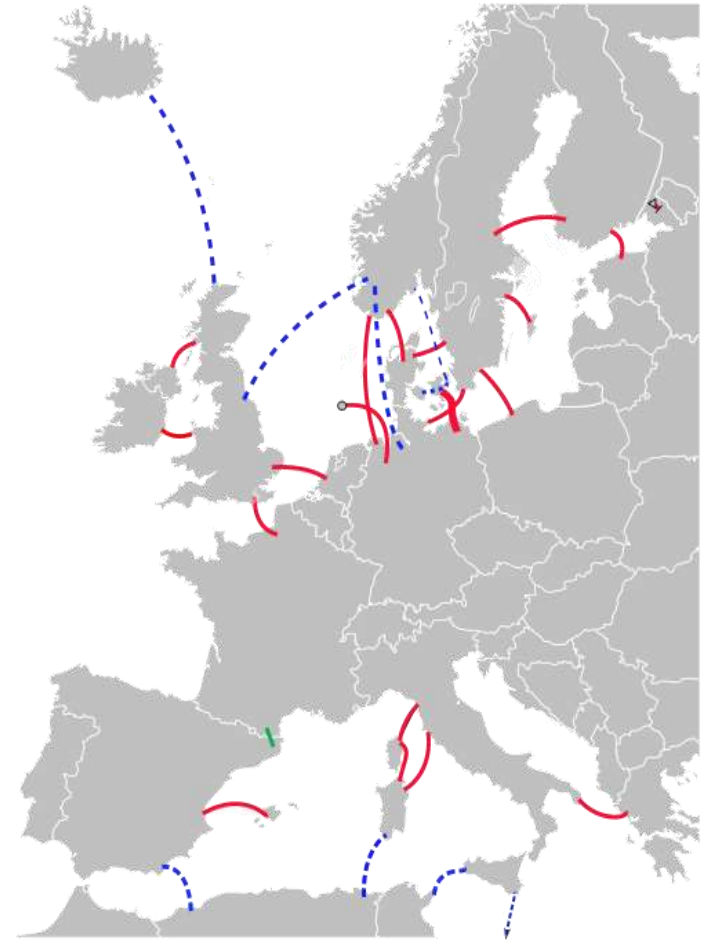






Problém ?

- Nestabilní situace v afrických zemích
- Politické tlaky
- Technologická nedokonalost
- Náročné budování infrastruktury
- Současná ekonomická krize

