

Ceský preklad dokumentu



**ISES**

International  
Solar Energy  
Society

## **Transitioning to a Renewable Energy Future**

Written by Donald W. Aitken, Ph.D.,  
under contract to the International Solar Energy Society

<http://whitepaper.ises.org>

# White Paper

Bílá kniha ISES:  
Prechod k obnovitelným zdrojům energie budoucnosti  
Donald W. Aitken  
Mezinárodní společnost solární energetiky  
Freiburg (Nemecko) 2003

## Prechod k obnovitelným zdrojům energie budoucnosti (variantně i „Prechod k budoucnosti obnovitelných zdrojů energie“)

### Obsah

#### **Souhrn**

#### **Souhrn politických možností a implementačních opatření**

#### **Předmluva: Solární energetika – cesta z minulosti přes současnost do budoucnosti**

#### **Rámec, rozsah a omezení této Bílé knihy**

Definice, terminologie a přepočítávací faktory

#### **Úvod - Globální transformace energetiky, řízení správným směrem**

#### **Nové prvky motivující veřejnou politiku směrem k přechodu k obnovitelným zdrojům energie**

Environmentální varování

Předcházení riziku

Príležitosti pro vlády

#### **Obnovitelné zdroje energie – vlastnosti, stav vývoje a potenciál**

Bioenergie

Geotermální energie

Vetřná energie a diskontinuální (prerušovane dostupné) obnovitelné zdroje energie

Energie a elektrina z vetřu

Dosahování vysoké úrovně využití energie z vetřu a jiných diskontinuálních zdrojů energie

Nekolik poznámek k přechodu k vodíkové energetice

Prímé využívání sluneční energie

Prehled

Pasivní solární vytápení a osvetlování budov denním svetlem

Solární vytápení a ohřev vody

Solární termální výroba elektriny

Výroba elektriny ze solárního záření fotovoltaickými procesy

#### **Vnitrostátní a místní faktory podporující vývoj a uplatňování technologií produkce energie z obnovitelných zdrojů**

Plnění mezinárodních závazků ke snížení emisí skleníkových plynů

Zvyšování účinnosti energetických výdajů a vytváření nových pracovních míst

## **Politiky urychlující uplatňování obnovitelných zdrojů energie**

Prehled

Politiky měst mohou sloužit jako příklad

Okresní městská elektrárna v Sacramentu

Los Angeles a San Francisco

Státní politiky podpory vývoje nových obnovitelných zdrojů energie

Normy elektriny z obnovitelných zdrojů

Dosažení vyváženého portfolia obnovitelných zdrojů energie

Jeden zvláště úspěšný politický nástroj: garantované výkupní ceny

Rozvojové státy

## **Tržní podněty**

Prehled

Požadavky na zavedení korektních tržních podnetů pro využívání obnovitelných zdrojů energie

Náprava nerovného postavení v tržních subvencích pro zdroje energie

Vypracování konzistentní metodiky k odhadu nákladů na produkci energie

## **Úloha výzkumu a vývoje při podpoře přechodu k obnovitelným zdrojům energie**

### **Dva modely komplexní státní politiky čisté energie**

Spojené státy: Vedoucí úloha státu a podrobný projekt čisté energie pro alternativní (energetickou) budoucnost

Současné postavení politik využívání obnovitelných zdrojů energie v USA

Podrobný projekt intenzivního využívání obnovitelných zdrojů energie pro USA

Nemecko: Významná dlouhodobá politika využívání obnovitelných zdrojů energie

**Záver**

**Poděkování**

## Souhrn

Tato Bílá kniha uvádí důvody pro zavedení účinných vládních politik celosvětového využívání obnovitelných zdrojů energie a zároveň poskytuje dostatečné informace, jak zavedení těchto účinných vládních politik urychlit. Tezí Bílé knihy je, že celosvětové úsilí o přechod k obnovitelným zdrojům energie by se mělo stát jedním z hlavních bodů národních i mezinárodních politických programů, a to právě v této době.

Jak zaznamenává Bílá kniha, v dějinách využívání energie člověkem zastávaly obnovitelné zdroje energie vždy – dokonce i v počátcích průmyslové revoluce na přelomu 18. a 19. století – výhradní místo, a svět se k těmto zdrojům energie bude muset nevyhnutelně znovu obrátit ještě před koncem století současného. Éra fosilních paliv je tedy skutečně jen érou, nikoliv věkem, a v rámci vývoje, minulosti a budoucnosti civilizací a společností má značně omezené trvání. V souladu s tím je nutné, aby vlády vnímaly dnešní pozůstatky éry fosilních paliv jako přechodnou fázi.

Tato Bílá kniha ukazuje, že existující politiky a ekonomické zkušenosti mnoha zemí tvoří dostatečnou stimulaci k tomu, aby vlády přijaly důrazně prosazovaná dlouhodobá opatření k urychlení širokého zavedení využívání obnovitelných zdrojů energie a aby tak zajistily spolehlivě postupující celosvětový vývoj směrem k přechodu k obnovitelným zdrojům energie; v r. 2020 by mohlo již 20 % světové produkce elektrické energie pocházet z obnovitelných zdrojů energie a v r. 2050 by to mohlo být celých 50 %. Neexistuje sice záruka, že tyto ukazatele budou naplněny, ale Bílá kniha předkládá přesvědčivé argumenty, které ukazují na to, že naplnění těchto ukazatelů je možné, žádoucí, a dokonce je naší povinností.

Z doby, během níž jsou ještě dostupné pohodlné a levné fosilní zdroje energie a během níž je nutno vyvinout nové technologie a zařízení a zajistit tak trvalý a uspořádaný přerod celosvětové energetiky do definitivně nové podoby, zbývá již málo: období ekonomické příhodnosti je daleko kratší, než doba fyzické dostupnosti „konvenčních“ zdrojů energie. Tato Bílá kniha dokazuje, že přitažlivé ekonomické a environmentální přínosy i přínosy pro bezpečnost a spolehlivost, které urychlené zavedení obnovitelných zdrojů energie doprovází, by měly být dostatečnou zárukou za politiky (≈ principy a zásady), kterými se předchází situacím, kdy je nutno až následně reagovat na vzniklé krize či jiné negativní důsledky vládní nečinnosti a to tím, že tyto politiky (strategie, koncepce) jsou zaměřeny na vytváření k tomu příznivých podmínek či na motivaci souvisejících nutných změn - a to s dostatečným předstihem.

Ještě stále je na to čas.

Bílá kniha uvádí tři hlavní okolnosti, které vedou státní politiku k přechodu na obnovitelné zdroje energie:

- 1) nove vznikající a lépe pochopené problémy životního prostředí;
- 2) potřeba snížit rizika vyplývající z hrozby teroristických útoků na „snadné cíle“ a z hrozby zhroutilí technologií, na kterých společnost závisí; a
- 3) přitažlivost ekonomických a environmentálních příležitostí, které během přechodu na obnovitelné zdroje energie vznikají.

Přechod k obnovitelným zdrojům energie bude nabírat na tempu v souladu s tím, jak budou vlády objevovat výhody politik využívajících obnovitelné zdroje energie a jejich zavedení pro

ekonomiku ve srovnání se současnými omezenými politikami a zastaralými a nespolehlivými centralizovanými systémy výroby a distribuce elektriny.

V současné době je to spíše státní (verejné) politika a politikův představitel, než technologie a ekonomika, kdo musí udělat krok kupředu v souvislosti s širokým zavedením technologií a metodologií energetiky obnovitelných zdrojů. Technologie i ekonomika se budou s dobou zdokonalovat, avšak Bílá kniha ukazuje, že již dnes jsou pokročilé natolik, že umožňují významné pronikání energie z obnovitelných zdrojů do hlavního proudu energetiky a společenských infrastruktur. Pevně stanovené cíle zvyšování podílu energie z obnovitelných zdrojů na primárních energetických zdrojích a zdrojích elektrické energie mohou být vládami určeny s důvěrou a bez omezení zdrojů pro příštích 20 let i dále.

Bílá kniha s ohledem na technologie energetiky obnovitelných zdrojů konkrétně ukazuje následující:

- *Bioenergie*: v současnosti je kolem 11 % celosvětové spotřeby primární energie odvozeno z bioenergie, jediného bilančně neutrálního zdroje spalitelného uhlíku (ve smyslu bilancování emisí skleníkových plynů při spalování biomasy, která uvolní do ovzduší jen ten uhlík, který z ovzduší předtím odčerpala, takže celkový příspěvek ke skleníkovému efektu je dlouhodobě nulový, ≈ neutrální); to však tvoří pouze 18 % současného odhadovaného potenciálu bioenergie. Odhady celosvětového potenciálu bioenergie k r. 2050 jsou v průměru okolo 450 EJ, což je více než dnešní celková celosvětová spotřeba primární energie. Náklady na pohonné látky pro konvenční zdroje se s přechodem na bioenergií promění v ekonomické výhody pro venkov, neboť tento přechod přinese stovky tisíc nových pracovních příležitostí a rozvoj nových průmyslových odvětví.
- *Geotermální energie*: geotermální energie se využívá k výrobě tepla pro lidské pohodlí již tisíce let a v posledních devadesáti letech i k produkci elektriny. Přestože je státní využití geotermální energie omezeno na oblasti s přístupem k tomuto zdroji, rozsah tohoto zdroje je obrovský. Geotermální energie může sloužit jako hlavní obnovitelný zdroj energie v minimálně 58 zemích: z toho 39 zemí by touto energií mohlo být zásobováno ze 100 %, čtyři země z 50 %, pět zemí z 20 % a konečně osm zemí z 10 %. Geotermální energie spolu s bioenergií může sloužit jako stabilizující zdroj základní zátěže v systémech s diskontinuálními obnovitelnými zdroji energie.
- *Větrná energie*: globální kapacita větrné energie přesáhla na konci roku 2002 32 000 MW a každým rokem roste o 32 %. Větrné elektrárny velkého výkonu nyní již fungují ve 45 zemích. Cena elektriny vytvorené větrem je v současné době konkurenceschopná s cenou elektriny z nových tepelných elektráren (spalujících uhlí) a měla by se snižovat až k částce, při které se brzy stane nejlevnější ze všech nových zdrojů produkce elektriny. Cíl 12-procentního podílu větrné energie na celosvětové spotřebě elektrické energie do r. 2020 se zdá být na dosah, a rovněž tak i cíl 20-procentního podílu na spotřebě elektrické energie do r. 2020 v Evropě. Toto tempo vývoje odpovídá historickému tempu vývoje energetiky vodních elektráren a nukleární energetiky. Cíl 20-procentního podílu diskontinuálních obnovitelných zdrojů energie je dosažitelný v rozsahu současných provozních operací, pro které není nutné řešit problém skladování energie.

- *Sluneční energie:* Energie ze Slunce se může používat přímo k vytápení nebo osvětlení budov, k ohrevu vody, a to jak v průmyslově vyspělých, tak v rozvojových státech. Energie slunečního záření může rovněž sloužit k zajištění velmi horké vody či páry v průmyslových procesech, k zahrnutí teplosmenné tekutiny (koncentrovaným zářením) až k teplotám dostatečně vysokým k výrobě elektriny v termoelektrických generátorech, nebo může sloužit přímo k provozu tepelných motorů a k výrobě elektriny fotovoltaicky. Ta může být využita přímo ke zvýšení bezpečnosti veřejnosti, k osvětlení a chlazení potravin a léků pro 1,8 miliardy lidí světa bez elektriny a ke zprostředkování komunikace do všech oblastí světa. Může být využita k produkci sladké vody z moří, čerpání vody a k pohonu zavlažovacích systémů a dekontaminaci znečištěné vody, čímž potenciálně přispěje k řešení celosvětově nejkritičtějších případů nedostatku čisté vody. Může být využita dokonce i k tepelné přípravě potravy užitím solární energie napájených variců, čímž umožní zastavit neustálé plundrování dřeva, které ochuzuje ekosystémy a znečišťuje ovzduší obydlí chudých.
- *Budovy:* v průmyslových státech se mezi 35 a 40 % celkové národní spotřeby primární energie spotřebuje v budovách; vezmeme-li v úvahu energetické náklady na výrobu stavebních materiálů a infrastrukturu k obsluze budov, toto číslo se blíží 50 %. Využívání slunečního záření k vytápení budov v zime a osvětlení interiéru budov rozptýleným denním světlem namísto elektrickým osvětlením představuje nejefektivnější a nejlevnější formy přímého využívání sluneční energie. Mnozí se údajně přesvědčivě prokazují, že v budovách osvětlovaných denním světlem je lidský výkon vyšší, což přináší výhody ekonomické i výhody zlepšení intelektuálních schopností, např. při výuce ve školách, které významně násobí návratnost investic do energetické účinnosti. Integrované projektování budov využívajících klimatické podmínky (*myšleno k osvětlení, ohrevu, chlazení s minimalizovanou spotřebou vnějších zdrojů* » tzv. *climate-responsive buildings*) komplexními projekčními metodami umožňuje zásadní úspory nákladů během vlastní výstavby, přinášející běžně 30-procentní až 50-procentní zlepšení energetické účinnosti u nových budov s dodatečnými stavebními náklady méně než 2 %, a někdy i bez jakýchkoliv dodatečných nákladů.
- *Technologie sluneční energie:* k zavedení systému vytápení a ohrevu vody pomocí sluneční energie v domácnostech musí být všemi vládami přijaty závazné dlouhodobé záměry, díky kterým by do r. 2010 mělo vzniknout několik stovek miliónů čtverečních metrů nových systému vytápení na celém světě. Rovněž dosažitelným cílem je celosvětový plán 100 GW instalovaného výkonu technologie koncentrace sluneční energie (CSP – concentrating solar power technology) do r. 2025, který potenciálně přinese obrovské dlouhodobé výhody.

Fotovoltaické technologie produkce elektriny se celosvětově vyvíjejí úžasným tempem, každý rok se více než zdvojnásobí instalovaný výkon. Hodnota tržeb, která v r. 2002 tvořila kolem 3,5 miliardy USD, do r. 2012 plánovane vzroste na více než 27,4 miliardy USD.

Fotovoltaické zdroje v rozvinutých a rozvojových státech mohou v místě zvýšit zaměstnanost, upevnit ekonomickou situaci, zlepšit životní prostředí, zvýšit spolehlivost systému a infrastruktury a zajistit větší bezpečí. Do budov začleněné fotovoltaické systémy (BIPV – building-integrated PV systems) s nízkou kapacitou skladování elektriny mohou zajistit nepřetržitost základních vládních a nouzových činností a mohou napomoci udržet bezpečnost a neporušenost funkce městské infrastruktury v krizových obdobích. Fotovoltaické systémy

by mely být součástí každého bezpečnostního plánu všech měst a urbanistických center na celém světě.

Bílá kniha zdurazuje význam vládních politik, které mohou zvýšit celkovou ekonomickou produktivitu výdaju na energii, a důležitost impulsu pro vytváření násobně vyššího počtu nových pracovních míst v důsledku investic do obnovitelných zdrojů energie než v případě investic do konvenčních zdrojů energie. Podniky veřejných služeb (jako jsou např. elektrárny, teplárny, plynárny, a energorozvodné podniky) nejsou zodpovědné za vytváření pracovních příležitostí, vlády však ano, přičemž zároveň podporují i svou potřebu dohlížet na energetickou politiku a rozhodování týkající se zdrojů energie.

