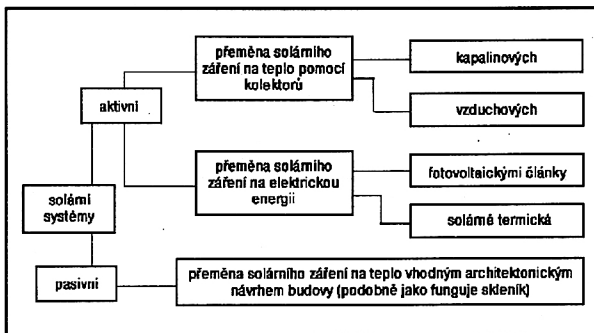


## 7. Sluneční energie

Sluneční záření poskytuje denně Zemi stotisíckrát více energie, než vyrábějí všechny elektrárny na světě. Ročně je dodávána Zemi tepelná energie ve výši cca 178 000 TW/r [*terawatt-roků za rok – pozn. redakce*] v čisté formě, která neovlivňuje nepříznivě životní prostředí. Část sluneční energie se rozptýlí, část je absorbována, takže lze naměřit na Sahaře cca 80 % původní hodnoty, ve středních zeměpisných šířkách 35–40 %. Část, cca 30 %, se odráží do mraků, prachových částic a zemského povrchu, asi 70 % se absorbuje. Z absorbovaného množství připadne cca 83 000 TW/r na vnitřní energii vzduchu a vody a 41 000 TW/r na latentní teplo, spojené s vypařováním vody z oceánů a vlhkých oblastí zemského povrchu. Toto latentní teplo se případně v atmosféře uvolňuje kondenzací. Absorbovaná sluneční energie opouští zemi jako infračervené (tepelné) záření. Čistý výtěžek pro živou hmotu činí cca 100 TW/r. Využití sluneční energie je patrné ze schématu:

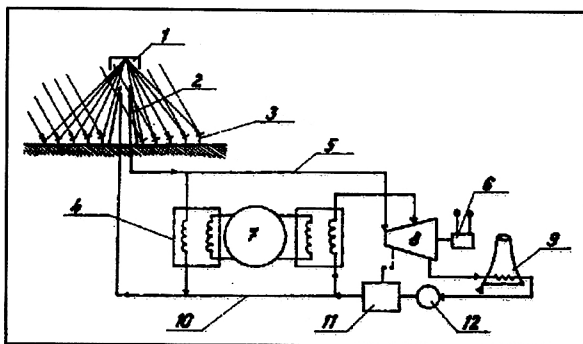


Problémy využívání slunečního záření jako energetických zdrojů:

- nerovnoměrné rozdělení mezi rovníkové oblasti a oblasti severnější nebo jižnější,
- složitá a těžkopádná konstrukční řešení,
- rozsáhlé technické prostředky pro dopravu a akumulaci energie.

### 7.1 Přeměna sluneční energie na elektrickou energii

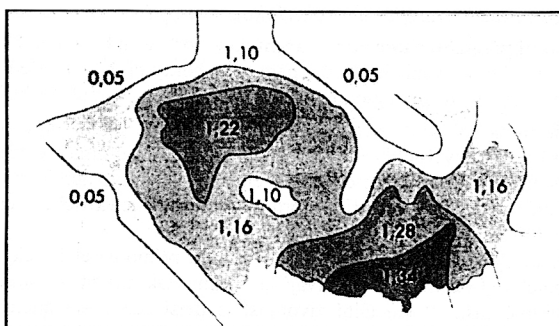
- Soustředování přímého slunečního záření** na absorbátoru k dosažení teplot až 600 °C. V absorbátoru – kotli – vzniká přehřátá pára nebo horký plyn a prostřednictvím konvenčního parního cyklu nebo vysokoteplotního cyklu se vyrábí elektrický proud. Na 100 MWe je třeba 0,9 km<sup>2</sup> zrcadlové plochy, umístěné na 3,8 km<sup>2</sup> celkové rozlohy. Účinnost je i ve slunných oblastech 15–20 %. Zbytek jsou ztráty v přenosu záření přes povrch zrcadel k absorbátoru a přeměně na elektrinu a ztráty energie, potřebné k pohánění systému otáčivých zrcadel. Zařízení pro výrobu páry a elektrické energie je stejně složitá jako u klasických elektráren.
- Fotoelektrické systémy** přeměňují sluneční energii přímo na elektrický proud. Sluneční články fotoelektrických zdrojů využívají jak přímé, tak difúzní sluneční záření. Nemají žádné pohyblivé části. Potenciální životnost je delší než u stávajících kondenzačních elektráren. Účinnost je až 20 %. Nevýhodou jsou velmi vysoké investiční náklady (až 10 US dolarů na 1 watt výkonu). Z hlediska materiálové náročnosti sluneční elektrárna spotřebuje 12krát více oceli než uhelná elektrárna a rovněž podstatně více než elektrárna s lehkovodním jaderným reaktorem. Betonu spotřebuje sluneční elektrárna 60krát více než elektrárna s lehkovodními reaktory stejného výkonu.



Obr. 1: Sluneční tepelná elektrárna s centrálním absorbatorem (1 – absorbátor, 2 – věž, 3 – heliostaty, 4 – výměníky tepla, 5 – pára, 6 – generátory, 7 – akumulace, 8 – turbína, 9 – chladicí věž, 10 – napájecí voda, 11 – ohříváč napájecí vody, 12 – čerpadlo)

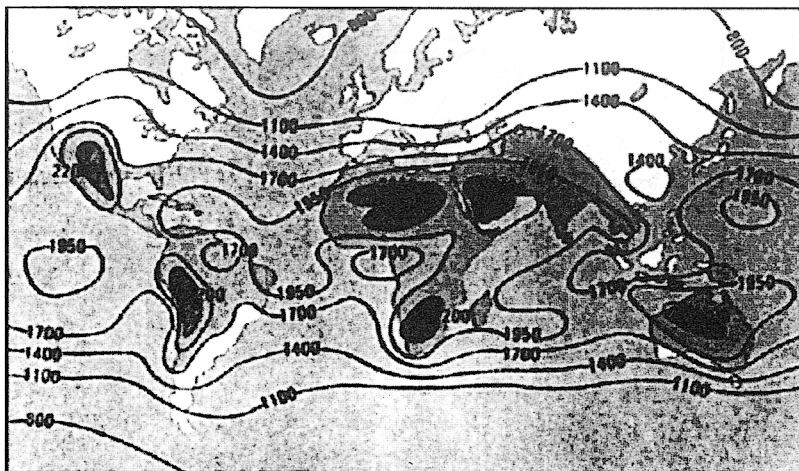
Oblast	Proční průměrné intenzity záření (na vodorovné ploše)	
	(kWh/m <sup>2</sup> /den)	(W/m <sup>2</sup> )
tropická oblast, pouště	5–6	210–250
mírné pásmo	3–5	130–210
méně slunné oblasti	2–3	80–130
přímé záření ve slunných oblastech	7–8	290–330
přímé záření ve slunných suchých oblastech, měsíční průměr	5–10	210–420