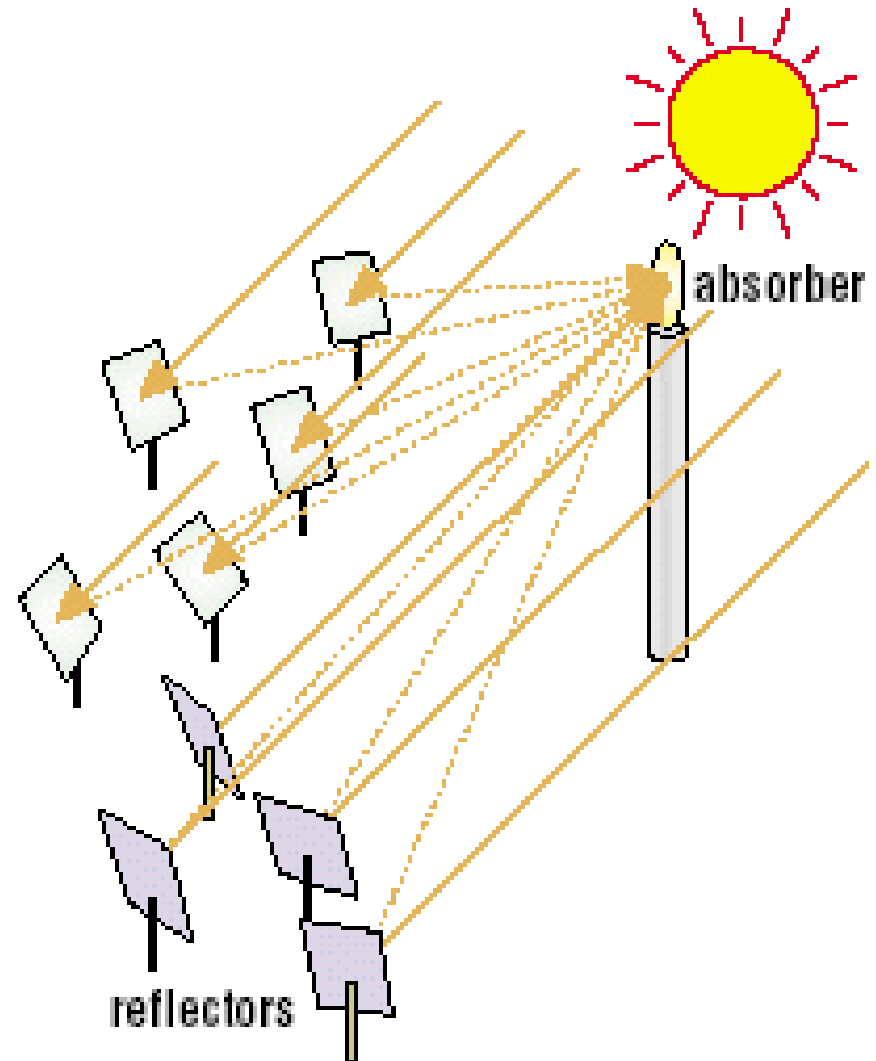


provoz, návrh, oprava



Solární věže

- Větší koncentrační poměr (až 700)
- Vyšší dosažená teplota (až 1500 °C)





Solar One, Two

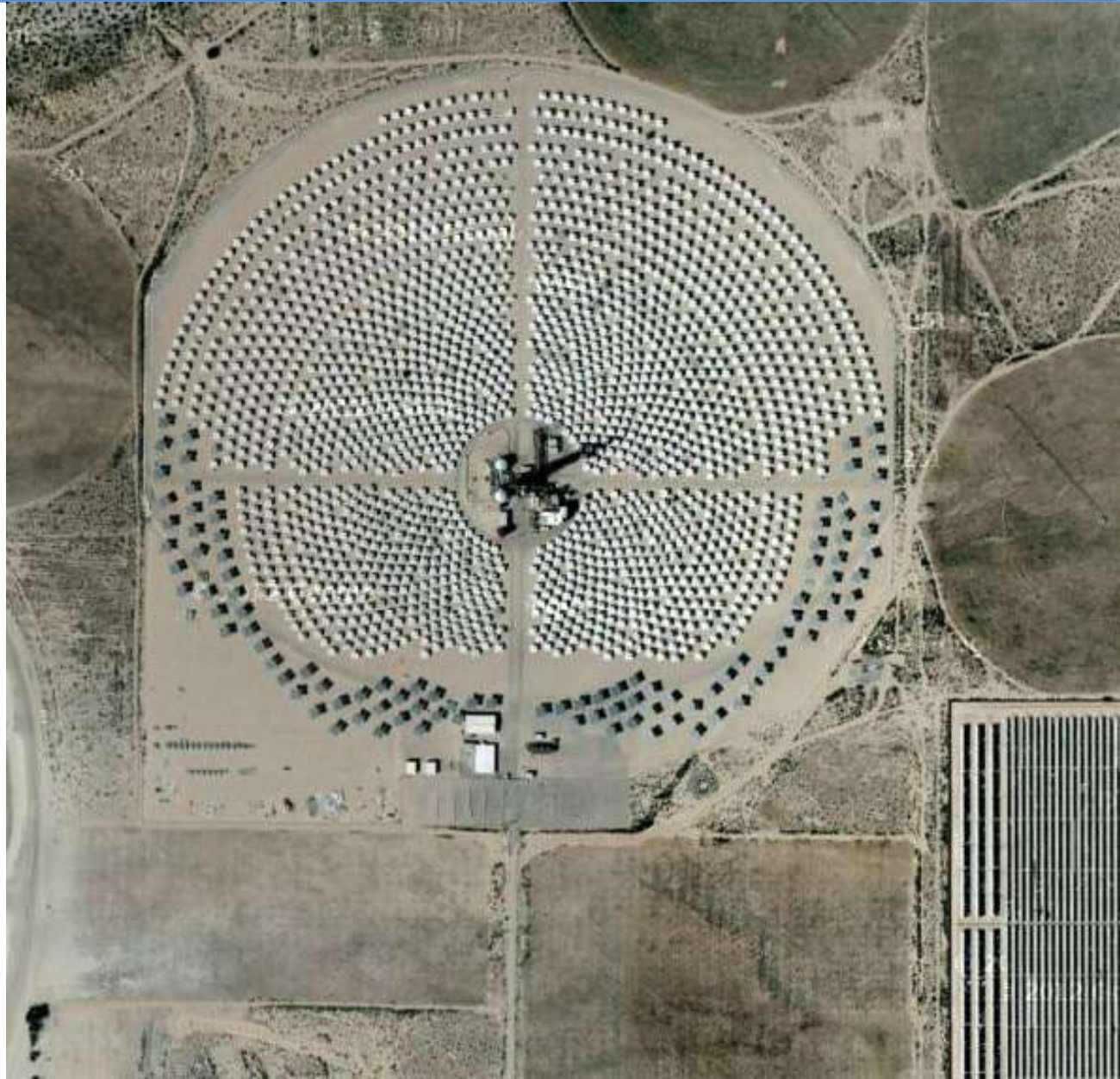
- Solar One
 - 1818 zrcadel
 - 40 m² každé
 - od roku 1982
 - do roku 1986
 - médium - olej
- Solar Two
 - přidán druhý kruh 108 zrcadel
 - 95 m² , každé
 - postaveno v roce 1995
 - médium roztavená sůl