V Bílé knize jsou nastíněny národní (vnitrostátní) politiky k urychlení vývoje obnovitelných zdrojů energie spolu se zdurazením nutnosti vytvoření dlouhodobě vyvážené skladby různých obnovitelných zdrojů energie u rámci vzájemně se podporujících politik. Na začátku jsou uvedeny důležité příklady měst (*» energetických politik či opatření na úrovni některých měst, pozn. pr.*), nacež se diskuse přesouvá k národním politikám, jako např. stanovení standardu obnovitelných zdrojů včetně procentuálně vyjádřených cílů, které mají být naplněny k určitému datu. K ilustraci mnoha z těchto bodů byl využit specifický příklad německého zákona o výkupních cenách.

V Bílé knize jsou dále popsány tržní podněty, které jsou srovnány s cíli a standardy vymezenými zákonem a dále jsou diskutovány z hlediska účinnosti. Jak je ukázáno, různá dobrovolná opatření, jako např. placení příplatku za „zelenou energii“, mohou přinášet důležité zdroje (vytváření fondů) pro podporu energie obnovitelných zdrojů, ale nepostacují k zajištění spolehlivého, dlouhodobého růstu a vývoje v odvětvích obnovitelných zdrojů energie, ani nezajistí důvěru investoru. Základem rychlého růstu v těchto odvětvích musí být spolehlivé a konzistentní vládní politiky a garantovaná podpora.

Tato Bílá kniha rovněž ukazuje, že trh s elektrickou energií není „volný“ (*» nedeformovaný*), že podněty a podpora konvenčním zdrojům energie z minulosti působí a pokračují dodnes a nepříznivě ovlivňují (*deformují*) trhy, zatajující (*skrývající*) radu reálných společenských nákladů, které s sebou jejich užití nese. Poznáváme, že právě metodologie používané k odhadu vyrovnaných (*≈ casově zprůměrovaných*) nákladů na zdroje energie jsou chybné a že nejsou konzistentní s realističtějšími ekonomickými metodologiemi využívanými moderními průmyslovými odvětvími. Vezmeme-li v úvahu budoucí riziko nedostatku paliv a cenovou nestálost v současném čistém ocenování (*≈ net valuation*) různých alternativ zdrojů energie, dostáváme velmi odlišný obraz, ve kterém se obnovitelné zdroje energie ukazují být konkurenceschopnými nebo téměř konkurenceschopnými již dnes.

Přestože Bílá kniha zdurazuje vyspelost technologií obnovitelných zdrojů energie a připravenost trhu pokročit v pronikání těchto zdrojů do určitých oblastí, důležitou složkou všech národních politik obnovitelných zdrojů energie by měla být podpora výzkumu (jak základnímu, tak aplikovanému) a vývoji, i spolupráce na výzkumných a vývojových činnostech mezi národy ke zvýšení globální efektivity takového výzkumu. Je důležité a žádoucí, aby Evropská komise schválila investici pro následujících pět let k podpoře udržitelného energetického výzkumu, která činí dvacetinásobek výdaju v petiletém období 1997-2001.



Bílá kniha na závěr uvádí dva případy komplexní státní energetické politiky, na kterých ukazuje metodu integrace různých individuálních strategií a podnetu do jediné dlouhodobé politiky s velkým potenciálem návratnosti.

Všechna plocha (*doslovně: všechny ty čtverecní metry*) pokrytá kolektory a hektary polí zachycujících energii Slunce, lopatky přeměňující sílu větru, vrty umožňující využívat termální energii Zeme a vodní elektrárny dodávající energii čerpanou z energie proudu rek, vln a přílivu a odlivu, to vše umožňuje nahrazovat cenná a mizející fosilní paliva a energetické ztráty z celosvětového útlumu jaderné energie. Úspora fosilních paliv pro významnější ekonomické výhody nebo jejich použití v úsporném a žádoucím „hybridním“ spojení s diskontinuálními obnovitelnými zdroji energie (Sluncem a větrem) přispěje k vytvoření skromnější, silnější a bezpečnější společnosti a hospodářství. Uhlík a jiné emise do atmosféry budou během tohoto procesu významně snižovány, a to ne v důsledku nákladných environmentálních pokut, nýbrž v důsledku přechodu k novým, ekonomicky přitažlivějším činnostem.

*Vlády musí stanovit, zajistit a naplnit cíle za účelem přechodu k durazně účinnému energetickému využívání obnovitelných zdrojů. Implementační mechanismy k naplnění těchto cílů musí tvořit komplexní soubor vzájemně se podporujících a konzistentních politik. Nejlepší politikou je soubor politik, který spojuje dlouhodobé standardy a cíle energie obnovitelných zdrojů a elektriny s přímými podněty a příspěvky na výrobu energie, s možností půjček, danových úlev, vývojem tržních nástrojů obchodování, odstraněním existujících bariér, s vládou, která jde příkladem, a se vzděláváním spotřebitele.*

## Souhrn politických možností a implementačních opatření (cí mechanismu)

- Nekolikaleté národní cíle zajištění a rozvoje trhu se systémy obnovitelných zdrojů energie, jako např. „Standardy energetiky obnovitelných zdrojů“ (v USA nazývané také „Standardy portfolia obnovitelných zdrojů“ – Renewable Portfolio Standards, RPS) nebo Smernice o obnovitelných zdrojích EU, zvláště pokud jsou formulovány tak, aby podporily vyvážený vývoj rozmanitých technologií obnovitelných zdrojů energie;
- Podněty pro výrobu, jako např. zákony o výkupních cenách, danové úlevy z vyrobené elektriny ve výrobě (production tax credits, PTC) a „net metering“ (měření elektriny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie dodané do sítě odcetem elektromerem);
- Mechanismy financování, jako např. dluhopisy, nízké úročené půjčky, danové úlevy, zrychlené odpisování a výkup zelené energie;
- Systém příplatku či systém výnosových plateb (system benefits charges, SBC) k podpoře finančně stimulujících plateb a půjček, programy výzkumu a vývoje a veřejného zájmu;
- Mechanismy obchodování s kredity, jako např. kredity energie obnovitelných zdrojů (Renewable Energy Credits, RECs) či kredity snížení emisí uhlíku ke zvýšení hodnoty energie z obnovitelných zdrojů, zlepšení tržního přístupu k těmto energetickým zdrojům a k ohodnocení environmentálních přínosů obnovitelných zdrojů energie;
- Konkrétní vládní povinné kvóty na energii z obnovitelných zdrojů pro dodávky energie z obnovitelných zdrojů na úrovni měst a států;
- Odstranění procedurálních, institucionálních i ekonomických bariér dalšího vývoje produkce energie z obnovitelných zdrojů a usnadnění integrace obnovitelných zdrojů energie do rozvodných sítí a společenské infrastruktury;
- Konzistentní legislativní přístup, jednotné kodexy a standardy a zjednodušené a standardizované smlouvy vzájemného propojování;
- Vyrovnávající ekonomické mechanismy, jako např. emisní nebo uhlíkové daně (které pak mohou působit jako nikoliv-odrazující podněty pro neznečišťující a bez-uhlíkové technologie);
- Zavedení stejných pravidel hry (rovných podmínek soutěže) pro všechny energetické zdroje prostřednictvím nápravy pretrvávajících nerovností ve veřejných subvencích energetických technologií a výzkumu a vývoje, ze kterých nadále mají prospěch především fosilní paliva a jaderná energie.

## Predmluva: Solární energetika – cesta z minulosti k současnosti a budoucnosti

Solární energie (« *energie ze Slunce; striktně vzato..*) není energií „alternativní“. Slunce je zdrojem energie prvotní a nadále zůstává zdrojem primárním. Veškerý život a civilizace mohly žít jen z energie pocházející ze Slunce. Rozvíjení technického využívání solární energie a příbuzných obnovitelných zdrojů energie k dalšímu rozvoji civilizace je jednoduše logickým pokračováním minulé úlohy solární energie a představuje také nevyhnutelný klíčový krok k dosažení udržitelnosti pro lidskou společnost.

Solární energie absorbovaná Zemí a atmosférou pohání velké kolobehy a cykly tvořící počasí a mořské proudy, čímž dochází k přenášení - prerozdělování - energie po zemském povrchu. Solární energie zajišťuje proces vyparování vod a přenos vlhkosti do atmosféry, odkud může v podobě srážek - již jako čistá sladká voda - zalévat rostliny (≈ veškerou floru) a doplňovat vodu v rybnících, jezerech, potocích, rekách, vodních nádržích mořích a oceánech a být tak základním životodárnou podmínkou či zdrojem pro veškeré formy života. Solární energie je rostlinami zachycena a čerpána mechanismem fotosyntézy, která představuje formu energetického zdroje pro růst - přímo i nepřímo - všech forem života na Zemi. Solární energie naakumulovaná ve dřevu a v dřevních plodinách byla - po zapálení bleskem - uvolněna stejně jako prostor pro obnovu volně žijících ekosystémů. Později lidé uvolňovali tuto naakumulovanou energii v řízených ohních k vytápění a pro vaření. Přímé sluneční teplo bylo využito na stavbu prístřeší, které chránilo lidi v chladnějším podnebí od nepameti.

S tím jak seskupování lidí vedlo k vzniku a rozvoji měst Slunce nadále sloužilo jako stále více využívaný zdroj energie pro život a obchod. Reky, s vodou doplňovanou kolobehem vody Sluncem poháněným, byly hlavními dopravními cestami a místy vzniku velkých měst. Energie větru - upet původem ze Slunce - byla využívána v četných větrných mlýnech k mletí zrn obilí. (*Podle soupisu větrných mlýnů v katastrálním operátu z r. 1748 bylo v českých zemích provozováno 366 větrných mlýnů, celkový počet doložených větrných mlýnů v českých zemích je uváděn 880; pozn. pr.*), energie větru byla využita k pohonu lodí preplavujících přes oceány průzkumníky a materiály k obchodování a vzájemnému obohacování se různých civilizací. Voda roztácející vodní kola rovněž pomáhá transformovat energii Slunce, absorbovanou v kolobehu vody v přírodě, v minulosti nejprve k pohonu prvních strojů, např. tiskarských lisů nebo cisticek bavlny, později k provozu prvních hydroelektrárnových generátorů k výrobě elektriny pro města..

Možnost solární energii uvolněnou spalováním dřeva využít k výrobě páry znamenala pro průmysl a dopravu velký pokrok, stejně jako v oblasti vytápění obydlí a budov. Ačkoli v druhé polovině osmnáctého století došlo k širokému spalování uhlí a v r. 1800 byla objevena ropa, dřevo zůstalo primárním zdrojem energie pro průmysl až do počátku dvacátého století.

<p>Role Slunce pro život a ekosystémy byla vždy prvotní a zůstane takovou, dokud život potrvá na této planetě - neboť je to energie Slunce, která pohání funkční mechanismy (chemické, mechanické a elektrické) všech živých organismů a vytváří podmínky životodárného prostředí. Společnosti které tento princip přijmou se mohou rozvíjet, zatímco společnosti, které tento princip poruší kvůli svému krátkodobému ekonomickému zisku, budou čelit úpadku.</p>
--

Až v posledním století lidská společnost přešla na využívání fosilních paliv k uspokojování jejich primární energetických potřeb a přitom se pozapomnělo na to, že energie v zemním plynu, ropě a uhlí je rovněž formou solární energie akumulované v živých tkáních (biomase), které nebyly vystaveny podmínkám umožňující jejich úplný rozklad (*oxidacími procesy*), ale byly uchovány, stlačeny, zahráty a přeměněna (*biochemickými a geochemickými karbonizačními procesy*) na fosilní paliva v časové periodě 500 milionu let. Levné uhlí a snadný přístup k nemu v nových sídlech v blízkosti nalezišť uhlí a pohodlnost využívání ropy a zemního plynu vedly k všeobecnému zanedbávání zásad projektování budov využívajících pasivní solární ohřev a přirozené osvětlení a jiné prvky projektování využívající environmentální prvky. Ačkoli systémy solárního ohřevu vody byl již počátkem dvacátého století běžnou komerční záležitostí v řadě oblastí, byly tyto systémy rovněž vytesněny levnými spotřebiči plynu a elektriny. Využívání přímé solární energie bylo vytesněno využíváním nepřímé - ve fosilních palivech naakumulované - solární energie. Ale i tak se jedná o formu solární energie.

At tak či onak, civilizace zůstává dodnes závislá na solární energii. Dva hlavní mimo-solární zdroje energie - energie jaderná a geotermální - přispívají k celkové spotřebě primárních zdrojů energie celosvětově jen zlomkem: (dle údaje z r. 2000 6,8 % v případě jaderné energie, a 0,112 % v případě geotermální energie).

V nejcastejším případě bylo fosilními palivy plýtváno na marnotratné či hýřivé účely, přičemž bylo bráno jako samozřejmost, že není nutné respektovat omezenost jejich zdroje. Zdroje fosilních paliv jsou nadále vycerpávány, ačkoli je nelze v dohledných časových lhůtách nijak nahradit. Ačkoli lze zásoby zemního plynu a ropy čerpat další půlstoletí, je jasné, že přechod na udržitelné varianty energetických zdrojů musí nastat s dostatečným předstihem před fyzickým a ekonomickým vycerpáním těchto cenných naakumulovaných zdrojů energie. *Civilizace musí začít tento přechod brát vážně.*

*Obnovitelné zdroje energie* představují řešení, které již je k dispozici. Obnovitelné zdroje energie ( $\approx$  OZE; či renewable energy sources  $\approx$  RES) jsou zdroje energie neznečišťující, nevycerpávané, fungují v ustáleném souladu s přírodními ekosystémy a zemskými fyzikálními systémy, jejich využívání je spojeno s tvorbou nových pracovních příležitostí a se vznikem nových průmyslových odvětví a umožňují ušetřit výdaje za fosilní paliva. Využívání obnovitelných zdrojů energie přispívá k faktické i ekonomické nezávislosti státu na dovážených zdrojích energie a je dostupné rozvinutým i rozvojovým státům, navíc (na rozdíl od jaderné energetiky) není spojeno s možností produkovat suroviny pro výrobu zbraní.

Po dlouhé minulosti, v níž lidé využívali solární energii dopadlou na Zemi v daný den, se v posledním století lidé orientovali na dominantní využití fosilních paliv - tedy naakumulované prehistorické solární energie. Hlavní tezí této Bílé knihy je proto tvrzení, že svět musí opustit tuto dočasnou praxi orientace na prevažující využívání fosilních paliv a obnovit využívání solární energie dopadlé na zemský povrch v současnosti, den za dnem po celou nadcházející budoucnost lidstva.

## Rámec, rozsah a omezení této Bílé knihy

Zapocetím diskuse o nových prvcích veřejné politiky představujících motivaci k přechodu na obnovitelné zdroje energie, tato Bílá kniha uvádí údaje o případech využívání a o politikách podporujících využívání pro ty obnovitelné zdroje energie, které jsou celosvetove hojné a které sotva zacaly být využívány ve zlomku jejich plného potenciálu. Soucasný stav a rychlost rozvoje každé z hlavních technologií využívání obnovitelných zdrojů energie je stručne shrnut s cílem informovat čtenáře o jejich technické a tržní vyspelosti a k prokázání potenciálu pro rozvoj obnovitelných zdrojů energie.