Tab. 1: Roční průměrné intenzity slunečního záření



Obr. 2: Na vodorovně umístěnou plochu jednoho metru čtverečního v našich krajinách dopadá za rok více než tisíc kWh sluneční energie. Obrázek znázorňuje podrobné rozložení po republice. Údaje jsou v megawatthodinách (tj. v tisících kWh). Nejvíce slunečního záření dopadá na jižní Moravě

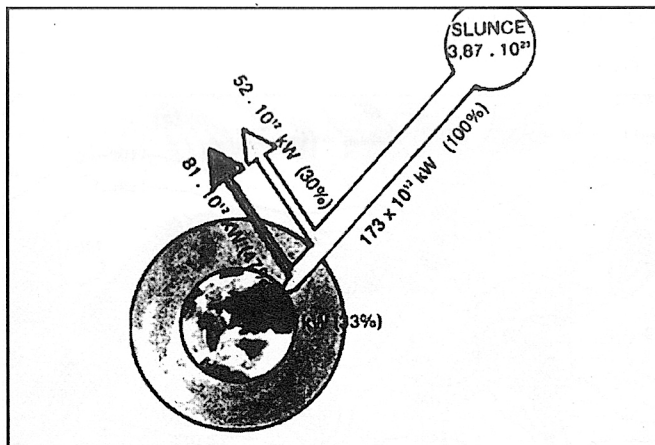
Přesto vedle množivých jaderných reaktorů může v budoucnu sluneční energie poskytovat nevyčerpatelný zdroj energie, který by znamenal velké možnosti rozvoje chudých, ale sluncem bohatých oblastí.



Obr. 3: Mapa průměrného ročního svitu v různých částech světa (v kWh/m<sup>2</sup> za rok). V České republice slunce svítí na většině míst 1 500 až 1 700 hodin za rok, na jihu pak 1 700 až 1 900 hodin ročně. Za jeden den dopadnou v chladnějších místech 2 až 3 kWh sluneční energie na m<sup>2</sup> plochy, v letních měsících je to 4,5 až 5,5 kWh·m<sup>-2</sup>. Průměrné množství energie slunečního svitu za jeden rok je 950 až 1100 kWh·m<sup>-2</sup>, tj. okolo 1 TWh na km<sup>2</sup>.

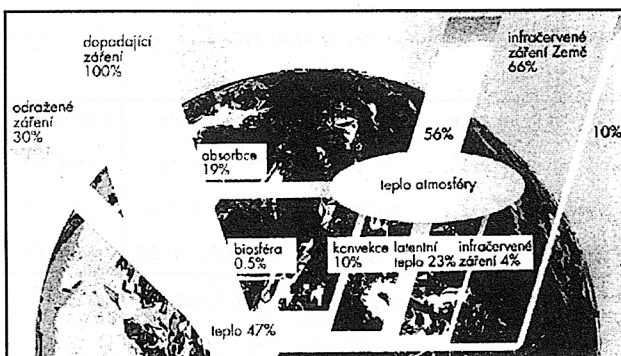
Stupeň koncentrace	Druh kolektoru	Teplota	Účinnost %
bez koncentrace	plochý	60–200	max. 50
střední konc.	parabolický válec	250–700	max. 70
vysoká konc.	parabolid	650–4000	max. 75

Tab. 2: Účinnost různých druhů slunečních kolektorů

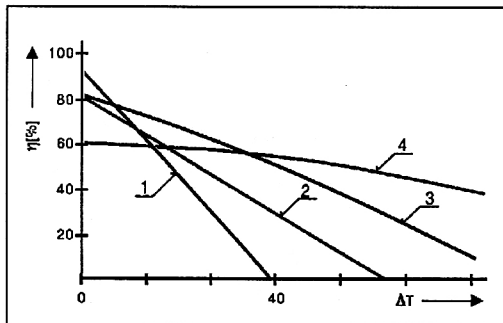


Obr. 4: Jaká část slunečního záření dopadne na zemský povrch?

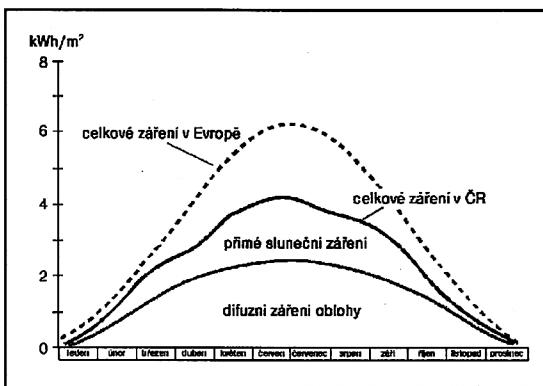
- $3,87 \cdot 10^{23}$  kW – celkový výkon slunečního záření,
- $173 \cdot 10^{12}$  kW – záření dopadající na zemskou atmosféru,
- $52 \cdot 10^{12}$  kW – odraz od atmosféry,
- $81 \cdot 10^{12}$  kW – teplo vyzářené zpět do vesmíru,
- $40 \cdot 10^{12}$  kW – výkon dopadající na zemský povrch.



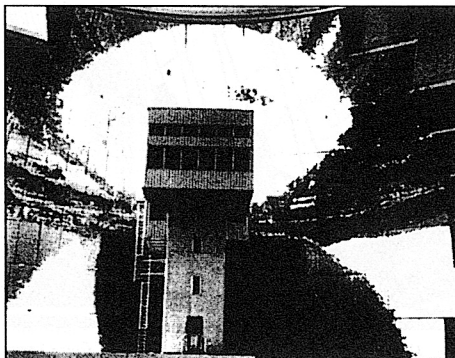
Obr. 5: Sluneční energie na Zemi. Z celkového dopadajícího záření (příkonu) 180 tisíc TW (= 100 %) se asi třetina odráží zpět do kosmického prostoru, necelá pětina je pohlcena v atmosféře a téměř polovina se přemění v teplo na povrchu Země. Asi půl promile (to je 90 TW) se mění v chemickou energii biomasy přes fotosyntézu zelených rostlin a fytoplanktonu. Zachycená sluneční energie je pak vyzařována jako tepelné infračervené záření do kosmického prostoru.