Solar Two

(Google Maps)





PS10 Solar Power Plant (Španělsko)

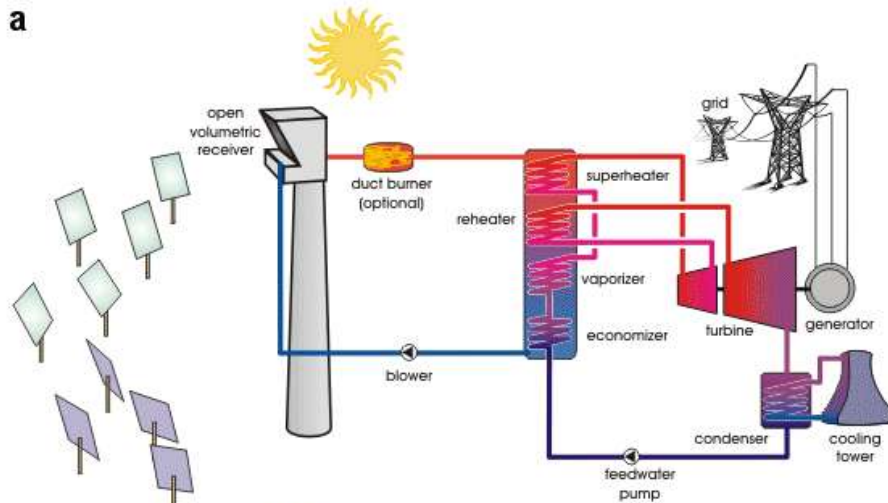
- PS 10 - 11 MW (tower)
 - 624 zrcadel
 - každé 120 m²
 - 115 m vysoká věž
 - 320 slunečních dní
 - 2004,2007 provoz
 - přehřátá pára
- PS20
 - 20 MW
 - 2006, 2009 provoz