Obnovitelné zdroje energie tzv. „základní záteže“ (bioenergie a geothermální energie) jsou uvedeny nejdříve, vzhledem k jejich minulému rozšířenému využívání a vzhledem k jejich slibným příspěvkům pro budoucí rozvoj ve velkém měřítku. Dále jsou diskutovány prerušovane dostupné obnovitelné zdroje energie - energie vetru a přímé využívání zářivé solární energie tepelné a elektrické (*» fotovoltaické*)

V dalším oddíle jsou uvedeny různé politiky, které byly využity na podporu technologií obnovitelných zdrojů energie a jednotlivých případů jejich aplikace, zkompilevané z celého sveta - k sestavení portfólia (*» seznamu odzkoušených a osvedčených možností*) soucasne dostupných technologií pro vlády a státy.

Do Bílé knihy nejsou zahrnuty politiky podporující nové projekty hydroelektráren velkého měřítku. Hydroelektrárny jsou již dlouhou dobu komercne úspěšné. Argumentem je, že ackoli hydroelektrárny představují celosvetove velmi důležitý, obnovitelný a udržitelný zdroj energie (příspěvek hydroelektráren celosvetove v r. 2000 představoval z 2,3 % z dodávek primární energie a 17 % z celkových dodávek elektrické energie) - zbývá již jen málo velkých rek vhodných ke stavbě prehrad, uvážíme-li případy, kde ekologické přínosy volne plynoucích rek převyšují ekologické přínosy produkce elektriny z rek prehrazených hydroelektrárenskými prehradami za vzniku velkých prehradních nádrží. Důležité místní energetické mezery však mohou být vyplnovány malými hydroelektrárnami (mikroelektrárnami).

Stávající hydroelektrárny mají velký potenciál k doplnování, vyrovnávání a dokonce i ke skladování energie z diskontinuálních (prerušovane dostupných) obnovitelných zdrojů energie, čímž soucasne zvyšují hodnotu a využitelnost vlastní energie i energie z obnovitelných zdrojů. Hydroelektrárny proto zůstanou důležitým cenným zdroje v etape přechodu na obnovitelné zdroje energie i v navazující etape po tomto přechodu. V celosvetovém měřítku se však hydroelektrárny již přiblížily svému maximálnímu potenciálu.

Vlastní definice pojmu „udržitelnost“ musí zahrnout jako primární prvek udržování (ochranu) a neporušenost ekologických a technických systému pohánených solární energií, neboť jinak lidské společnosti a ekonomiky zcela jiste zhynou. (*Pozn. pr.: jinými slovy: nemá-li společnost a ekonomika zaniknout, musí udržitelne chránit ekologické systémy (přírodu) a technicky udržitelne využívat solární energii.*)

Do Bílé knihy není zahrnuta jako reálná možnost ani jaderná energetika. Jaderná energie v soucasnosti představuje malý, ale významný příspěvek, který v roce 2000 činil 6,8 % z celosvetové primární energie (*» veškeré energie spotrebované koncovými uživateli*) a okolo 17 % celosvetové produkce elektrické energie, přicemž oba tyto údaje jsou nižší, než odpovídající údaje pro obnovitelné zdroje energie a produkci elektrické energie

z obnovitelných zdrojů energie. Zdá se, že rychlost odstavování jaderných elektráren převyšuje rychlost zprovoznování několika málo nových předpokládaných jaderných elektráren. Celkový příspěvek jaderných elektráren proto může brzy začít klesat. Jaderná energetika bude proto nadále pokládána za zdroj, který může a nemusí patřit k budoucím energetickým zdrojům jako součást energetické politiky. I v případě, kdyby se s jadernou energetikou nadále počítalo, by však bylo nesmírně hloupé (*incredibly foolish* » *neuveritelne hazardní; pp.*) vkládat všechny nadeje do jediného zdroje, neboť se tím vytváří beznadějná situace v případech jejího selhání. Stejně jako příroda posiluje své ekologické systémy rozmanitostí (biodiverzitou) tak i vlády musí usilovat o politiky podporující diverzitu (≈ rozmanitost / různorodost) zdrojů energie. Pro rozvojové státy jsou nejdůležitější ty zdroje energie, které jsou místně dostupné a které lze zachytit (technicky) a využívat způsobem, který si místní lidé mohou dovolit. Jaderná energetika tomuto požadavku nevyhovuje, na rozdíl od obnovitelných zdrojů energie.

V Bílé knize nejsou zahrnuty ani některé budoucí možné důležité směry využívání obnovitelných zdrojů energie, jako např. konverze termální energie oceánu (≈ OTEC ≈ ocean thermal energy conversion), využití energie vln a přílivy a odlivu, neboť cílem této Bílé knihy je urychlit uplatnění v současnosti již komerčně zavedených obnovitelných zdrojů energie. Lze však nicméně očekávat, že i tyto (zde pominuté) technologie se někdy v budoucnu stanou součástí úplného portfolia (≈ spektra) možností využívat darů přírody v podobě obnovitelných zdrojů energie.

Následující text prezentuje právě dostatek údajů o vybraných obnovitelných zdrojích energie určených pracovně vytíženým činitelům odpovědným za rozhodování, na podporu různých typů politik jim dostupných, na podporu argumentace v prospěch stanovení ambiciózních a současně reálných cílů, a k informování o přínosech, jaké lze z uvedených politik vyžít. Obsah této Bílé knihy je soustředěn na podporu a tvorbu vlastního obsahu *procesu přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie*.

Bílá kniha čerpe z mnoha informačních zdrojů, a to jak ze sdělení mnoha znalců, tak z četných publikací, ze kterých byly čerpány údaje nutné k sestavení této Bílé knihy. Protože jejím záměrem je sloužit jako politický (≈ *konceptní, na principy a zásady soustředěný*) text, a nikoli představovat výzkumnou přehledovou zprávu, nejsou - s výjimkou uvedených císelných údajů - uvedeny odkazy na konkrétní zdroje. Hlavní informační zdroje jsou však uvedeny na konci textu.

## **Definice, terminologie a prepocítávací faktory**

V textu této Bílé knihy jsou vždy citovány pokusy uvádět císelné údaje klást do souvisejícího významového kontextu, aby byl zřejmý jejich politický smysl. Nicméně je účelné zde uvést vztahy jednotek energie obou celosvětově užívaných systémů jednotek k jiným vhodným jednotkám energie, k ilustraci jejich vztahu relevantních pro text, a uvést definice relevantní pro obsah Bílé knihy a využívaných v souvisejících zprávách

Práce (≈ množství energie) konaná rychlostí 1 Joule /s představuje je 1 Watt výkonu. Naopak energie produkovaná výkonem 1 wattu po dobu 1 hodiny představuje Watthodinu (Wh) energie. Spotřeba energie se vyjadřuje obvykle v kilowathodinách (**kWh**=1000 Wh), což představuje práci konanou výkonem 1000 W po dobu hodiny.

Pro hlášení spotřeby či výroby energie společnostmi je nejbežnější jednotkou megawathodina, (**MWh**= $10^6$  Wh) nebo gigawathodina, (**GWh**= $10^9$  Wh). Celostátní roční produkce či spotřeba energie se vyjadřuje běžně v Terawatthodinách (**TWh**= $10^{12}$  Wh) (1 TWh představuje milion MWh či miliardu kWh).

Užitečnou jednotkou inventarizování spotřeby energie (založenou na jednotce tepla či mechanické energie, 1 Joule) je Exajoule (**EJ** = $10^{18}$  J =  $10^9 \times 10^9$  J) (tedy miliarda miliard joulu). Protože obsah energie jednotky **Btu** (British thermal unit  $\approx$  množství tepla nutné k zahrnutí 1 libry vody o  $1^\circ\text{F} \approx$  stupeň Fahrenheita) představuje 1055 J, platí vztah že  $1055 \text{ J} = \text{Quad} = 10^{15} \text{ Btu}$  (Quad  $\approx$  quadrilion  $\approx$  milion miliard). (Pro zmatené rozhodující činitele - ctenáře tohoto textu - lze jako uspokojivě přesné pro první představu klást rovnítko mezi EJ a Quad, aby se jako ctenář snadněji zorientoval pomocí jednotek, na které je zvyklejší. Chybu 5,5%, kterou se tím dopustí, lze v případě potřeby opravit přesnějším výpočtem).

(pro dříve užívanou jednotku „kalorii“, cal, » množství tepla nutné k zahrnutí 1 kg vody o  $1^\circ\text{C}$  » stupeň Celsia či Kelvina) platí přepočtový vztah  $1 \text{ J} = 0,239045 \text{ cal}$  a  $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$ , pozn. pr.)

Široce využívanou jednotkou je rovněž „megatona ropného ekvivalentu (**Mtoe**), definovaná jako 41,868 Petajoulu ( $1 \text{ PJ}=10^{15} \text{ J}$ ). Energetický obsah Gigatuny ropného ekvivalentu ( $1 \text{ Gtoe} = 10^9 \text{ toe}$ ) = 41,868 EJ = 41868 PJ).

Mezi jednotkami elektrického a tepelného a jiného výkonu dále platí vztahy  $1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ} = 3,6 \text{ MJ} = 3414 \text{ Btu}$ , ( $= 860,4207 \text{ kcal} = 1,34 \text{ hph} = 35529 \text{ litr-atmosfér}$ ; hph je výkon kónské síly po dobu hodiny). Pro rozlišování výkonu elektrického od tepelného pomocí jednotek kWh se někdy označuje původ dolním pravým indexem:

$\text{kWh}_e \approx$  kilowathodina elektrického energie

$\text{kWh}_t \approx$  (či  $\text{kWh}_{th}$ ) kilowathodina tepelné energie

(Nejednoznačný význam může mít  $\text{kWh}_p$  » kilowathodina elektrické energie fotovoltaické, ale i tzv. špičkového výkonu energie jiné, pozn. pr.; pro přehlednost zde připomeneme označení násobku jednotek SI - zařazené jsou nejčastěji používané případy

Symbol	označení	násobek	násobek vyjádřený dekadicky
Y	yotta	$10^{24}$	1 000 000 000 000 000 000 000 000
Z	zeta	$10^{21}$	1 000 000 000 000 000 000 000 000
E	exa	$10^{18}$	1 000 000 000 000 000 000 000
P	peta	$10^{15}$	1 000 000 000 000 000 000
T	tera	$10^{12}$	1 000 000 000 000 000
G	giga	$10^9$	1 000 000 000
M	mega	$10^6$	1 000 000
k	kilo	$10^3$	1 000
h	hecto	$10^2$	100
da	deca	$10^1$	10
daná jednotka	-	$10^0$	1
d	deci	$10^{-1}$	0,1
c	centi	$10^{-2}$	0,01
m	milli	$10^{-3}$	0,001
$\mu$	micro	$10^{-6}$	0,000 01
n	nano	$10^{-9}$	0,000 000 001
p	pico	$10^{-12}$	0,000 000 000 001
f	femto	$10^{-15}$	0,000 000 000 000 001
a	atto	$10^{-18}$	0,000 000 000 000 000 001
z	zepto	$10^{-21}$	0,000 000 000 000 000 000 001
y	yocto	$10^{-24}$	0,000 000 000 000 000 000 000 001

### ***Jaká energie je dostupná z obnovitelných zdrojů energie ?***

Za jasného počasí může polední Slunce na každý metr čtvereční zemského povrchu kolmé ke slunci znamenat dopadající energii okolo 1000 W (1 kW představuje tzv. „solární konstantu“ používanou za základ k hodnocení účinnosti solárních systémů; tato účinnost je běžně vztahována k uvedenému lokálně maximálnímu příkonu, tj. k tzv. „špičkovému“ osvětlení, které představuje výkon  $W_p = 1 \text{ kW/m}^2$  (kde index  $p$  znamená „peak“ » „špičkový“ výkon).

V případě že by solární kolektor mohl absorbovat 100 % tohoto zářivého příkonu dopadajícího na jeho povrch a pokud by byla tato energie se 100% účinností přeměněna na energii, pak by energie produkovaná kolektorem za hodinu byla 1 kWh/m<sup>2</sup>. V praxi dosahovaná účinnost zdaleka není 100% a dosahuje nejčastěji 5 až 15 % teoretické úrovně.

Energie větru při rychlosti 26 mph (≈ 11 m/s) rovněž představuje 1 kW/m<sup>2</sup> vztaheno k ploše průřezu 1 m<sup>2</sup> plochy kolmé na směr větru. Vetrné vrtule však dosahují účinnost využití jen asi 25 až 35 % teoretické hodnoty.

1 EJ (Exajoule) energie představuje zhruba ekvivalent energie získaný spálením 52 Mt suché dřevní biomasy.

## Úvod - Globální transformace energetiky, řízení správným směrem

Ze zkušeností získaných v průběhu posledních dekád lidského vývoje vyplývá, že při rozvoji lidských civilizací, společností a průmyslu trvá reorientace z jednoho zdroje energie na nový zdroj nebo na jiný soubor zdrojů přibližně 60 let. Přibližně 60 let trval přechod ze dřeva na uhlí - a to až do počátku dvacátého století. Následně přibližně dalších 60 let (od r. 1910 do r. 1970) trval přechod ze závislosti na uhlí k závislosti na ropě a zemním plynu, ačkoli uhlí zůstalo důležitým palivem pro výrobu elektrické energie.

Velká část světa se zaměřila na využívání fosilních paliv, jakoby fosilní paliva byla dostupná navěky a jakoby jakákoli další změna zdroje energie byla úkolem příštích generací a nikoli generací současných.

V současnosti se stává stále zřejmější, že dosud neomezené spalování fosilních paliv naráží na environmentální meze, jejichž překročení může mít obrovské negativní ekonomické dopady na všechny státy; tato environmentální omezení jsou skutečně již brána vážně při formulaci politik vlád většiny rozvinutých států.

Tato Bílá kniha dokládá, že obnovitelné zdroje energie dožrály v r. 2000 do technicky a tržně dostatečně zralého stavu k tomu, aby mohly začít ovlivňovat celosvětovou produkci primární energie, ačkoli se tak stále ještě děje jen v malém zlomku potenciálního příspěvku k celkové produkci. Pokud tento akt představuje jen počátek velkého přechodu na obnovitelné zdroje energie, pak z minulosti vyplývá, že v r. 2030 bychom již mohli významně pokročit do další éry - éry využívání obnovitelných zdrojů energie.

Začátek přechodu k obnovitelným zdrojům energie jsme zdržovali nejméně tři poslední dekády. Fosilní paliva nadále dalekosáhle převládaly na vysoce deformovaném a umělém trhu s energií. Dnešní nízké ceny fosilních paliv jsou částečně důsledkem pokračujících výhod velmi velkých státních subvencí, a částečně jsou důsledkem absence ocenění velkého potenciálu fosilních paliv jako vstupní chemické suroviny, bohaté na uhlovodíky, v porovnání



s jejich prostým spálením (*mínena absence ekonomického ocenění faktu, že z 1 kg ropy chemický průmysl umí vyrobit produkty dosahující až více-rádově vyšších výnosů, než představují jako 1 kg ropy prepracované na palivo, pozn. pr.*). Budoucí snížení dostupnosti zdroje fosilních paliv není prisouzena žádná ekonomická hodnota, stejně tak předcházení a náprava zdravotních a environmentálních dopadů vznikajících v důsledku spalování fosilních paliv. Vážně míněný začátek přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie byl blokován či bržděn zisky dosahovanými těžáři a prodejci fosilních paliv a politickou moc spojenou s ovládnutím trhu s fosilními palivy.