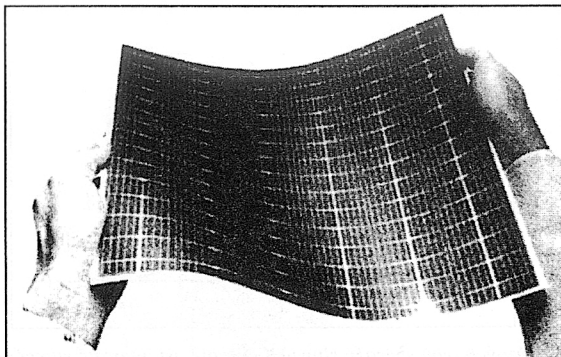
Obr. 6: Účinnost různých typů sběračů sluneční energie při intenzitě sluneční energie záření  $800 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ ; 1 – plastový absorber, 2 – plochý kovový kolektor s neselektivní vrstvou, 3 – plochý kovový kolektor se selektivní vrstvou, 4 – tepelná vakuová trubice



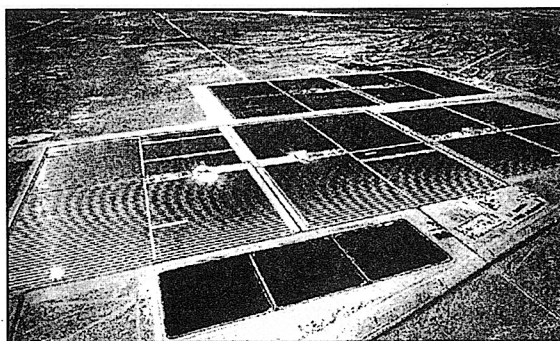
Obr. 7: Globální sluneční záření v České republice



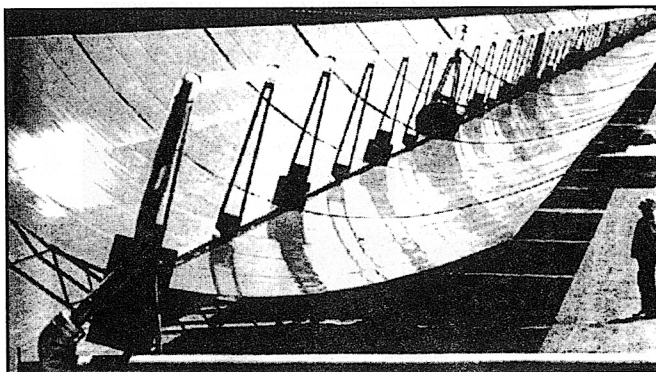
Obr. 8: Obří solární zařízení ve Francii



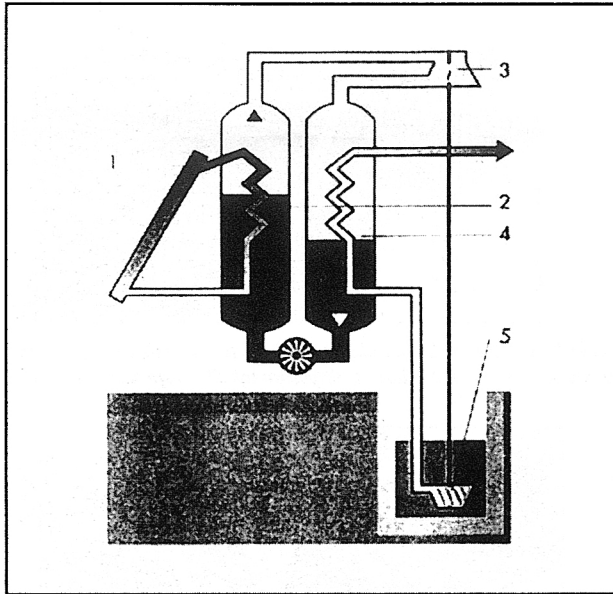
*Obr. 9: Supertenké ohebné sluneční baterie k nalepení na střechu elektromobilu, motorového člunu nebo pro přenosnou radiostanici*



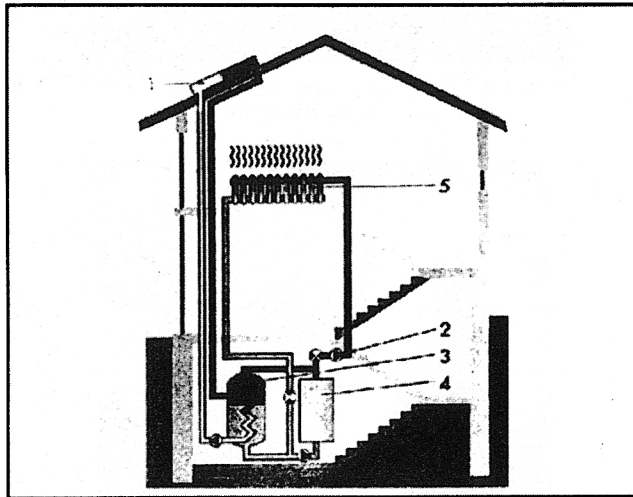
*Obr. 10: Fotovoltaické zařízení (sluneční elektrárna)*



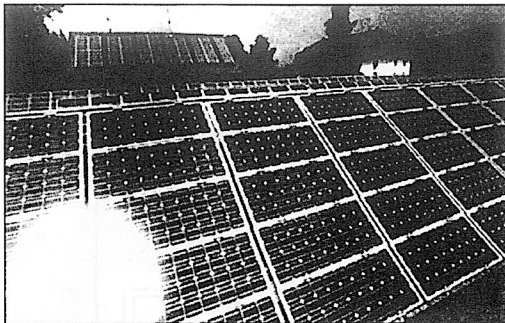
*Obr. 11: Zrcadlové desky s kolektorem ve formě trubice*



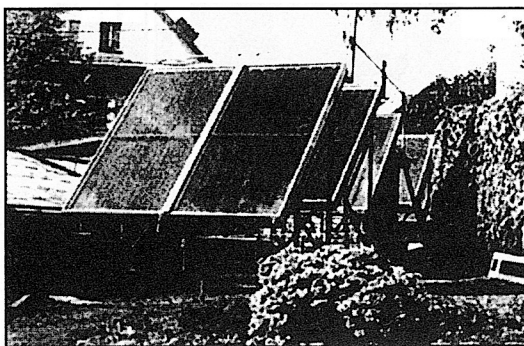
Obr. 12: Sluneční čerpadlo. Teplo získané ve slunečních kolektorech 1 zahřívá pracovní látku (freon, propan aj.) ve výparníku 2 pára pohání turbínu 3 a chladí se kondenzátorem 4 turbína pohání pumpu 5 a studniční voda protéká kondenzátorem