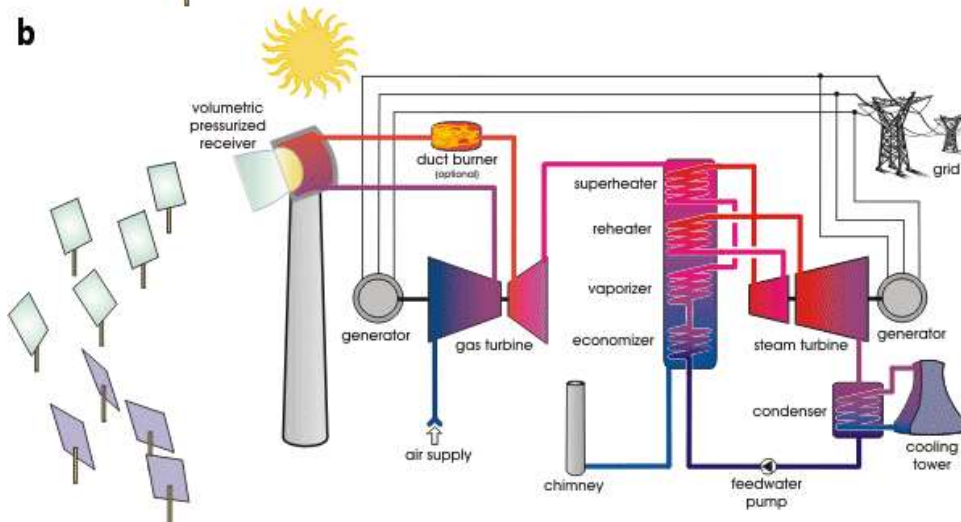


Médium - vzduch

a



b

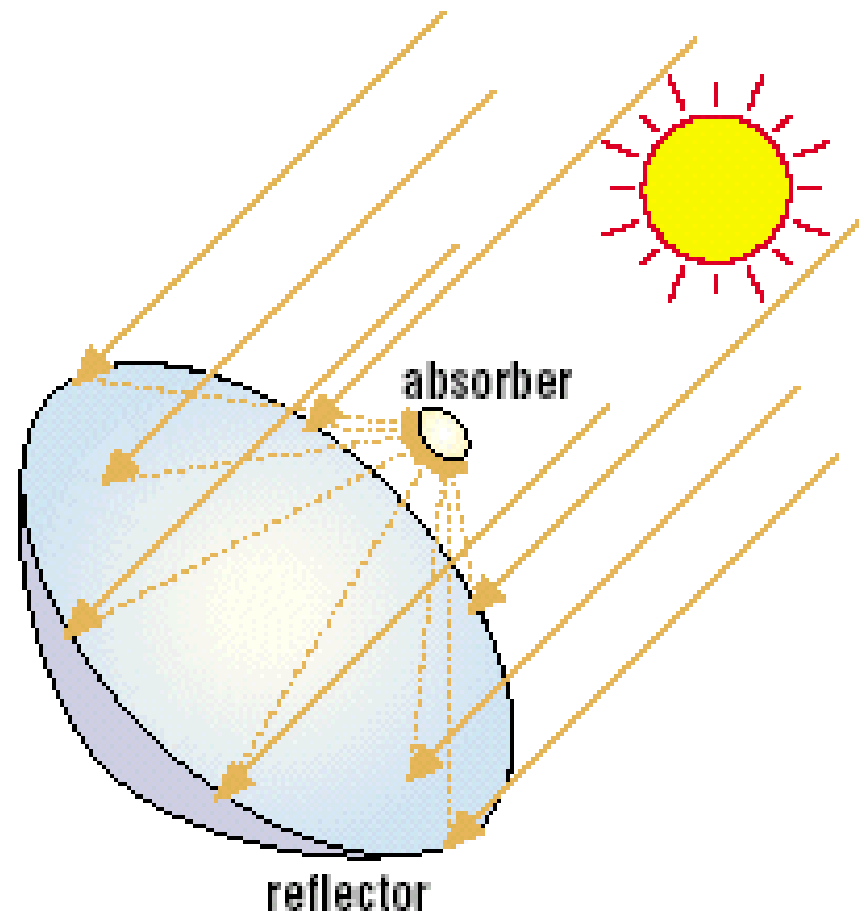


- Nízkotlaký systém
 - 650 °C až 850 °C
- Vysokotlaký systém
 - 1100 °C



Parabolický koncentrátor

- Koncentrační poměr až 2500
- Teplota až 2500°C





Stirlingův motor





Závěrečný přehled

SOLAR TECHNOLOGY LANDSCAPE

Photovoltaic

TRADITIONAL PV



PV cells (usually silicon based) convert solar energy directly into electrical energy

<10kW to 10MW

CPV



Mirrors or lenses focus sunlight onto multi-junction PV cell

100kW to 100MW

DISH ENGINE



Dual axis radial concentrator collector made of curved mirrors tracks and focuses sunlight onto Stirling Engine.*

100kW to >100MW

Solar Thermal

TROUGH



Rows of trough shaped mirrors direct concentrated radiation onto receiver tube

50kW to >100MW

TOWER



Sun tracking mirrors focus sunlight onto a central receiver (usually tower mounted)

500kW to >100MW

FRESNEL REFLECTOR



Similar to trough but uses flat (Fresnel) mirrors to concentrate light

50kW to >100MW

The SES SunCatcher™ Solar Dish-Stirling System Technology is Superior in Efficiency, Reliability and Overall Performance.