Pokračující politický vliv zastánců jaderné energetiky vedl v některých státech (např. v USA a ve Francii) k novým investicím státních fondů do podpory těchto technologií v míře, která značně překračuje investice státních fondů do rozvoje obnovitelných zdrojů energie, což možná způsobuje ještě další odklad v přechodu k různorodým (obnovitelným) stabilním a spolehlivým zdrojům energie. Ze strany těchto několika vlád se jedná o vysokou hru (spojenou s obrovskými riziky). Většina vlád se však od jaderné energetiky odvrací, protože představuje složitou a drahou technologii, zranitelnou teroristy nebo zneužitelnou k výrobě surovin pro zbraně hromadného ničení, a potenciálně nebezpečnou vlastními haváriemi (např. případy havárií jaderných elektráren Three Mile Island a Černobyl) a závislé na dořešení problému ukládání jaderných odpadů.

Jaderná energie by se sama neudržela na volném trhu s energií, tj. bez intenzivní veřejné podpory při přejímání odpovědnosti za rizika vlastníka nebo odpovědnosti za škody v důsledku havárií, které přesahují rádoře možnosti krytí soukromými pojišťovacími společnostmi, nebo možnosti menších států. Životní cyklus jaderné elektrárny, od výstavby po její rozebrání, a včetně environmentálních dopadů úplného palivového cyklu, vede k významným emisím potentních skleníkových plynů, které se jaderná energetika klade za cíl vyloučit.

Palivo pro jaderné elektrárny je prvkem zemské kůry dostupné jen v omezeném množství. A přitom již existují levnější technologie produkce vodíku z obnovitelných zdrojů energie než z energie jaderné, čímž odpadá další předpokládané zdůvodnění záměru stavět nové jaderné elektrárny.

Jaderná energie může proto být prakticky výhodná jen po omezené období dostupných paliv a vodních technických, ekonomických a etických podmínek. I když může být jaderná energetika užitečným producentem energie během fáze přechodu na obnovitelné zdroje energie, zcela jistě dlouhodobě nepřežije proces tohoto přechodu. V celosvětovém měřítku musí být vyvinuty a uplatňovány zdroje jiné.

Pokračující odkládání vážně pojatého celosvětového přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie představuje hazardní hru potenciálně ohrožující naši schopnost zahájit tento přechod vůbec, neboť časový prostor pro uskutečnění tohoto přechodu ekonomicky lákavým způsobem rychle mizí. Další blokování přechodu na obnovitelné zdroje energie přispívá k ohrožení světové bezpečnosti a stability, neboť současné centralizované energetické systémy se stávají zranitelnými cíli teroristických útoků, a závislost na ekonomicky kritických zdrojích z politicky nestabilních oblastí se stále zhoršuje.

Zdržování vážně míněného, celosvětového a dalekosáhlého úsilí o přechod k využívání obnovitelných zdrojů energie povede k nebezpečnějšímu světu, ve kterém budou ztraceny

nadeje na spravedlivější usporádání mezi státy a také ke zmarnění příležitostí pro naše vlastní děti a vnuky. Vždyť co jim budoucí vlády budou moci k tomu říct? Litujeme? Byla to chyba minulých vlád?

Nebo - ještě hůře - naše minulé vlády se o Vás nestaraly a rozhodovaly na základě ekonomických kritérií, které nebraly v úvahu Vaše práva zatímco jednaly na základě předpokladu, že záchrana světa není ekonomická.

Například Kanada nebude schopna zajistit větší vývoz zemního plynu ke krytí předpokládaného nedostatku zemního plynu v USA. Avšak protože je zemní plyn palivem pro mnoho nových elektráren v USA, ukazuje se, že krytí rostoucí poptávky USA po zemním plynu dovozem zkapalneného zemního plynu ( $\approx$  LNG  $\approx$  Liquefied natural gas) způsobí značné zdražení elektriny, zvýšení závislosti USA na zahraničních zdrojích, zvýšení deficitu platební bilance a ještě k tomu ke zvýšení počtu nových zranitelných cílů teroristických útoků, jako představují nádrže a sklady zkapalneného zemního plynu ( $\approx$  LNG)

Účelem této Bílé knihy je

- ukázat na enormní podnet, který je v této době vytvářený celosvětově k využívání obnovitelných zdrojů energie a k formulaci podpurných politik aby tím bylo zdurazněno, že veškeré potřebné podněty pro zahájení žádoucího přechodu na obnovitelné zdroje energie jsou již nyní funkční,
- ukázat na přínosy již dosažené temito prvními kroky
- a porovnat a vyhodnotit politiky, které se ukazují být nejúčinnější k urychlování využívání obnovitelných zdrojů energie

Prvky uvedeného přechodu k obnovitelným zdrojům energie jsou již poznány a jsou provereny jak ohledně technické schůdnosti tak životaschopností na světových trzích s energií. Vlády proto nemusí začínat s něčím úplně novým - potřebují jen politickou vůli k rozšíření toho, co je již vyvinuto, prostudováno, odzkoušeno a co je nyní již připraveno k rozkvetu do nového životodárného průmyslového odvětví pro svět - průmysl využívání obnovitelných zdrojů energie.

Tezí této Bílé knihy je, že „*v současnosti pocínající celosvětové úsilí o zajištění přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie musí být prvkem nejvyšší priority vnitrostátní i mezinárodní agendy*“

Cílem Bílé knihy je proto sloužit jako základ proto, aby vlády mohly s důvěrou přijmout politiky, které zahájí systematický celosvětový přechod na využívání obnovitelných zdrojů energie.

Obr. 1:

Celkové podíly (skladba) paliv na celosvětové spotřebě primárních zdrojů energie. Údaje z r. 2000. Růst počtu instalovaných větrných elektráren mezi r. 2000 a 2002 vedl ke zvýšení podílu energie z větru na 0,042 % celkových světových dodávek primární energie. Instalovaný výkon větrných elektráren představuje 0,7 % celosvětové spotřeby elektrické energie, avšak pouze okolo 0,2 % skutečné produkce, neboť tyto elektrárny pracují celkově jen okolo 30 % času na plný výkon. Tento příklad ukazuje, jak dalekou cestu musí ještě projít obnovitelné zdroje energie jiné, než je elektrina z hydroelektráren, než budou moci dosáhnout úrovně představující větším podílem . ne celkové světové produkci energie a elektriny. Zdroj: IEA „Renewables in Global Energy Supply, an IEA Fact Sheet, listopad 2002.

Obr. 2:

Rocní rust dodávek energie z obnovitelných zdroju v období let 1971 až 2000. Rust produkce energie z obnovitelných zdroju sledoval rust celkové spotřeby primární energie (TPES) během téměř 30-letého období, což znamená, že celkový výkon zařízení na využívajících obnovitelné zdroje energie značne vzrostl, avšak energie produkovaná v těchto zařízeních se neprojevila na celkovém rustu podílu energie z obnovitelných zdroju. (Vysoký roční rust podílu obnovitelných zdroju využívajících solární energii a energii vetru je dusledkem velmi nízké úrovně jejich využívání v počátečních letech sledovaného období. Zdroj: IEA „Renewables in Global Energy Supply, an IEA Fact Sheet, listopad 2002.

## Nové prvky motivující veřejnou politiku smerem k prechodu k obnovitelných zdrojum energie

### **Environmentální varování**

Po léta vedci, vlády a veřejnost zvažovali možnost využívání obnovitelných zdroju energie k zajištění účinné a environmentálně šetrné produkce energie pro společnost. Současne byl v oblasti rozvoje technologií využívání obnovitelných zdroju energie a jejich uvázení na trh dosažen značný pokrok. Avšak až do nedávné doby se většina příspěvku k tomuto pokroku odehrávala volným tempem, bez jakéhokoli pocitu naléhavosti.

Ovšem nebylo tomu tak vždy. Například prezident USA Jimmy Carter byl první světový vůdce, který (již v r. 1976) prohlásil, že energetická politika by měla mít nejvyšší prioritu. President Jimmy Carter zahájil intenzivní a agresivní program ke zvýšení energetické účinnosti a využívání solární energie, zameraný na dosažení energetické nezávislosti USA. Realizace tohoto programu se však brzy dostala do nesnází a program byl opovržen, mj. i v dusledku známého televizního rozhovoru, na kterém prezident sedel ve svetru pred krbem. Následne se energetická politika USA vrátila zpět ke konvenčním (fosilním) zdrojum energie a USA nyní drží nešťastný primát v provozování neúsporných motorových vozidel a v produkci největšího jednotlivého národního příspěvku k emisím skleníkových plynu ze všech zdrojů. Světovou vedoucí roli prevzali menší státy s většími ambicemi ve vývoji a prodeji zařízení technologií využívání obnovitelných zdrojů energie a stalo se tak k jejich vlastnímu ekonomickému přínosu.

Obraz světové scény v oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie se nyní dramaticky mení. Zvláštní význam mají dopady zmeny klimatu v dusledku globálního oteplování, které se nyní projevují již s dobře vnímanými negativními dusledky pro většinu států, přičemž predpovedi ukazují na budoucí velmi vysoké náklady vyvolané těmito dopady. I kdy období horkých dnů v současnosti lze obtížne prisoudit vlivu globálního oteplování, 19 tisíc úmrtí v Evropě v dusledku vlny horkých dnů v srpnu 2003 jasne ilustruje všeobecne rozsáhlý charakter možných dusledků. Počáteční opatrné prohlášení mezivládního týmu znalcu problematiky klimatické zmeny (IPCC ≈ Intergovernmental Panel on Climate Change) ohledne „znatelných“ dukazu vlivu lidských příspěvku ke globálnímu oteplování bylo v rámci jejich posouzení v r. 2001 zesíleno tvrzením: „Existují nové a závažnější dukazy, že většina oteplování k nemuž došlo v posledních 50 letech je dusledkem lidských činností“.

Není to globální oteplování samotné co vyvolává tyto obavy, jako jeho potenciální dopady na toky energie na zemském povrchu, vyjádřitelné jako perturbace zemského klimatu. *Kauzální vztah globálního oteplování a lidských činností je stále více je predmetem*

vedeckovýzkumného konsensu, jak vyjádřil předseda IPCC ve varování zahrnutém do posouzení (2001 Assessment) „Prevažující většina vědeckých znalců - i když uznává stávající vědecké nejistoty - nicméně verí tomu, že lidskými činnostmi vyvolaná změna klimatu již nastala a že ***budoucí změna klimatu je již neodvratitelná***“.

Zpráva sponzorovaná OSN (zpracovaná společností Innovest Strategic Value Advisors) dále v říjnu 2002 uzavírá: „Celosvětové ztráty v důsledku přírodních pohrom se zdvojnásobují každých deset let.....náklady vyvolané změnou klimatu mohou v příštích deseti letech dosáhnout výše 150 miliard US dolarů ročně“. Dále: „Zvyšování frekvence závažných klimatických epizod ... se může stát záležitostí pro pojišťovatele a banky k úrovni která poškozuje jejich životaschopnost anebo dokonce způsobit jejich nesolventnost“.

Předpovědi (prognózy) jsou ještě závažnější a fundamentálnější pro státy ležící v nízkých nadmořských výškách, neboť se stoupnutím hladiny moří a s vysušením (ztrátou deště) nelze ovlivnit jejich environmentální (ekologické) osudy. Musím apelovat na rozvinuté státy aby jejich politika byla změněna v prospěch snižování rizik pro všechny státy.

**Obr. 3:** Rostoucí dopady přírodních katastrof (klimatických pohrom a záplav) na ekonomiku USA vyjádřené ve stálých dolarech za období 1960 až 1997 (v členění po dekadách). Podíl škod zaplacených pojišťovnami již je nadměrný a je důvodem pro snížení rozsahu pojistitelných škod vzniklých v důsledku bouří, což ponechává americkou veřejnost v rostoucí míře vystavenou ekonomickým důsledkům změny klimatu. Tato okolnost je součástí základní argumentace v prospěch začlenění opatření k předcházení nebo zmírnování dopadu změny klimatu do vládních opatření a politik. Zdroj: Munich RE Group, 1999.

**Obr. 4:** Velmi dobře známý scénář možného přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie vypracovaný společností Shell International v r. 1996. Celosvětový růst spotřeby energie by byl v rostoucí míře kryt z obnovitelných zdrojů energie, dokud by - přibližně okolo poloviny tohoto století nebyla více než polovina celosvětové spotřeby energie kryta čistými (≈ neznečišťujícími) zdroji energie. Tento scénář ukazuje, že k dosažení takového přechodu musí příspěvky produkce energie z jejich obnovitelných zdrojů, třebaže v malém celkovém podílu, započítat roli na celosvětové energetické situaci již na počátku této dekády.

Zdroj: Shell International 1996

### **Předcházení riziku**

Riziko a předcházení riziku je dramatický nový prvek veřejné politiky a veřejných diskusí. Změna klimatu je vnímána jako vážné ekologické a ekonomické riziko. Stejně tak terorismus. Elektrárny, energorozvodná síť a transformační stanice, plynovody a ropovody - to vše jsou přitažlivé a přístupné centralizované cíle pro teroristy, kteří usilují o rychlé a rázné přerušení funkce společnosti. Decentralizovaně rozmístěná zařízení využívání obnovitelných zdrojů energie na druhé straně pracují v menších jednotkách, často od budovy k budově, čímž v souhrnu tvoří cíle příliš malé a příliš rozdrobené do velkého počtu na to, aby mohly být předmětem zájmu teroristu. Energetická bezpečnost záleží v propojení mnoha malých zdrojů do sítě. Zničení jednoho zdroje pak málo ovlivňuje další zdroje nebo energetickou síť jako celek. Několik málo bomb zaměřených na takto distribuované zdroje energie nemůže společnost založenou na decentralizovaných zdrojích energie vážněji poškodit (» *doslovne „dostat ekonomicky na kolena“*).

Rizika pro vnitrostátní energetické systémy vznikají rovněž interne z vlastních projekčních činností z v důsledku potenciálu selhávání jednotlivých složek. Pozoruhodným způsobem byla tato rizika ilustrována enormním výpadkem elektriny v USA a Kanadě v srpnu 2003. Posloupnost výpadku elektráren a transmisních sítí, kdy jeden výpadek způsobil přetížení a následný další výpadek - jeden za každým dalším, tzv. efektem domina, začal ve dvě hodiny odpoledne 14. srpna. Během dvou a půl hodiny vypadlo ze sítě pět hlavních přenosových tras, tři uhelné elektrárny, devět jaderných elektráren a důležitá prepožovací stanice.

Než byla posloupnost výpadku ukončena, bylo odpojeno více než 100 elektráren včetně 22 jaderných elektráren v USA a Kanadě. Výpadek proudu postihnul osm států a dvě kanadské provincie, a celkem 50 milionů obyvatel žijících v USA od New Yorku po stredo-západní část východně od Detroitu a v Kanadě od Toronta na sever byly po dva dny bez elektriny. Ekonomické ztráty způsobené tímto dvoudenním výpadkem jsou odhadnuty na 5 až 6 miliard US dolarů.