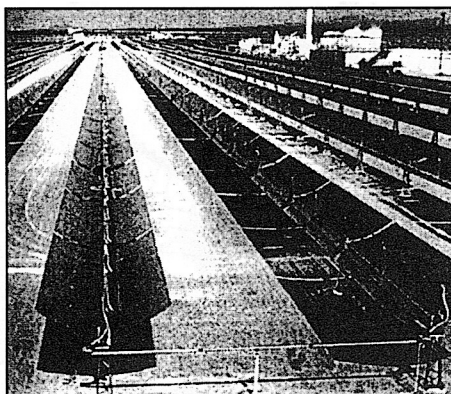
Obr. 13: Schéma kombinace slunečního a klasického (v tomto případě pomocného) topení v jednoduchém aktivním slunečním domě. 1 – sluneční kolektor, 2 – čerpadla, 3 – akumulace tepla, 4 – pomocné topení, 5 – topné těleso



*Obr. 14: Až 40 kW elektrické výkonu dokáže vyrobit 840 solárních modulů sluneční elektrárny v jedné vesnici v Bavorském lese. Pokrývá se tak 70 % spotřeby zdejších obyvatel*

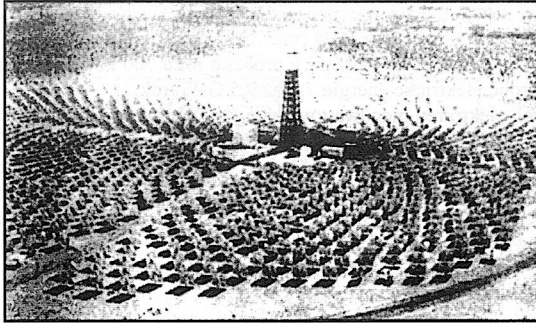


*Obr. 15: Solární systém pro ohřev užitkové vody pro zahradnictví (stav v roce. 1991, projekt firmy SOLAR DYNAMICS)*

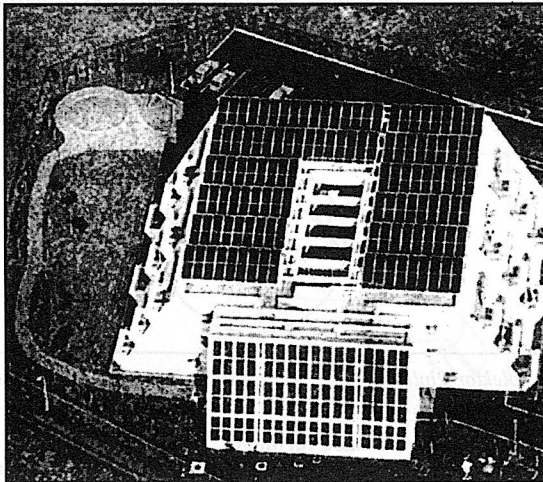


*Obr. 16: Největší současná sluneční elektrárna SEGS VIII v kalifornii s výkonem 30 MW má celkem 1,5 miliónu zrcadlových desek*





*Obr. 17: Solar One – největší sluneční věžová elektrárna má výkon 10 MW. Byla postavena v Kalifornii u města Barstow. Elektrárna byla zapojena do veřejné elektrické sítě jako špičková. Sluneční energie je zde zachycována 1 800 velkými zrcadly o celkové ploše 40 hektarů (asi 70 fotbalových hřišť). Při velice vysokém ročním slunečním svitu ( $2\,645\text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ ) počítají provozovatelé s roční výrobou 15 milionů kWh. Pro srovnání můžeme uvést příklad průtočné vodní elektrárny Vrané, která má přibližně stejný výkon a vyrobí ročně okolo 30 milionů kWh. Můžeme také Solar One porovnat například s uhelnou elektrárnou v Opatovicích, která na ploše přibližně 60 ha vyrobí za rok 1,5 miliardy kWh. Její výkon je 330 MW a pracuje zhruba 6 500 hodin ročně.*



*Obr. 18: Sluneční dům pro 18 rodin v Long Beach v Kalifornii*

## **7.2 Fotovoltaické systémy, fotovoltaická zařízení**

Technický potenciál využití fotovoltaické přeměny k výrobě elektrické energie závisí na disponibilních plochách pro instalaci slunečních modulů, na intenzitě slunečního záření lišící se v různých regionech a na technických možnostech fotovoltaických zařízení.

V současnosti se fotovoltaická přeměna sluneční energie na elektrickou využívá jen ve velmi malém rozsahu. Na konci roku 1994 pracovalo do sítě pouze 10,5 MW z těchto zdrojů. Při průměrném počtu hodin plného zatížení v průběhu roku 700 až 900 hodin za rok to odpovídá potenciální výrobě elektrické energie 7,3 až 9,5 GWh/rok.

U fotovoltaických elektráren megawattové kategorie by investiční náklady měly dosahovat 15 000 až 17 000 DEM/kW a roční provozní náklady cca 80 až 150 DEM/kW.

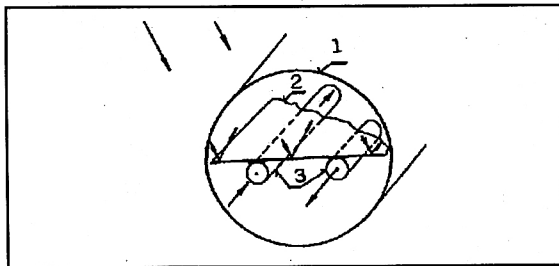
I když má dnes fotovoltaická výroba vzhledem k vysokým výrobním nákladům téměř zanedbatelný podíl na krytí poptávky po elektrické energii, jedná se o významný budoucí způsob výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Její potenciální možnosti jsou rozsáhlé a technicky snadno využitelné.

### 7.3 Využití sluneční energie v energetice

V krajích se silným a poměrně rovnoměrným slunečním zářením blíže zemským obratníkům, jako Izrael, Egypt, Střední Asie, jižní státy USA, v Evropě ve Španělsku, se již úspěšně provozují pokusné i produkční elektrárny od 0,5 MW ve španělské Almerii, po 10 MW v Barstow (Kalifornie). Tyto elektrárny pracují s vodní parou v Rankinově cyklu, s částečnou akumulací vysokoteplotního tepla v roztavených solích.

V oboru vysokoteplotní helioenergetiky jde o použití vysokoteplotní plynové turbíny ve sluneční elektrárně Weizmannova vědeckého institutu v lokalitě Rehovoth v Izraeli, o zařízení k přípravě technologické vody o teplotě kolem 100 °C anebo nízkotlaké páry pomocí vakuových kolektorových trubíc ve Švýcarsku.

V mnohých vyspělých státech byly postaveny nebo se staví sluneční výzkumné tepelné elektrárny o výkonu 0,5–10 MW. Rozpracované jsou projekty pro výkony až 300 MW i více. V SRN, USA a Japonsku jsou prováděny výzkumy fotovoltaických možností výkonů od 1 kW do 5 MW. V současné době je hlavní využití fotovoltaických článků v elektronických zařízeních s malými nároky na výkon i spotřebu elektrické energie, především v kosmické technice.

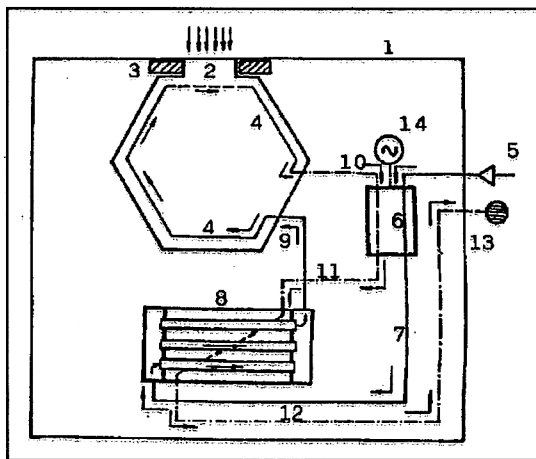


Obr. 19: Vakuový kolektor Philips – řez. 1 – skleněná vakuová trubice, 2 – absorbér záření, 3 – trubková smyčka „U“ odvádějící zachycené teplo

#### Sluneční elektrárna s horkovzdušnou turbínou

Tato elektrárna, postavená ve středisku Rehovoth v Izraeli, zachycuje sluneční záření pomocí pole kolektorů se 64 zrcadlovými heliostaty a koncentruje je do apertury ve věžovém objektu, kde je umístěn vysokoteplotní ohříváč stlačeného vzduchu a turbína.

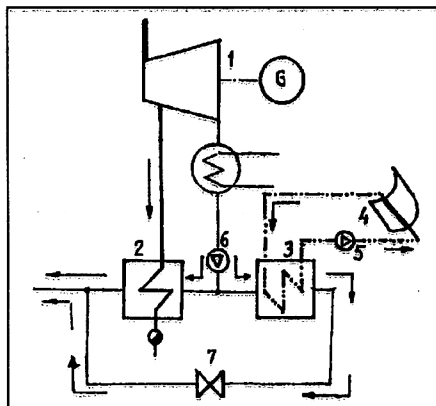
V oboru klasické energetiky se zase stále sledovala cesta vyrobit sluneční energii vysokotlakou párou a tu využít v teplárně či elektrárně.



Obr. 20: Sluneční elektrárna se vzduchovou trubicí:

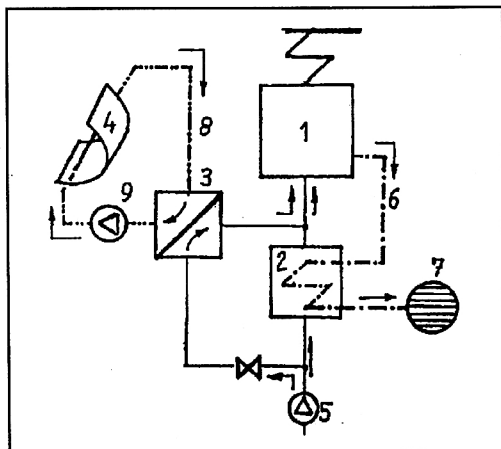
1 – obrys budovy, 2 – apertura, 3 – izolace, 4 – vysokoteplotní ohříváč vzduchu, 5 – okolní vzduch, 6 – turbína s kompresorem, 7 – stlačený vzduch, 8 – výměník tepla vzduchu, 9 – přehřátý vzduch do absorberu, 10 – horký vzduch z absorberu, 11 – expandovaný vzduch z turbíny, 12 – výměna tepla v ochlazený vzduch, 13 – výfuk do okolí, 14 – alternátor

Návrh, jak začlenit využití solární energie do řešení úspory paliva v elektrárnách a teplárnách, existuje, a to ve dvou alternativách. První alternativa počítá se solárním ohřevem napájecí vody, druhá pak s náhradou části tepla odběrové páry slunečním teplem v systému regeneračního ohřevu kondenzátu u kondenzačních elektráren či tepláren s odběrovými turbínami.



Obr. 21: Uplatnění solárního ohřevu v regeneračním okruhu parní turbíny:

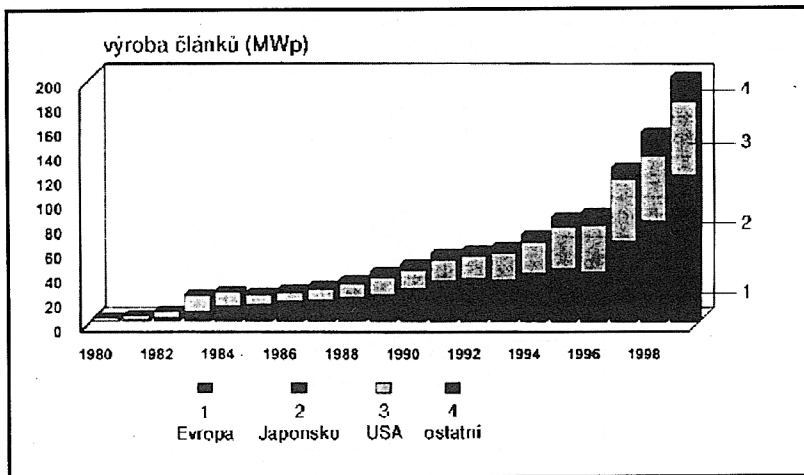
1 – turbogenerátor, 2 – regenerační ohřívák kondenzátoru, 3 – solární ohřívák, 4 – solární kolektor, 5 – čirkulační čerpadlo solárního okruhu, 6 – kondenzační čerpadlo, 7 – armatura k řízení toku



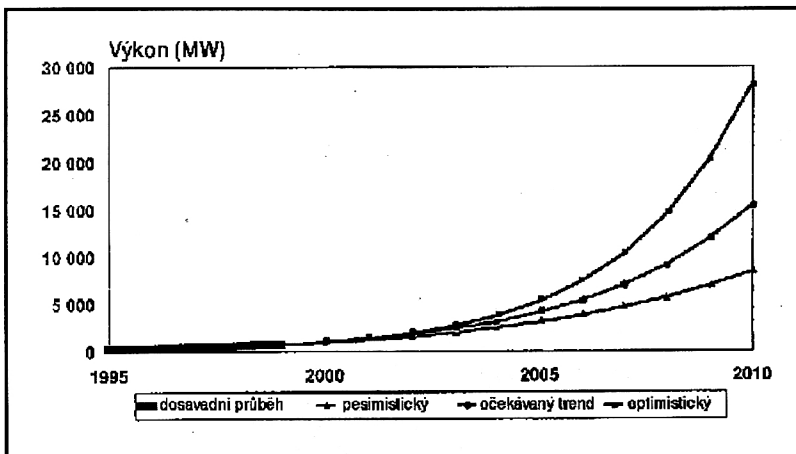
Obr. 22: Sluneční ohřev napájecí vody: 1 – parní kotel, 2 – ekonomizér kotle, 3 – sluneční ekonomizér, 4 – solární kolektor, 5 – napáječka, 6 – spaliny, 7 – komín, 8 – teplotné médium solárního ohřevu, 9 – cirkulační čerpadla solárního okruhu

### Současný stav využití sluneční energie pro výrobu elektřiny

Výroba fotovoltaických zařízení narostla během roku 1998 o 20 % a činí cca 200 MW. Japonsko díky vysoké podpoře zaujímá špičkovou pozici. V SRN se rozvíjí program 100 000 solárních střech.