V odezvě na tento výpadek prezident USA požadoval modernizaci stárnoucí energorozvodné sítě. Zásvezení pozorovatelé však v uvedené události rozpoznali známku zcela zásadního selhání vzájemně propojených centralizovaných systémů a požadovali vlády o zapocetí z diverzifikací (sítě s decentralizovanými zdroji energie. Tyto požadavky našly odezvu v článku na titulní stránce amerického prestižního obchodního časopisu Wall Street Journal „Energizing Off-Grid Power“ (≈ zprovozneme zdroje elektriny mimo síť) již po čtyřech dnech po tomto výpadku. Kongres USA nebyl ochoten investovat obnos ve výši okolo 6 miliard US dolarů do rozvoje a zprovoznění decentralizovaných energetických zdrojů, a důsledky této neochoty byly názorně ilustrovány formou praktické ukázky rizika ztrát stejného obnosu výpadkem stávajících sítí.

Jen měsíc po této události se podobný výpadek opakoval znovu, tentokrát v Itálii. Během tohoto výpadku se více než 58 milionů Italů ocitlo bez proudu. Opet se jeden daný problém v centrální propojené síti rozšířil na celý elektrický systém a znamenal celkový výpadek který postihnul celou zemi. Argumentace v prospěch decentralizovaných zdrojů energie nemohl být lépe zduraznen, než uvedenými dvěma případy enormního zhavarování - masivních výpadku elektriny.

Jaká politika je pro hospodárství lepší? Ztráty hospodárství oslabují. Nové technologie hospodárství posilují. Pokracující investování do starých metod výroby a distribuce energie nesnižuje rizika spojená s velkými centralizovanými systémy. Investování do nových technologií produkce a distribuce elektriny v menším měřítku znamená vytváření decentralizovaných systémů, což značně snižuje rizika a možnost budoucích ztrát v důsledku selhání těchto systémů. Při vyhodnocování relativních nákladů na vývoj a provoz zdrojů energie je nutno brát v úvahu explicitně parametry bezpečnosti a spolehlivosti decentralizovaných zdrojů energie.

Přitom se riziko pro základní funkce společnosti netýká pouze rizik spojených s terorismem a se zranitelností sítí veřejných dodávek energie. Zatím nevíme, kdy přesně překročí celosvětová cení spotřeba ropu možnou denní těžbu (ale zcela jistě k tomuto okamžiku dojde během prvních fází tohoto století). Když však tomuto okamžiku dojde, navždy se tím změní ekonomika celosvětových zdrojů energie a vznikne intenzivní mezinárodní soutěž o tyto zdroje. Již jsme zažili, jak ochotně jsou státy připraveny válčit na ochranu oblastí bohatých ropou. Svět zažívá rizika - ohrožení míru a politické stability - které představují státy

disponující potenciálem k využití jaderného paliva k výrobě zbraní hromadného ničení. Bez vedoucí role rozvinutých států v přechodu, při kterém jsou opuštěny tyto znicující prvky a možnosti, se svět postupně stane ještě méně bezpečným.

### **Príležitosti pro vlády**

Rizika vyplývající ze selhávání nebo ze zastarání vnitrostátních energetických politik mohou vést k velkým národohospodářským ztrátám. Náklady na energii jsou totiž začleneny ve všech každodenně vydávaných nákladech na energeticky nezbytné prvky podpory života, na energii obsaženo ve všem co děláme, užíváme, jíme a náklady na energii obsaženou ve veškerém zboží na domácích i zahraničních trzích. Společnost, která dokáže vyrábět a prodávat výrobky s menšími vloženými náklady na energii, dosahuje na trzích velké výhody - a navíc je dosahuje brzy. Ještě větší výhody získávají společnosti, které dokáží stabilizovat své dlouhodobé náklady na energii a které dokáží ochránit své vnitřní i vnější tržní činnosti před růstem nákladů a nestálostí dodávek konvenčních paliv. Ty společnosti, které dokáží transformovat své výdaje za paliva (která bylo nutno dovážet), do podpory účelné a produktivní zaměstnanosti vlastních lidí v oblasti zlepšování vlastní energetické účinnosti a v oblasti využití obnovitelných zdrojů energie, ty uspějí ve snaze převést náklady na paliva do ekonomických podnetů.

Potenciální přínosy energeticky sobestacných společností, které spoléhají v rostoucí míře na své vlastní dostupné a nevyčerpatelné zdroje, které jsou současně ekologicky šetrné a jsou na místně a regionálně decentralizované, se stávají zvláště přesvědčivé při zvažování všech rizik spojených s konvenčními palivy. Lze usuzovat s důvěrou na to, že právě takové „energeticky sobestacné“ společnosti (státy) se v polovině tohoto století stanou společnostmi (státy) nejbezpečnějšími, nejlépe zajištěnými a ekonomicky nejsilnějšími. Nebo lze soudit na to, že ***ekonomická a politická rizika necinnosti (nebo jen vlašné činnosti) v oblasti přijímání opatření energetické účinnosti a využívání obnovitelných zdrojů energie jsou mnohem větší, než jakákoli ekonomická rizika vyplývající z realizace těchto programů.***

Tyto faktory byly hnací silou vývoje politiky Evropské unie. Evropská unie činí zjevně správně, když lpí na plnění závazku ke snížení emisí skleníkových plynů, ačkoli se tyto závazky pro některé členské státy ukazují být obtížně splnitelné. Evropská unie již experimentuje se zvyšováním energetické produktivity navíc a stále roste podíl lokálně dostupných obnovitelných zdrojů energie ve skladbě zdrojů energie EU; to vše se děje v zájmu snižování rizik, stabilizace cen a dodávek energie a posílení vzniku pracovních příležitostí a dalších ekonomických přínosů po celé Evropě. Mnohé členské státy nadále uznávají, že pro realizaci těchto přínosů je stále ještě nutná účinná politika finančních podnetů spojená s pevně stanovenými národními cíli k tomu, aby mohly být souběžně s fosilními palivy (z hlediska rovné soutěže dosud neférově subvencovanými) využívány obnovitelné zdroje energie na bázi rovné hospodářské soutěže.

Dobrým argumentem pro vlády je poznatek, že již dnes je několik z obnovitelných zdrojů energie méně nákladných (než energie konvenčních zdrojů), vyjadrujeme-li je na bázi současné čisté hodnoty (*» on a net present value basis*) a navíc jsou pro společnost a ekonomiku daleko přínosnější než čerpání konvenčních zdrojů energie, jestliže vezmeme v úvahu externí náklady dopadu rozvoje a užívání konvenčních zdrojů energie a jestliže je řízení skladby zdrojů přizpůsobeno riziku plynoucím z těchto zdrojů (*» risk adjusted portfolio management*), kterým by budoucí nejistoty cen konvenčních zdrojů energie byly přepočteny do čistého cenového ocenění dlouhodobých cen (*» the future price uncertainties of conventional energy resources are factored into a net present evaluation of longterm costs*)

Není nic těžšího, než naplánovat nový systém a není nic nebezpečnějšího pro řízení, než vytváření nového systému. Takový tvůrce musí celit nepřátelství všech, kteří mohou těžit ze zachování starého systému a na své straně má pouze netečnost zastánců z rady těch, kteří mohou těžit ze systému nového. Machiavelli 1513.

## Obnovitelné zdroje energie – vlastnosti, stav vývoje a potenciál

### Bioenergie

Biomasa představuje výsledek fotosyntetické konverze solární energie a oxidu uhličitého do chemických a fyzikálních složek rostlinného materiálu (*pp.: palivářská definice pojmu biomasa zní: biomasa je materiál biologického původu s výjimkou materiálu uloženého v geologických formacích a přeměněného na fosílie (fosilní organické zbytky); rozlišována je bylinná biomasa, biomasa plodu a dřevní biomasa*) Tyto složky se následně stanou mechanismem uchování energie a umožňují naakumulovanou solární energii uvolnit prostřednictvím rostlinných a živočišných ekosystémů, lidí a průmyslových systémů. Užitečná práce konaná při konverzi biomasy na bioenergii pochází rovněž ze sluneční energie a to platí bez ohledu na to, zda biomasa vyrostla v uplynulém období 500 milionů let (a pak byla geologickými procesy zahráta a stlačena a přeměněna karbonizačními procesy na fosilní paliva) nebo zda se jedná o nově vyrostlý rostlinný materiál. Rovněž veškeré fyziologické funkce lidského organismu včetně činnosti mozku jsou napájeny uchovanou sluneční energií uvolněnou při trávení snědených potravin. (Pojem “biomasa” používaný v současnosti a pro účely této Bílé knihy se nevztahuje na fosilní paliva, ale pouze na materiály vzniklé současnými rustovými procesy na Zemi).

Energie produkovaná různými způsoby z biomasy pro společenské a průmyslové použití je nazývána “bioenergií”. (*Pozn. pr.: běžné technické definice jsou **bioenergie** » energie z biopaliv; **biopalivo** » palivo vyrobené přímo nebo nepřímo z biomasy*). Rozumné prognózy souhlasně předpovídají největší podíl budoucí energie z obnovitelných zdrojů právě bioenergii, což zduvodňuje její postavení (na první místo) v tomto oddíle Bílé knihy. Je tomu tak částečně i proto, že umožňuje přístup k rozsáhlému a různorodému využití v rozvojových i v průmyslově rozvinutých státech, a vzhledem k všestranným hodnotám, zahrnujícím přímé vytápění, vaření, produkci elektřiny nebo chemických produktů. S výjimkou pouštních oblastí (s nadbytkem energie přímého slunečního záření) a Arktických a Antarktických oblastí (s nadbytkem větrné energie) je biomasa zdrojem vyskytujícím se celosvětově.

Zatímco biomasa byla a nadále zůstává být kriticky důležitým zdrojem pro životodárné systémy rozvojových států dodnes, v průmyslově rozvinutých státech podíl bioenergie na celkových národních zdrojích primární energie od r. 1800 se značně poklesl. Například v USA byl v r. 1860 podíl bioenergie na primárních zdrojích energie 85 %, a tento podíl do r. 1973 poklesl na 2,5 %. V r. 1860 bylo hlavním zdrojem pro použití v domácnostech a pro průmyslový rozvoj palivové dřevo, ale to bylo asi od r. 1910 postupně nahrazováno (vytlacováno) uhlím a později i ropou a zemním plynem. Bioenergie na čas byla z našeho průmyslového hospodářství na čas vytlačena, ovšem začíná její extrémně důležitý návrat, z různých důvodů významných pro ekonomický rozvoj a ochranu životního prostředí průmyslově vyspělých národů.

Biomasa je jediný zdroj spalitelného uhlíku, který je z hlediska emisí uhlíku neutrální (» *carbon neutral*). Konverze biomasy na bioenergii probíhá jako součást přírodního koloběhu uhlíku, a proto tato konverze nepřispívá ke změně klimatu a k problému oteplování v

dusledku skleníkových plynu. Analýza prokázala, že potenciál oteplování skleníkových plynu uvolněných při spalování biomasy je nižší, než při spalování všech druhů fosilních paliv, včetně zemního plynu, a to dokonce i při zachycování uhlíku. Analýza dále prokázala, že s jedinou výjimkou emisí oxidu uhlenatého vzniká při spalování biomasy podstatně méně emisí než při spalování uhlí.

Energie získaná z biomasy může znamenat pro moderní průmyslovou společnost významné přínosy. Například solární energie nashromážděná ve formě biomasy může být uvolňována kontinuálně, jako např. v případech využití jako paliva např. ve vozidlech nebo při výrobě elektriny základní záteže. Tato vlastnost umožňuje, aby bioenergie sloužila jako energetický záložní zdroj ( $\approx$  energy leveler) v hybridních systémech, určený k vyrovnávání prerušované dostupných obnovitelných zdrojů energie, např. energie slunečního záření a energie větru. Vlastnictví bioenergetických rostlin provozovateli prerušované dostupných obnovitelných zdrojů energie jim umožňuje ekonomicky vyrovnávat výnosy z těchto „prerušovaných“ zdrojů. Zpráva uvádí, že polovina provozovatelů větrných elektráren v Německu současně provozovala systémy využívající biomasu a bioenergie.

Biomasu lze spolu-spalovat s uhlím a snižovat tak emise z uhelných elektráren, dále lze biomasu zkapalnit do formy kapalných (bio)paliv, a tím lze značně posílit venkovská hospodářství prostřednictvím pěstování a sklizení biomasy. Například bylo odhadnuto, že ztrojnásobení spotřeby biomasy k energetickým účelům v USA by v r. 2020 mohlo vynesit 20 miliard US dolarů nových příjmů pro zemědělce a venkovské oblasti. Pěstování biomasy a její konverze na bioenergie, biopaliva a bioprodukty může znamenat mnoho nových pracovních příležitostí. Produkce elektriny z biomasy v USA v období 1980 až 21990 podle odhadu byla spojena se vznikem 66000 nových pracovních míst a s vznikem 1,8 miliard nových příjmů; související průmysl rovněž přilákal 15 miliard US dolarů nového investičního kapitálu.

Účinnost využívání bioenergetických zdrojů je stejně důležitá jako absolutní množství spotřebované bioenergie. Technická účinnost se významně zvýší, jestliže je bioenergie využívána v zařízeních kombinované produkce tepla a elektriny (CHP), ve kterých je vysokoteplotní část energie získaná spalováním biomasy či bioplynu využita k výrobě elektriny a nízkoteplotní energie je využívána k ohřevu např. pro dálkové vytápění budov. Tento přístup je někdy v Evropě nazýván kaskádováním energie,

Dánové např. reagovali na novou vládní politiku podpory kombinované produkce tepla a elektriny (CHP) v době, kdy v podstatě žádná elektrická energie v Dánsku nebyla produkována v systémech CHP. Během pouhých 10 let (do r. 2000) bylo již 40 % dánské výroby elektrické energie vyráběno v systémech CHP a dalších 18 % pochází z větrných elektráren. Kotle na spalování ropy instalované v domovech byly vyrazeny a horká voda byla do domu přivedena z tepláren dálkového vytápění, která spaluje místně pěstované biopalivo, jako je např. sláma.

V r. 2001 ve Finsku 20 % vyrobené energie pochází z biokonverze dřevních zbytků a jejich využití v systémech kombinované produkce tepla a elektriny (CHP). Pozoruhodný příklad kaskádování bioenergie představuje zařízení v Jyväskylä (Finsko), kde elektrárna s celkovým výkonem 165 MW spolu-spalující dřevo produkuje 65 MW elektrického výkonu, zbytek tepelné energie je veden nejprve do budov a následně - s nižší teplotou - do skleníku určených k výrobě potravin v chladném podnebí na 61 stupni severní zeměpisné šířky. Analýzy uverily, že přirozený růst dřeva v okolních lesích překračuje rychlost těžby pro elektrárnu.