Obr. 23: Roční produkce fotovoltaických zařízení podle regionů



Obr. 24: Světový instalovaný výkon fotovoltaických elektráren do roku 2010

## 7.4 Vodík a sluneční energie

### Elektrotechnická část solárně vodíkového zařízení

V Neunburgu (SRN) bylo vybudováno pilotní zařízení k ověřování variant použití vodíku získaného z fotovoltaických článků. Na tomto zařízení bylo možno ověřit a určit efektivnost:

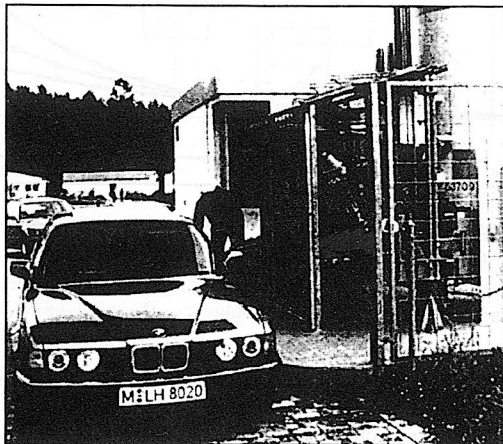
- výroby elektrické energie fotovoltaickými články;
- spotřeby elektrické energie k výrobě vodíku pomocí elektrolyzy;
- výroby elektrické energie pomocí vodíkových palivových článků;
- součinnosti s veřejnou sítí přes usměrňovače (střídače);
- různých použití, např. akumulace vodíku a tankování vozidel s vodíkovým pohonem.

Zařízení tvoří:

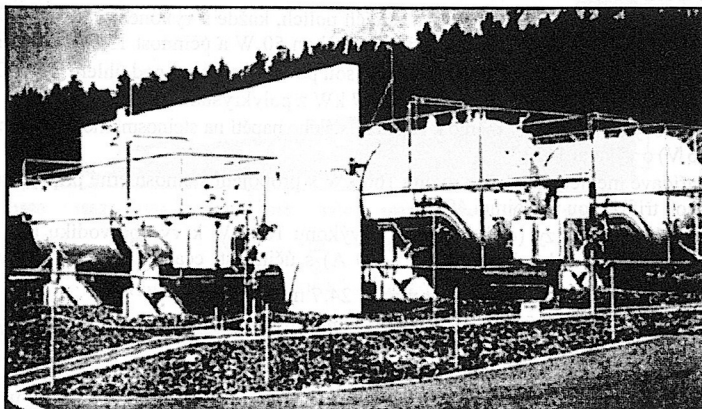
- Solární články (Siemens) ve třech dílčích polích, každé s výkonem 48 kW s 952 mono-kryсталickými moduly. Jeden modul má výkon 50 W a účinnost 13,9 % (plocha křemíku) a 11,3 % (plocha modulu). Moduly jsou pevně nastavené pod úhlem 40°. Dále jsou instalovány dvě pole, každé o výkonu 67 kW z polykrystalických článků.
- Napěťový stejnosměrný měnič k zajištění stálého napětí na stejnosměrné přípojnici (300 až 435 V) o výkonu 162 kW.
- 3 střídavé měniče, každý o výkonu 160 kW k propojení stejnosměrné přípojnice na střídavou třífázovou přípojnici 400 V.
- Zařízení elektrolyzy (elektrolyzéry) o výkonu 100 kW k výrobě vodíku typ Membrel (Membránový elektrolyzér 217 V, 460 A) s účinností cca 80 % a spotřebou energie < 4,5 kWh/m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>. Elektrolyzér vyrábí 24,7 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>/h.
- Zařízení k napájení elektrolyzérů o výkonu 100 kW k úpravě napětí ve stejnosměrné přípojnici.
- Střídač k přeměně stejnosměrného napětí palivového článku na třífázové napětí 400 V.
- Palivové články s kyselinou fosforečnou (PAFC) s DC výkonem 79,4 kW, 620 A, 130 V, účinnost 51 %.
- Třífázový transformátor 50 Hz, 20 kV/400 V.

Zařízení umožňuje určit jednotlivé účinnosti v celém řetězci od fotovoltaických článků až po akumulaci vodíku a různé použití vodíku a představuje tak pilotní zařízení vodíkové energetiky s využitím sluneční energie. (výrobu vodíku lze zajistit též přímým rozkladem vody štěpením vody v uzavřeném termochemickém cyklu a štěpením uhlovodíků v otevřeném termochemickém cyklu).

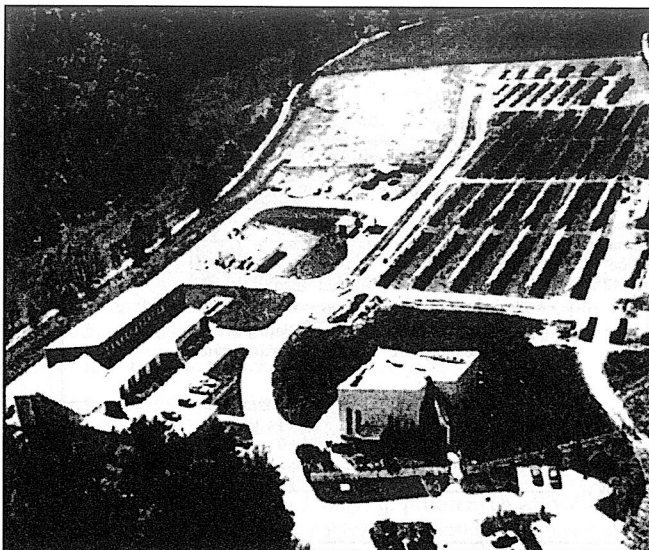
V případě přímé výroby elektřiny z fotovoltaických článků se mezičlánek vodíku používá pro přímé napojení na elektrickou síť přes MDP regulaci (Maximum-Power-Point regulace). Cílem regulátoru MDP je nastavit vstupní napětí tak, aby fotovoltaický článek dodával vždy maximální výkon (výkon se mění podle polohy Slunce atd.).