Ekonomické, environmentální a sociální podmínky ovlivňují zaměření biokonverze k výrobě elektriny na nové a účinnější technologie, jako představuje zplynování a využití bioplynu v integrovaných zplynovacích kombinovaných cyklech (IGCC ≈ integrated gas combined cycles). Ve Finsku byl vybudován celosvětově první závod na zplynování biomasy, který byl v provozu 6 let. Vládní program subvencí pomohl v Indii k instalaci mnoha menších zplynovacích zařízení spojených s bioplynovými spalovacími motory (ICE ≈ Internal Combustion Engines)

Brasílie nadále celosvětově vede v produkci palivářského ethanolu z biomasy (z cukrové trtiny), avšak produkce ethanolu v USA (z obilí), nyní na úrovni 70 % produkce brazilské, avšak brzy se jí může vyrovnat v důsledku požadavku zákona o ochraně ovzduší (Clean Air Act) na čistší spalování palivových směsí s vyšším obsahem kyslíku. Evropská unie podporující zvýšenou energetickou účinnost diesellových motorů je celosvětově největším producentem biodiesellových paliv (ze semen repky olejné), což rovněž vede k čistším spalovacím motorům a ke snížení kontaminace v důsledku nehod či havárií. Výdaje za palivo a za zařízení na omezení emisí, které by jinak byly směřovaly ke zdrojům paliv dovážených ze zahraničí nebo z jiných regionů, mohly být vynaloženy na vytvoření nových pracovních míst a na posílení místní a regionální ekonomiky.

Tato Bílá kniha prokazuje, že tento aspekt platí pro všechny obnovitelné zdroje energie

Současný potenciál zdroje bioenergie podstatně přesahuje současnou úroveň spotřeby energie, a nabízí lákavou příležitost uplatnit vládní podněty a politické iniciativy zacílené na zvýšené využívání těchto zdrojů, což sebou nese ekonomické a environmentální přínosy, a navíc nehrozí omezení zdrojů pro tyto programy. Iniciativní a ambiciózní vládní programy na využití výhod bioenergie také napomohou k ustavení budoucích společenských priorit a ke snížení některých technických a sociálních nejistot, a tím i napomohou k zajištění toho, že bioenergie může plnit očekávání vyplývající z jeho potenciálu i po dokončení přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie.

*(Hodnocení současného stavu využívání bioenergie vzhledem k potenciálu)*

Jaký je současný stav využívání bioenergie - s veškerým tímto slibným ekonomickým a environmentálním potenciálem. - a jaký by tento stav mohl být v případě intenzivnější vládní podpory ?

Tri nedávné odhady kvantifikují současnou celosvětovou primární energii pocházející z biomasy na přibližně 46 EJ s tím, že 85 % z toho se týká tradičního využití palivového dřeva a zvířecího trusu, a 15 % je využito v průmyslově vyspělejších zařízeních jako palivo, např. v zařízeních kombinované výroby tepla a elektriny (CHP) a/nebo samotné elektriny.

V r. 2000 činila celosvětová spotřeba primárních zdrojů energie 417 EJ, takže bioenergie představuje 11% podíl této spotřeby. To představuje *(myšleno je zde zjevně množství spotřebované primární bioenergie - výše-úvedených 46 EJ)* přibližně 18 % odhadnutého současného celosvětového potenciálu bioenergie v úrovni 250 EJ.

V jakém rozsahu může bioenergie přispět k přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie ?

Zdroje biomasy pro konverzi na bioenergi jsou:

- dřevní nebo lesní zbytky,
- zbytky zemědělských plodin
- energetické plodiny pěstované na jinak nevyužívané půdě nebo na půdě nevhodné pro jiné zemědělské účely, zbytky z živocíšné výroby

- odpady vzniklé lidskou činností, včetně jedinečného zdroje energie jaký představuje tuhý komunální odpad

I když budoucí technický potenciál bioenergetických zdrojů lze odhadovat s určitou mírou verohodnosti, skutečný rozsah těchto obnovitelných zdrojů energie záleží na mnoha okolnostech spojených s různou mírou nejistoty či neurčitosti, jejichž zdrojem může být

- a) různorodost a početnost způsobů, jakými zdroje bioenergie mohou být získávány a shromažďovány, a zejména
- b) různorodost budoucích energetických politik a společenských priorit

#### *Najistá budoucí rozloha dostupné nadbytečné pudy*

Například, největší potenciál pro zdroje bioenergie budoucnosti představuje nadbytečná zemědělská půda. Avšak aspekt nadbytečnosti zemědělské půdy závisí na vlastních způsobech uplatňované zemědělské praxe v budoucnosti (zejména zda budou uplatněny vysoké vstupy chemických látek a energie, nebo zda budou uplatněny udržitelnější metody spojené s nízkými vstupy a tím i nízkou úrovní degradace prostředí) a na hospodářské soutěži v oblasti výroby potravin. Tato potravinářská soutěž závisí na celosvětovém rustu populace a na průměrné celosvětové stravě. Tyto proměnné veličiny mohou ovlivnit spektrum prognóz velikosti dostupné nadbytečné (≈ zemědělsky jinak nevyužívané) půdy od významných hodnot až po situaci, kdy nebude dostupná vůbec žádná nadbytečná půda.

#### *Nejisté odhady budoucího potenciálu*

Nedávné pečlivé analýzy provedené ve snaze odhadnout celosvětově dosažitelný potenciál bioenergie za konservativně optimistických ale realistických předpokladů vedly k průměrnému prognóznímu odhadu přibližně 450 EJ (≈ 10.8 Gtoe ≈ 125 PWh ≈ 0,125 EWh), avšak rozpetí budoucích skutečných hodnot může - jak bylo uvedeno výše - sahát od nuly do dvojnásobku uvedeného odhadu). Je pozoruhodné, že tento **nevyužívaný potenciál bioenergie přesahuje současnou celosvětovou spotřebu primární energie**.

Hlavní cíle rozvoje bioenergie byly celosvětově stanoveny a vlády nové činnosti rozvoje bioenergetiky podporují. Nedávné odhady nasvědčují tomu, že v samotné Evropě by do r. 2020 mohla produkce elektriny z bioenergie dosáhnout 55000 MW (≈ 55 GW).

Nedávno vydaná publikace „Vize pro bioenergii a bioprodukty v USA“ stanovuje jako cíl pro r. 2020 dosažení úrovně 5% podílu bioenergie na celkové spotřebě elektriny a průmyslové spotřeby tepla, a úrovně 20% podílu biopaliv na spotřebě paliv v oblasti dopravy.

Dále je stanoven cílový podíl 25 % pro produkci chemických látek (komodit) v USA z bioproduktu.

Austrálie a Thajsko oznámila záměr instalovat nové elektrárny s výkonem 30 až 40 MW využívající bioenergii. V UK jsou předmětem výzkumu nové plodinové plantáže a zdroje lesních zbytků pro účely energetického využívání biomasy v zařízeních kombinované výroby elektrické energie a tepla (CHP). V r. 2002 zvýšila finská vláda investiční subvence do oblasti využívání bioenergie o 40 %, čímž byla zajištěna možnost ziskového provozu malých zařízení CHP spalujících biopaliva. Tento krok vedl i druhotnému přínosu zvýšením ziskovosti dřevozpracujících závodů (pil) tím, že jejich náklady na energii mohly být stabilizovány.

Podstatné zvýšení účinnosti konečného využívání energie oproti současnému stavu je pro využívání bioenergie - a stejně tak i pro využívání ostatních obnovitelných zdrojů energie - nezbytné, má-li bioenergie (a ostatní obnovitelné zdroje energie) představovat smysluplný příspěvek k přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie a k energetice v době po dokončení tohoto přechodu. Velké absolutní příspěvky bioenergie k nesmírnému celosvětovému hladu po energii mohou znamenat relativně málo v případě plýtvání a neúčinného

využívání, zatímco stejný příspěvek může být velmi významný ve světě vysoce účinného využívání energie. Vládní *politiky zaměřené na využívání bioenergie a na zvýšení energetické účinnosti budou motivovány předpokládanou významností výsledku a jejich environmentálních a ekonomických přínosů.*

Podíl bioenergie na celosvětové spotřebě primární energie v r. 2050, který by mohl být pokryt částí uvedeného potenciálu odhadnutého na 450 EJ, závisí mj. na předpokládaném rustu celosvětové energetiky v příštích 50 letech. Jeden ze scénářů je založen na předpokladu, že současná spotřeba energie během 50 let vzroste na petinásobek (o 500 %). I plné využití odhadnutého potenciálu bioenergie 450 EJ by pak představovalo 15 % celkové prognózované spotřeby. Vizí presentovanou touto Bílou knihou je prechodem na využívání obnovitelných zdrojů energie dosáhnout do r. 2050 nadpolovičního podílu bioenergie na celkové spotřebě. To nasvědčuje minimálně tomu, že pravděpodobně alespoň třetina požadované energie může pocházet z bioenergie.

Rozvoj využívání bioenergie - stejně jako ostatních obnovitelných zdrojů energie - by byl urychlen, kdyby mnohé související „náklady“ byly uznány jako „ekonomické přínosy“ přispívající rozvoji ekonomiky než jen za vynaložené výdaje. V oblasti bioenergetiky je nepochybné, že je tomu tak - například vznik nových pracovních příležitostí posiluje venkovské a zemědělské komunity. Analýza z r. 1992 ukázala, že v USA již bylo 66000 pracovních míst podpořeno výnosem z dřevě-zpracujícího průmyslu a průmyslu biomasy, a že se předpokládá do r. 2010 vytvoření až 284 tisíc nových pracovních míst, jestliže budou komerčně dostupné pokročilé technologie na využívání bioenergie plodin. Většina z těchto nových pracovních příležitostí je situována na venkove. Dodatečné příjmy za biomasu by umožnily zemědělcům udržet si své pozemky.

Obr. 6a (obrázek ukazuje muže na traktoru zezadu s nezretelným - asi sázcím strojem zakrytým traktorem): Zemědělec sázející plantáž energetických stromů. Zdroj: NREL

Obr. 6b. (obrázek ukazuje nevzhlednou dvoupatrovou budovu typu „český kravín“ opatřenou štíhlým vysokým komínem, se sklízecím kombajnem v popředí a sanitkou před vchodem, s panelákem v pozadí a s nejasným polem - jakoby posečeným senem - v popředí). Obecní zařízení na kombinovanou výrobu tepla a elektrické energie (CHP), spalující odpadní slámu vypěstovanou v blízkém okolí, pro 300 rodin v Dánsku. Fotografie Dr. Donalda Aitkena.

Bioenergie funguje rovněž jako součást přírodního koloběhu uhlíku. (címž umožňují se vyhnout budoucím uhlíkovým daním) a může přispět k zachování biodiverzity tím, že v blízkosti urbanizovaných oblastí předpokládá ekosystémy vhodné pro některé druhy ptáku a volně žijící flory a fauny. Jsou-li tyto výhody kvantifikovány na regionální či státní úrovni a jsou-li „náklady“ na energii vnímány v kontextu celkové bilance vládních priorit a společenských přínosů, představuje bioenergie a ostatní obnovitelné zdroje energie mnohem ekonomičtější řešení, než jaké vyplývá z úzce zaměřených analýz energetických nákladů.

## Geotermální energie

Lidé si odedávna přáli žít v pohodlí a vždy chytré využívali dostupné přírodní zdroje.; není porot překvapivé, že archeologické nálezy dosvědčují, že možná již před 10 000 lety domorodci v Severní Americe využívali přirozené horké prameny. Je dobře známo, že tyto výhody využívali starí Řekové a Římané před 2000 roky. Celosvětově první systém dálkového vytápění, který funguje dodnes, byl vybudován ve Francii v Chaudes-Aigues již ve 14. století.

Nerostné suroviny byly z geotermálních vod těženy od r. 175, a chemické látky z vod horkých pramenů od r. 1900, což vyvolalo vznik nových průmyslových odvětví v oblasti Larderello (Itálie), které se následně ukázalo být geotermálně nejteplejším místem v Evropě.

Celosvetový primát produkce elektrické energie z geothermální páry drží princ Ginori Conti, který uvedl do provozu svůj generátor elektriny 15. července 1904. Celosvetově první elektrárna využívající geothermální energii byla zprovozněna v r. 19013 rovněž v oblasti Larderello s výkonem 250 kW<sub>e</sub> a v r. 1914 již zásoboval a elektrickou energií chemický závod a mnoho vesnic v Toskánsku. V současné době geothermální elektrárna v Larderello produkuje výkon 400 MW.

Obr. 7 (na snímku jsou patrné 4 chladicí věže na úpatí zalesněného kopce, v popředí je příhradový stožár elektrického vedení překrývající částečně budovu připomínající velkou vilu s lesem menších a větších stožárů): Larderello - místo kde poprvé byla vyroben elektrina z geothermální energie. Místo prvních pokusu vyrobit elektrinu z geothermální páry 15. července 1904, pak místo celosvetově první elektrárny využívající geothermální energii s výkonem 250 kW<sub>e</sub> v r. 1914; geothermálně nejteplejší místo v Evropě, dnes s výkonem 400 MW.

Protože tehdy (v prvních letech dvacátého století) bylo nove zaváděno jako palivo i uhlí, trvalo dalších 45 let než byly vybudovány další geothermální elektrárny - v r. 1958 na Novém Zélandu a pak pokusná geothermální elektrárna v Mexiku v r. 1959; V r. 1960 započal průzkum využití geothermálních pramenu v oblasti Geysers severně od San Franciska v USA. Geothermální energie sice není dostupná ve všech státech, ale 67 států již využívá geothermální energii s tím, že ve 23 státech již je geothermální energie využívána k produkci elektrické energie; geothermální energie tedy není všude dostupná, ale tam kde dostupná je představuje zdroj energeticky významný. Geothermální energie zaujímá ohledně rozsahu jejího příspěvku celkově druhé místo (za bioenergií) ze všech obnovitelných zdrojů energie (s výjimkou velkých hydroelektráren), proto je v Bílé knize prezentována na tomto (druhém) místě.

### *Posouzení udržitelnosti*

Co je v kontextu využívání geothermální energie udržitelné ? V Geysers - místě kde je instalována největší jednotlivá elektrárna využívající geothermální energii - byl rychle instalováno zařízení s výkonem 2000 MW, které však využívalo páru z pramenu rychleji, než mohla být přirozenou cestou obnovena. Tímto „precerpáním“ bylo vynuceno snížení výkonu elektrárny na tesně pod hranici 1000 MW (tedy na úroveň výkonu odpovídající jednomu turbogenerátoru Temelína, pozn. pr.).

Současne bylo dosaženo užitečných synergických přínosů: Precištěná odpadní voda s průtokem 0,540 m<sup>3</sup>/s (≈ 5400 gpm) musela být čerpána 48 km z města Santa Rosa do geothermálních polí a reinjektována do zvodně (akviferu). Současne je provozován projekt recyklace odpadních vod Lake County, který umožňuje vyzískat další energii (70 MW), při procesu zpětné injektáže vody) která překracuje spotřebu energie nutné pro čerpání odpadních vod, a tyto dva přínosy jsou získány současně. zneškodnění odpadních vod spolu se získáním dodatečné geothermální energie. Příležitost se ukázala být zisková jak pro město, tak pro provozovatele zařízení na využití geothermální energie

Nicméně zkušenost získaná v případě Geysers je významná: i když geothermální energie představuje obnovitelný zdroj energie, je tento zdroj **udržitelný** pouze v případě, že odebírání energie z tohoto zdroje je v rovnováze s rychlostí jeho přirozeného doplňování (obnovování). Ukázalo se, že toto obnovování pramenu horké vody nebo zříděl páry je dostatečně rychlé, aby tyto zdroje mohly sloužit jako skutečně udržitelné zdroje geothermální energie pro geothermální elektrárny za předpokladu, že každý využívaný zdroj je otestován vzhledem k dosažitelnému výkonu a udržitelností ještě před vlastním provozem jeho využívání, a že

tedy není „precerpáván“ ≈ využíván nadměrně). Využívání tepla z blízkosti povrchu horké magmy, jako je tomu na Havaji nebo na Islandu, je pravděpodobně také udržitelné v časovém měřítku lidské civilizace. V případě výroby elektrické energie z tepla horkých hornin ležících mnohem hlouběji pod povrchem může být rychlost doplňování geotermální energie ve formě tepla velmi malá, a proto tyto zdroje mohou být „vycerpávané“ v časovém měřítku lidských civilizací.