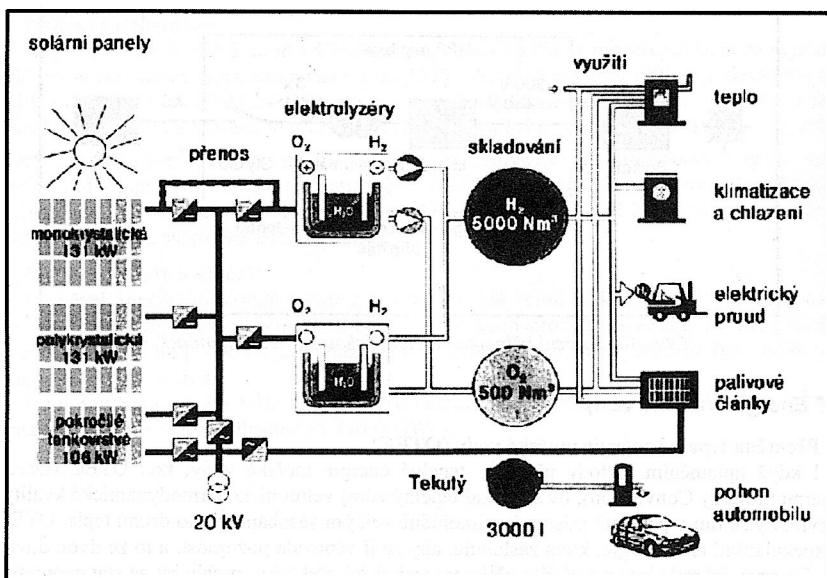
*Obr. 25: Plnění nádržky vodíkového BMW sto dvaceti litry zkapalněného vodíku. Kilowatthodina i z těch nejlepších solárních panelů je víc jak desetkrát dražší než ze sítě, napájené uhlíky a jadernými elektrárnami. Když se z drahé energie vyrobí vodík, vyjde kilometr ekologické jízdy vodíkovým BMW třicetkrát draž než s benzinem.*



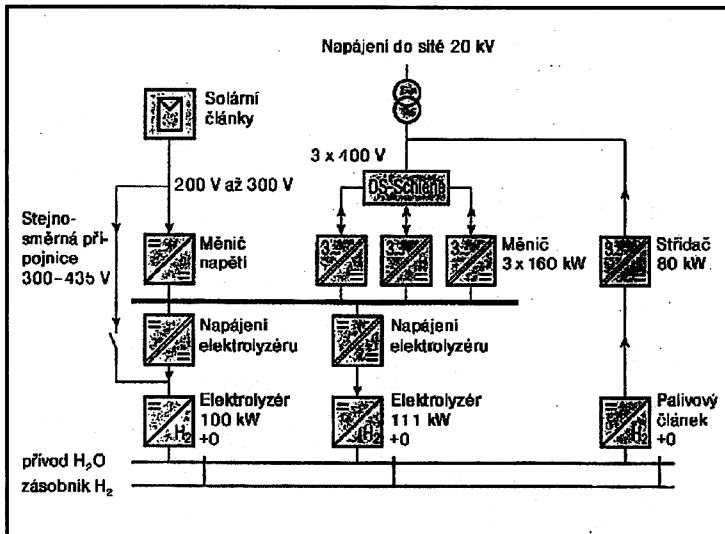
*Obr. 26: Nádrže na stlačený kyslík a vodík v roli akumulátoru solární elektřiny*



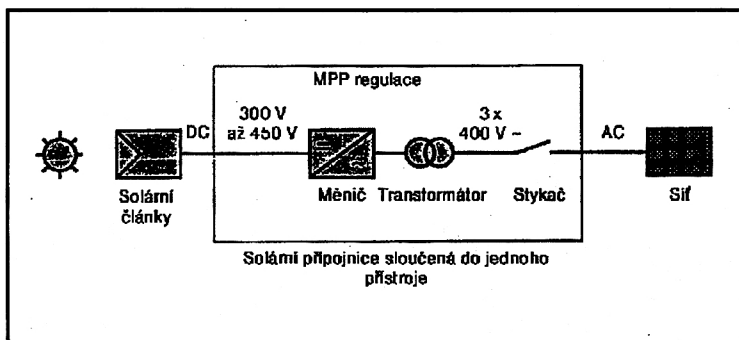
Obr. 27: Laboratoř Solar-Wasserstoff u Neuburgu



Obr. 28: Jednotlivé složky projektu Solar-Wasserstoff v Neuburgu



Obr. 29: Schéma zařízení pro výrobu vodíku a výrobu elektřiny z palivových článků



Obr. 30: Solární přípojka na elektrickou síť bez akumulace

## 7.5 Energie mořské vody

### Přeměna tepelné energie mořské vody (OTEC)

I když uplatněním metody přeměny tepelné energie mořské vody, tzv. OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion), by se získal tepelný zdroj velmi nízké termodynamické kvality, otevřel by se tím v podstatě přístup k mimořádně velkým zásobám tohoto druhu tepla. OTEC je spekulativní technologie, která zasluhuje, aby se jí věnovala pozornost, a to ze dvou důvodů. Za prvé, jakmile by se podařilo překonat technické překážky, mohla by se stát energetickým zdrojem. Za druhé, její analýzou získáme určitý obraz o tom, jaké narušení mechanismu oceánskému systému lze ještě tolerovat, a tak budeme lépe schopni stanovit technický potenciál této technologie.



Tepelné úkazy v oceánech jsou základem pochopení, jak by mohla technologie OTEC porušit globální systém distribuce tepelné energie. V oceánech se přímo absorbuje okolo 3000 TW<sub>r</sub>/r sluneční energie, z čehož připadá největší část na rovníkové pásmo mezi oběma obratníky. Toto teplo se přenáší směrem k pólům obrovskými mořskými proudy, jako je například Golský proud anebo japonský proud Kurošio.

Uvažuje-li se plocha tropických oceánů 90 milionů km<sup>2</sup>, odpovídá to technickému potenciálu 22 TW<sub>r</sub>/r elektriny, spojenému s odváděním 720 TW<sub>r</sub>/r z tepelně se odlišujících povrchových vrstev oceánu do větších hloubek.

Navrhované specifické systémy OTEC přenášejí teplo z teplých povrchových vod tropického či subtropického oceánu přímo do studených vod v hlubších vrstvách. Účinnost konverze na elektrinu je velice nízká – okolo 3 %, jestliže se výlučně používá teplejší tropická voda. Technické obtíže, spojené se zachycením veškerého tepla z povrchových vod (související hlavně s nutností vypouštět vodu tak, aby nebyla nazpět vtahována do systému), omezují měrný elektrický výkon na 0,25 W · m<sup>-2</sup> povrchu tropického oceánu

### **Přilivová energie a přílivové elektrárny**

Z celkového objemu 3 TW<sub>r</sub>/r rozptylované energie slapových pohybů moře lze zužitkovat pro pohon turbín jen velmi malý zlomek. Jen málokteré pobřeží má tvar, který umožňuje transformaci kinetické energie globální přílivové vlny do vhodných přílivových hladin. Nedostatek rezervoárů pro přechodné akumulování vody, tj. přirozených zálivů, které lze uzavřít hrázemi, snižuje v několika málo příhodných pobřežních oblastech technický potenciál energie přílivu. Příliv a odliv se vystřídá na témže místě dvakrát za den po 6 hodinách a 12 minutách. V následujících dnech se doba přílivu a odlivu posouvá tak, že po 7 dnech a 9 hodinách nastane v témže místě příliv místo plánovaného odlivu.