Geotermální energie může být v mnoha státech ekonomicky přínosným zdrojem energie. Využívání geotermální energie prakticky nepřispívá ke znečištění prostředí - nebo přispívá jen velmi málo - a pozitivně přispívá k energetické soběstačnosti měst, regionů a států. Faktor dostupnosti 95 % pro geotermálně vyráběnou elektrickou energii může zvýšit cenu spektra několika prerušované dostupných obnovitelných zdrojů energie. Geotermální energie může přímo přispívat k tvorbě nových pracovních příležitostí, průmyslových odvětví a posilovat místní a regionální ekonomické činnosti. Povinností vlád spravujících území s dostupnými geotermálními zdroji je nabízet podněty na podporu a urychlené využívání geotermální energie.

### *Postavení geotermální energie*

Jaké je současné postavení geotermální energie a jaký je potenciál pro její budoucí rozšíření, který by opodstatňoval vážnou státní politiku rozvoje a nezbytnou finanční podporu? Geotermální energie je využívána přímo - jako zdroj tepla, a nepřímo k výrobě elektrické energie. Celosvětová kapacita produkce elektrické energie z geotermální energie je pro r. 2002 odhadována na 8 000 MW<sub>e</sub> (≈ 8 GW<sub>e</sub>). Geotermální energie byla zdrojem pro celosvětovou roční produkci celkem 50 000 GWh<sub>e</sub> elektrické energie - a to primárně pro účely základní zátěže, což umožnilo krýt spotřebu elektriny 60 milionu lidí žijících v převážně rozvojových státech a umožnilo to ušetřit 12 MToe topných olejů.

Prímá celosvětová spotřeba geotermální energie v r. 2002 byla odhadnuta na 15,2 GW<sub>t</sub>, což představuje celoroční dodávky 53 GWh<sub>t</sub>, což umožnilo to v daném roce ušetřit dalších 15,5 MToe topných olejů. Koncoví uživatelé přímé geotermální energie jsou extrémně rozmanití, a koncové využití zahrnuje otop, ohrev užitkové vody a bazény, pohon tepelných čerpadel, vyhřívání skleníků a pestebních hydroponických nádrží a vodních náhonů, sušení (provoz sušiček) v oblasti zemědělství, ohrev nádrží na tání sněhu, absorpční cykly klimatizačních zařízení a velký počet různorodých malých zařízení. Největší, asi 37% část přímo spotřebované geotermální energie - připadá celosvětově na otop budov.

Geograficky je největší podíl celosvětové elektrické energie z geotermální energie je produkován v Amerikách (v severní, střední a jižní, kde se využívá celkově 47,4 % z uvedených 50 TWh<sub>e</sub>; v Asii včetně Turecka se vyrobí 35,5% a v Evropě 11,7

Produkce elektrické energie z geotermální energie ve světě:

oblast	podíl z celosvětové produkce elektriny z geotermální energie
Severní, Středí a Jižní Amerika	47,7 %
Asie včetně Turecka	35,5
Evropa	11,7

Podíl přímého využívání geotermální energie je největší v Asii včetně Turecka, kde je 45,9 %, za kterým, následuje podíl Evropy 35,5 % a podíl všech tří Amerik činí jen 13,7 %.

Podíly na přímém využívání geotermální energie ve světě:

oblast	podíl z celosvětové produkce elektriny z geotermální energie
Asie včetně Turecka	45,9
Evropa	35,5
Severní, Středí a Jižní Amerika	13,7

Potenciál geotermálních zdrojů je nesmírný. Ministerstvo energie USA (Department of Energy, DoE) odhaduje, že tepelná energie svrchní vrstvy 10 km zemské kůry představuje  $5 \times 10^4$  (50 000)ti-násobek energie všech známých celosvětových zásob ropy a zemního plynu. Jiný odhad kvantifikuje potenciál geotermální energie samotných západních států USA na 14tinásobek všech overených a neoverených ložisek uhlí v USA.

Rozumné prognózy uvádějí, že do r. 2010 by bylo možné zajistit 10% roční růst využívání geotermální energie, což by v r. 2010 vedlo k celosvětové úrovni produkce elektrické energie 20,1 GWe z geotermální energie a přímým využitím geotermální energie by bylo získáno 39,25 GW<sub>t</sub>

Jiné prognózy uvádějí, že instalace současných technologií by umožnila využít geotermální energii k výrobě 35 až 72 GWe, přičemž 72 GWe představuje více než 8 % celkové světové produkce elektrické energie.

Největší vnitrostátní podíl elektrické energie vyráběné z geotermální energie dosahují Filipíny (v r. 200 to bylo 27 % s celostátní spotřebou energie). Filipíny mají ambice stát se celosvětově vedoucím státem ve využívání geotermální energie. Uvádí se však, že 39 států by mohlo mít své energetické potřeby plně pokryty (ze 100 %) geotermální energií a že v dalších 4 státech by toto pokrytí mohlo činit 50 % a v ještě dalších 5 státech by toto pokrytí mohlo činit 20 % a v dalších 8 státech ještě alespoň 10 %; geotermální energie může tedy být hlavním zdrojem energie v nejméně 58 státech.

K tomu, aby využívání geotermální energie bylo ekonomicky přínosné, není nutné disponovat potenciálem geotermální energie, který může představovat hlavní podíl z celkové spotřeby energie. Na Havaj jsou zdroje geotermální energie soustředěny na ostrovy "Big Island", zatímco obyvatelé Havaje žijí hlavně na ostrově Oahu. Na Havaji a Islandu se připravuje výroba vodíku pomocí elektriny získané z geotermální energie, což ohlašuje model v němž je jako nosič (≈ nosné médium) energie - původně geotermální - využíván vodík, který lze transportovat z odlehlých míst svého vzniku do obydlí, kde může v mnoha různorodých a početných konečných aplikacích být využit jako palivo. I v případech, kdy je k dispozici jen omezené množství menších zdrojů geotermální energie, může být geotermální energie společně s bioenergií žádoucím pomocným zdrojem k vyrovnání souboru energetických zdrojů s převahou proušované dostupných zdrojů, jako je energie větru a slunečního záření).

Využívání geotermální energie je spojeno se vznikem nových pracovních příležitostí ve všech fázích - ve fázi průzkumu, vývoje i vlastního využívání. Zřízení na využití geotermální energie jsou pro místní vlády zdrojem výnosů z produkce, daní a poplatků za nájem. Oblast konečného využití geotermální energie je rovněž spojena s tvorbou nových pracovních příležitostí, nových odvětví průmyslu a nových výnosů. Celosvětově největší průmysl využívání geotermální energie v USA představuje ročně 1,5 miliardy US dolarů.

Behem příštích dvaceti let se celosvetové využívání geotermální energie může stát průmyslem představujícím 20 až 40 miliard USD.

## Vetrná energie a diskontinuálně dostupné obnovitelné zdroje energie

(dále jen „prerušované“ » *intermittentní* » *diskontinuální* zdroje)

### Energie a elektrina z vetru

Vetrná energie představuje transformovanou sluneční energii. Energie pohybu vzdušín (vzdušných hmot) vzniká nerovnoměrným zahříváním atmosféry a zemského povrchu, kterým se vytváří nerovnoměrné rozložení tlaku vzduchu v atmosféře. Příroda (atmosféra) se snaží tyto nerovnoměrné tlaky vyrovnat - rozdíl tlaku vyvolává tok vzduchu, a to na místní mikro-úrovni až po masivní toky na globální úrovni. Část tepelné energie slunečního záření se tím transformuje na kinetickou energii tekoucího vzduchu ( $\approx$  vetru). Obrovské lopatky vrtulí (turbín) roztáčené vetrem pohánějí mohutné generátory, kde dochází k transformaci energie vetru do formy elektrické energie. Merná energie vetru při rychlosti 40 km/h protékající plochou 1 m<sup>2</sup> kolmé na smer vetru představuje ekvivalent merného toku energie slunečního záření za jasného dne (přibližně 1000 W/m<sup>2</sup>  $\approx$  1 kW/m<sup>2</sup>). Celková energie všech vetru na Zemi je obrovská. Energie vetru, kterou lze z vetru získat pro lidskou potrebu, je rovněž obrovská. Na Zemi je v současnosti (ke konci r. 2002) v provozu přibližně 60000 vetrných turbín provozního měřítka - ty jsou instalovány v 45 státech včetně 27 států USA - s celkovým instalovaným výkonem přes 32 GW.

Celosvetove vedoucí stát - Německo - s instalovaným výkonem vetrných elektráren okolo 12 GW, vyrobil z vetru (do konce r. 2002) 20 TWh, což představuje 4,7 % celostátní spotřeby elektrické energie. Dánsko dosahuje podíl elektrické energie z vetrných elektráren na celkové spotřebě 20 %.

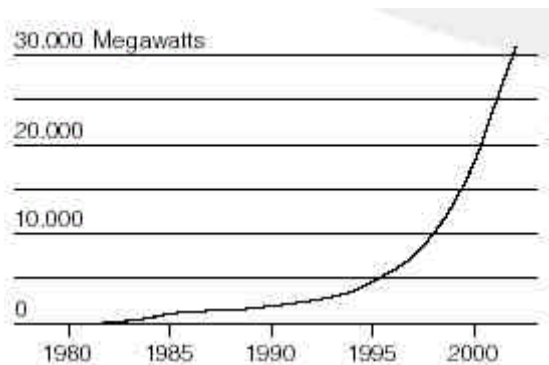
V německé oblasti Šlesvicko-Holštýnsko (Schleswig-Holstein) již bylo dosaženo jejich vlastního regionálního cíle pro r. 2010 - dosažení podílu elektrické energie z vetru na úrovni 25 % celkové spotřeby elektrické energie v dané oblasti, a to již v červnu 2003: nyní zde již 26 % z celkové spotřeby elektrické energie pochází z vetrných elektráren.

Celková energie vyrobená z tohoto nízko-nákladového a snadno dostupného zdroje obnovitelné energie meziročně stále roste - v poslední době ročním přírůstkem 32 %; rychlost instalace nových vetrných elektráren po celém svete rostla i v letech 2001 a 2002, kdy byly nové projekty oceněny na 7 miliard USD ročně. V r. 2003 se předpokládá další zrychlení instalace nových elektráren. Cena elektriny vyrobené vetrnými elektrárnami je již nyní konkurenceschopná s cenou elektrické energie z nových tepelných elektráren, a bude nadále stále klesat, dokud se nestane tato elektrina nejlevnější ze všech (míněno ze všech nově instalovaných zdrojů energie).

Průmysl výroby vetrných elektráren vytváří významné nové ekonomické příležitosti. Realistický celosvetový cíl pro vetrné elektrárny v r. 2007 je 110 GW, což představuje investice v objemu 100 miliard USD, a stejný výkon, jaký skýtají všechny jaderné elektrárny provozované v USA. V r. 2007 by výkon vetrných elektráren mohl dosáhnout podílu 24 % z celkového výkonu celosvetove instalovaných všech nových velkých elektráren.

Jeden z odhadu uvádí cenu průmyslu větrných elektráren pro r. 2010 na úrovni 25 miliard USD s tím, že kumulativní cena všech instalovaných systémů přesáhne 130 miliard USD. Dánský výrobce větrných elektráren, Vestas od r. 1979 zkompletoval přes 11 000 větrných turbín, které jsou instalovány v 40 různých státech. Průmysl výroby větrných elektráren představuje největšího zaměstnavatele v Dánsku a současně i největší dánské exportní příjmy.

Bylo odhadnuto, že 12 GW elektrické energie z energie větru koncem, r. 2002 v Německu znamenalo vytvoření 42 000 stálých pracovních míst - jedno pracovní místo tak připadá na každých 285 kW instalovaného výkonu. Dále je pozoruhodné, že vývoji větrných elektráren se dostalo ve Španělsku velké podpory zdola, přičemž regionální vlády si přály vybudovat nové továrny a vytvořit nová pracovní místa.



Obr. 8: Rychlý růst celosvětově instalovaného výkonu větrných elektráren v období 1980 až 2000. Rychlost růstu z poslední doby, která činí ročně 32 %, by mohla vést ke stavu, kdy v roce 2007 (tedy v příštích 5 letech) bude instalovaný výkon větrných elektráren dosahovat 110 GW. Zdroj: *Worldwatch Institute*, údaje aktualizovány ústavem *Earth Policy Institute*, společnostmi *BTM Consult*, *AWEA*, *EWEA*, *Wind Power Monthly*

Fig. 8: The dramatic growth in world installed wind capacity, from 1980 through 2002. The recent growth rate of 32 %/year could lead to an installed capacity of 110,000MW (110GW) at the end of the next five years. Source: *Worldwatch Institute*, updated by *Earth Policy Institute* from *BTM Consult*, *AWEA*, *EWEA*, *Wind Power Monthly*.

Větrné elektrárny instalované na farmách a polích v Evropě, Indii a USA se ukazují být darem z nebes pro venkovská hospodářství. V protikladu k častým tvrzením mluvčích lobby uhelného průmyslu rozvoj větrných elektráren neznamená masivní ztráty zemědělské půdy, naopak: rozvoj větrných elektráren je se zemědělskými činnostmi plně slčitelný; větrné elektrárny instalované na polích mohou znamenat ztrátu okolo 1 % plochy (a připustíme-li nutnost příjezdových cest, pak i 5 %). Tato malá ztráta plochy pro zemědělské účely je více než vyvážená ekonomickými přínosy pro vlastníka půdy.

Uvažme příklad zemědělce který si instaluje tři větrné elektrárny s výkonem 750 kW v místě s dobrou bilancí větru: roční čistý zisk - po zaplacení splátek půjčky nařízení a instalaci elektráren představuje 40 000 USD, a po splacení celé půjčky během 10 let je jeho roční výnos 100 000 USD.

Dokonce i výnosy z pronájmu půdy pro provoz větrných elektráren jejich jinému provozovateli může pro zemědělce znamenat zdvojnásobení výnosu z jednotky plochy (akru) půdy, a navíc tento pronájem pro zemědělce znamená dodatečný zdroj příjmu, který nezávisí na nepříznivém počasí (např. na suchu v důsledku nedostatku srážek či mnoha horkých dnů) ani na nestabilních cenách zemědělských komodit.



Tento dodatečný příjem zemědělce může být rozhodujícím prvkem, zda za nepříznivých podmínek bude muset své pozemky prodat či zda bude schopen nepříznivé období překonat a pokračovat v daném podnikání.

Energie vetru a ekonomické přínosy jejího využívání nezávisí na ekonomickém stavu zeme. V současnosti je Indie na 5. místě v celkovém instalovaném výkonu vetrných elektráren - koncem r. 2002 zde bylo instalováno 1,7 GW, a celkove by mohla v budoucnu mít potenciálně instalovaný výkon vetrných elektráren 45 GW.