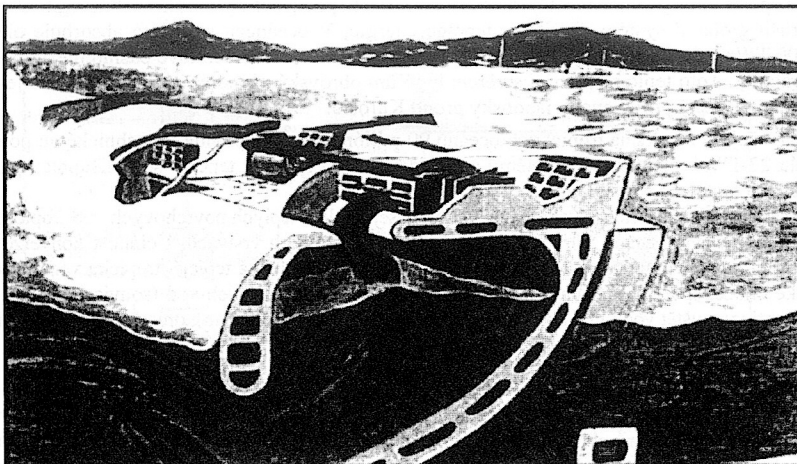
### **Přilivové elektrárny**

Anglickou Dee Hydro Station v Cheshire o výkonu 635 kW je možno pokládat za nejstarší přílivovou elektrárnu. Byla postavena v roce 1913. Skutečně moderní přílivová elektrárna zahájila provoz až v roce 1966. Jedná se o francouzskou přílivovou elektrárnu v Bretani, v ústí řeky Rance. V těchto místech je průměrná výška přílivu 8,4 m. Nádrž nad elektrárnou využívá morfologického tvaru řečiště a má plochu 22 km<sup>2</sup>. Přílivová voda pro turbíny je navíc posilována i přítokem řeky. Výkon elektrárny je 240 MW. Elektrárna je vybavena 24 reverzními turbínami, takže využívá jak přílivu, tak odlivu. Pracuje ročně 2 250 hodin a produkuje 540 milionů kWh elektrické energie.

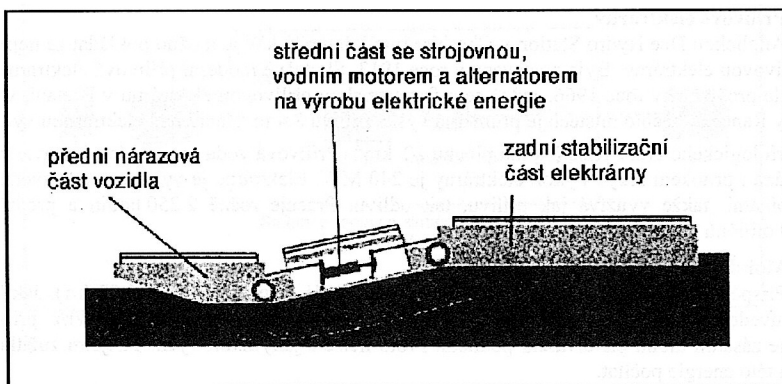
### **Mořské proudy a vlnění**

Příspěvek mořských proudů a vlnění se předpokládá velmi malý (0,005 TW<sub>r</sub>/r). Jak bylo již uvedeno dříve, dosahuje kinetická energie mořských proudů pouze 0,2 TW<sub>r</sub>/r, přičemž hraje zásadní úlohu při utváření podnebí. Proto nelze s jakýmkoli významnějším zužitkováním této energie počítat.

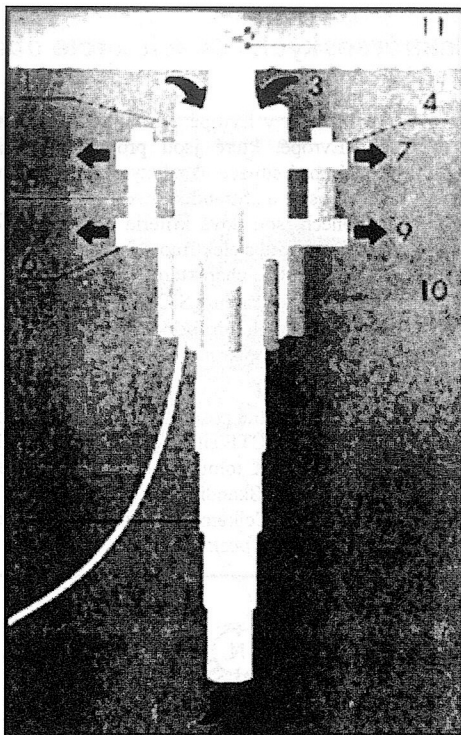
Bylo navrženo mnoho zařízení na využití energie vln, zejména ve Velké Británii, kde se potenciál energie vlnění odhaduje na 8 až 9 GW<sub>r</sub>/r.



Obr. 31: Energie mořských vln. Ve světě existuje celá řada různých řešení. Jedním z nich je elektrárna, v níž kolísající vodní sloupec v betonové šachtě pracuje jako píst, střídavě prohání a nasává vzduch přes speciální Wallsovu turbínu. Mořské vlny nesou na každém metru své délky výkon 40 až 80 kW. Jejich energii již dokážeme přeměnit na elektřinu.



Obr. 32: Plovoucí vlnová elektrárna, tzv. Cockerellovy plovoucí trámy – pontony



Obr. 33 Zařízení elektrárny OTEC (40 MW) využívající teplotního gradientu mořských hloubek: 1 mořská elektrárna tvaru bóje, 2 teleskopická trubka až do hloubky 1 000 m, 3 přívod mořské teplé vody do výměníku tepla, 4 komory odpařovače, v nichž se mění amoniak nebo propan na páru, 5 strojovna s turbinou a generátorem, 6 kondenzátor, z něhož se kondenzát vrací zpět do oběhu potrubím, 7 výstup teplé vody z elektrárny, 8 vstup chladné vody otvorem, 9 nosné plováky, 10 řídicí ústředna elektrárny, 11 kabelové vedení elektrické energie do transformátorovny na pobřeží