Indické ministerstvo nekonvencních zdrojů energie (≈ The Ministry of Non-Conventional Energy Sources ≈ MNES) trend rostoucího využívání vetrných elektráren podporuje jako nástroj k žádoucí diverzifikaci indické energetiky a k zahájení procesu posilování nezávislosti Indie na ropě, na zemním plynu a na uhlí.

V Indii byl vybudován závod na výrobu vetrných elektráren, které mohou až 70% součástek vyrábět místně, a místně sestavovat a instalovat kompletní vetrné elektrárny, a to s využitím místní pracovní síly. Tím byl vytvořen nová pracovní příležitost v situaci velké poptávky po zaměstnání a současně podmínky pro zajištění toho, aby výnosy z produkované energie směřovaly do místních ekonomik.

Vlastnictví a provoz místně instalovaných vetrných elektráren (místními soukromníky) řeší rovněž potíže vyplývající z nespolehlivé indické elektrické infrastruktury, což rovněž představuje "přidanou hodnotu" pro závody a podniky jako pozitivní faktor pro další rozvoj "shluků" soukromě vlastněných vetrných elektráren místními (indickými) vlastníky, a nikoli centrálními velkopodniky (koncerny, či nadnárodními společnostmi) nebo velkými elektrárnami jako vlastníky vetrných elektráren

Vítr neomezuje a nebude omezovat celosvětový rozvoj využívání vetrných elektráren. Zkušenosti ukazují na to, že cíle týkající se provozu vetrných elektráren, které se původně zdály být velmi ambiciózní, jsou snadno dosahovány, a jsou proto stále korigovány směrem k cílům vyšším. Praxe dosvědčuje, že systémy vetrných elektráren vytvářející nově vzniklý velký podíl na celkové produkci elektrické energie jsou velmi užitečné. V prospech zemí jsou miliardy dolarů investovány do nového průmyslu, ve kterém bylo vytvořeno tisíce nových pracovních příležitostí, což pro ně představuje možnost „zpenežit“ tento celosvětově dostupný zdroj (≈ kapitalizovat energii vetru). Náklady na produkci elektrické energie vetrnými elektrárnami již nyní mohou konkurovat nákladům na elektrickou energii z fosilních paliv, (a leží zcela jistě pod náklady na elektrickou energii z jaderných elektráren). Nicméně k tomu, aby finanční společnosti nadále investovaly do rozvoje průmyslu výroby vetrných elektráren a tím umožnily využívat dodatečné nekvantifikované společenské přínosy vyplývající z dostupnosti spolehlivé, udržitelné, čisté a místně produkované elektrické energie, jsou esenciální hnací silou další vládní podněty, politiky a pevně stanovené cíle (≈ odhodlané a důsledně plněné).

Odhady potenciálu větrných elektráren byly nedávno revidovány, aby mohl být vzat v úvahu poslední stav technického vývoje a parametry nových technologií provozu větrných elektráren, které pracují účinněji při nižších rychlostech větru a jsou instalovány do větších výšek na úroveň terénu, a rovněž rychlý růst velikosti výkonu větrných elektráren (celosvětový průměrný výkon nových větrných elektráren v r. 2002 přesáhl 1 MW), a dále výkon většiny nových instalací větrných elektráren v odlehlých místech.

Jedním z výsledků tohoto přehodnocení je zjištění, že nové odhadnutý potenciál nejen zdaleka přesahuje celkovou poptávku po elektrické energii v USA, ale že elektrická energie větrných elektráren by mohla saturovat veškerou energetickou potřebu USA. Další odhady nasvědčují tomu, že energie získaná z větru by v budoucnu mohla saturovat celosvětovou poptávku po elektrické energii, a možná i celosvětovou spotřebu veškeré energie.

Dokonce i v případě kdyby se ukázalo, že tyto odhady jsou nadměrně optimistické, zdá se že stávající cíl - pokrýt 12 % celosvětové poptávky po elektrické energii větrnými elektrárnami do r. 2020 (což představuje ekvivalent 20 % celosvětové spotřeby elektrické energie v r. 2002) je realisticky dosažitelný. (Tento cíl je podmíněn celosvětově celkovým instalovaným výkonem větrných elektráren  $1,25 \text{ TW} = 1,25 \times 10^{12} \text{ W}$  a roční produkcí něco málo nad  $3 \text{ PWh} = 3 \times 10^{15} \text{ Wh}$ ).

Cíl Evropské unie pokrýt do r. 2020 z větrných elektráren 20 % poptávky po elektrické energii je rovněž dosažitelný. Odpovídající scénář rozvoje větrných elektráren by byl konzistentní s minulým vývojem hydroelektráren nebo jaderné energetiky. Je však důležité si uvědomit, že celkový - celosvětově skutečně ke konci r. 2002 instalovaný - jmenovitý výkon větrných elektráren 32 GW představoval jen 0,4% podíl na dodávkách elektrické energie. I když by byl dosažen celý prognózovaný jmenovitý výkon instalovaných větrných elektráren v r. 2012 na úrovni 177 GW, mohl by tento výkon představovat jen asi 2% podíl celosvětové produkce elektrické energie; protože však je tento růst exponenciální, cíl stanovený pro r. 2020 zůstává být nadále pokládán za přiměřený a technicky dosažitelný.

**Dosahování vysoké úrovně využití\* energie z větru a jiných diskontinuálních obnovitelných zdrojů energie (\* v originále doslovně: „proniknutí na trh“)**

Současné zkušenosti ze zemí a oblastí s významným podílem elektrické energie z větrných elektráren v jejich skladbě zdrojů nasvědčují tomu, že prerušované dostupné zdroje za současných podmínek provozu stávajících elektrorozvodných sítí mohou pokrývat přinejmenším 20 % spotřeby elektrické energie.

V Dánsku, kde je celostátní průměrný podíl elektrické energie z větrných elektráren na celkové produkci elektriny 20 %, jsou větrné oblasti, ve kterých je čas od času dosahováno 100% krytí spotřeby elektrické energie z vlastních regionálních sítí větrných elektráren. Rovněž v Německém regionu (Schleswig-Holstein) byl dosažen podíl elektrické energie z větrných elektráren 29 % celkové spotřeby elektrické energie (*≈ bez vážnějších problémů pro okolní stávající infrastrukturu*). Uvedený mezinárodní **cíl rozvoje větrných elektráren pro r. 2020 je proto technicky a ekonomicky dosažitelný i za podmínek stávající instalované infrastruktury elektro-rozvodných sítí a ostatních elektráren.**

Větr a sluneční záření (jejich vydatnost jako energetických zdrojů) jsou meteorologické jevy, které lze uspokojivě předpovídat s předstihem 24 h v rozsahu, který za normálních okolností usnadňuje plánování a postacuje potřebám plánů na přizpůsobení energetického toku v síti.

Cím větší je geografická rozloha propojení zařízení využívajících prerošované dostupné obnovitelné zdroje energie s regionální přenosovou sítí, tím pravděpodobněji budou období bezvětrí v jednom regionu vyvážena energií větru v jiném regionu nebo soubežně provozovaným zařízením využívajícím energii slunečního záření v témž nebo jiném regionu. Předpokladem je využití příležitosti instalovat a propojit různorodá, vzájemně se doplňující, zařízení k využívání obnovitelných zdrojů energie.

Regionální a mezinárodní přenosové sítě umožňují dovážet a vyvážet elektrickou energii mezi regiony s různým klimatem a mohou tím usnadnit rozsáhlejší uplatnění (*» uplatnění většího celkového podílu*) elektrické energie z prerošované dostupných obnovitelných zdrojů. Takovéto mnohonárodní propojení sítě jsou předmětem vážných úvah jako podpurný systém pro zavádění vyššího podílu uplatnění elektrické energie z využívání prerošovaných obnovitelných zdrojů energie v Evropě a ve Skandinávii.

Možnost dalšího zvyšování podílu elektrické energie vyráběné z prerošované dostupných obnovitelných zdrojů při napájení stávajících elektrorozvodných sítí za uvedenou „bezproblémovou“ hranici (snadno uplatnitelného podílu) přibližně 20 % je podmíněno dodatečnými technickými a politickými kroky. Například pro dánskou elektrickou energii z prerošované energie větru byla podstatná dostupnost stabilní elektrické pátěre *“výkon stále zátěže”* z Německa - po propojení dánské a německé sítě, což zase umožnilo dánské elektrické energii z větrných elektráren ve větším rozsahu pronikat na trh - být pohlcena německou sítí; tento případ prokazuje, že mezinárodní spolupráce spojená s toky elektrické energie přes státní hranice může posílit rozvoj využívání obnovitelných zdrojů energie. Spolehlivost takovéto pátěre může být dalekosáhle založena na (*neprerošované a místně dostupných*) obnovitelných zdrojích energie, poskytujících elektrickou energii základní zátěže, jako jsou hydroelektrárny, tepelné elektrárny využívající bioenergii a geotermální energii.

Obr. 9A (Větrné elektrárny jsou slucitelné se zemědělským podnikáním, jak je ukázáno v Dánsku a v USA. Příjem z prodeje elektrické energie z větrných elektráren nebo z pronájmu pozemku pro větrné elektrárny je důležitým novým zdrojem venkovských příjmu) . *Fotografie autora - Dr. Donald Aitken*

Například elektrická energie z hydroelektráren je široce dostupná a výkonově rychle a vhodně přizpůsobitelná. Využívání hydroelektrických zdrojů nejen jako zdrojů základní zátěže ale i jako zdrojů pro vyrovnávání mezer cyklu dodávek z prerošovaných zdrojů v systémech s vysokým podílem zařízení využívajících obnovitelné zdroje energie by posílila jak spolehlivost sítě, tak míru využití potenciálu obnovitelných zdrojů a tím i výkonový potenciál celé sítě.

Tyto stabilní a místně dostupné zdroje, schopné vyrovnávat kolísání dodávek z prerošovaných obnovitelných zdrojů, mohou někdy také fungovat či působit synergicky spolu s dalšími vnitrostátními cíli, zvýšení energetické účinnosti, jako byl např. dánský cíl dosáhnout 40% konverze spalovacích zdrojů elektrické energie během devadesátých let na zdroje s kombinovanou výrobou elektriny a tepla (CHP). Mnohé z těchto nových systémů jsou malé, a jsou to místní bioenergetická zařízení využívající biomasu pěstovanou v blízkém okolí. Tak lze nejen účelně využít odpadní teplo, čímž značně vzroste celková účinnost využití spalovaných paliv, ale je tím zajištěn i zdroj místně regulovatelného výkonu elektrické energie vhodné k vyrovnávání časově kolísavé produkce z větrných elektráren a solárních fotovoltaických panelů.

Zemědělci, vlastníci a provozovatelé zařízení spalující biomasu, vlastníci a provozovatelé větrných elektráren a solárních systémů jsou příjemci výnosu z fondu, které by jinak byly vynakládány na nákup elektrické energie vyrobené z dovážených paliv.

Nicméně je nutno rozvíjet a přizpůsobovat i systémy umožňující akumulovat či uchovávat energii. V současné době probíhá vývoj řady mechanismů a způsobů "skladování" energie, například kondenzátory, akumulátory, palivové články, systémy využívající pružiny a setrvačnický tlak vzduchu a přecerpávací nádrže. V UK byla zkonstruován „tokový akumulátor s kapacitou 120 MWh a s nekonečným počtem provozních cyklů nabití-vybití, který je schopen dodávat maximální výkon 15 MW. Rychlost vybíjení je omezeno jen uvedenou maximální úrovní výkonu. Ve vývoji všech ostatních potenciálně vhodných technologií skladování energie byl dosažen znatelný pokrok.

### **Několik poznámek k přechodu k vodíkové energetice**

V dlouhodobém výhledu je vodík nejpravděpodobnějším nosičem energie, vhodným ke "skladování" energie z přerušovaných obnovitelných zdrojů. Vodík představuje vhodné palivo, vyrobené s pomocí elektrické energie vyrobené v zařízení na využívání diskontinuálních obnovitelných zdrojů energie. Vybudování vodíkové energetiky bude rovněž motivováno potenciálem vodíku být palivem jak pro dopravu (pro motorová vozidla), tak pro stacionární zdroje energie v celosvětovém měřítku. Odlehlá zařízení na využívání obnovitelných zdrojů energie, instalovaná v místech s vysokým potenciálem větrné, sluneční nebo geotermální energie, se mohou stát zařízeními na výrobu vodíku. Doprava vodíku do míst využití, v místních palivových článcích (které mohou rovněž být součástí zařízení na kombinovanou výrobu elektriny a tepla ≈ CHP), umožní využívat energii z obnovitelných zdrojů ve formě elektriny a tepla podle poptávky, tzn. v době a na místě, kdy a kde je to třeba. S přechodem na využívání obnovitelných zdrojů energie však není třeba čekat na další intenzivní vývoj technologií skladování energie. Rozšířené a velkokapacitní aplikace technologií skladování energie nebudou nutné před rokem 2020, a možná ani ne do r. 2030.

Vývoj systému využívajícího jako palivo vodík a technologie výroby vodíku bude pokračovat nezávisle na vývoji obnovitelných zdrojů energie, v důsledku motivace dané lákavými ekonomickými přínosy přechodu na vodíkové energetické hospodářství, a v důsledku podpory ambiciózních vládních programů. Proto lze předpokládat dostatečnou připravenost vodíkových technologií a infrastruktury na podporu vyšších úrovní využívání\* přerušované dostupných obnovitelných zdrojů v době, kdy to bude potřeba. (\* *míněno je zde jejich vyšší podíl na celkové spotřebě, než 20%, pozn. pr.*)

Nutným důsledkem tohoto argumentu je, že environmentální úspěšnost přechodu na vodíkové palivo bude zcela záviset na využití obnovitelných zdrojů energie k jeho výrobě - namísto konvenčních spalovacích zdrojů.

Tento aspekt byl zdůrazněn Romanem Prodim, předsedou Evropské komise, v projevu v červnu 2003 "Naším deklarovaným cílem je krok-za-krokem směřovat k plně integrovanému vodíkovému energetickému hospodářství, založenému na využití obnovitelných zdrojů energie tak, aby tento cíl byl dosažen v polovině tohoto století." (*Zdroj: Renewable Energy World, July/August, 2003*)

Synergické vazby mezi vybudováním vodíkové energetiky a rozvojem využívání obnovitelných zdrojů energie budou významné. Vodík, který umožňuje získat spálením energii čistou (bez znečišťujících emisí), bude sám vyráběn z čistých obnovitelných zdrojů
--

energie; energie získaná z těchto čistých zdrojů energie bude přeměněna na palivo pro využití čisté energie dle potřeby - plně zbavené nevýhod kolísání (prerušované dostupnosti) obnovitelných zdrojů energie. Ekonomická i společenská hodnota vodíku i obnovitelných zdrojů energie bude touto synergickou vazbou značně zvýšena. Oba tyto soubežně probíhající přechody - přechod na vodíkovou energetiku a přechod na využívání obnovitelných zdrojů energie - se budou vzájemně podporovat.

## Prímé využívání sluneční energie

### Prehled

Využívání nepřímé solární energie, jako např. elektrické energie z hydroelektráren, z větrných elektráren a elektrina a teplo z bioenergie, spolu s využíváním nesolárního environmentálního zdroje - energie geotermální, souhrnně produkují energii, která současně značně převyšuje souhrnný výkon všech přímých způsobů využívání energie slunečního záření, a tato prevaha využívání nepřímé solární energie potrvá možná po dvě další desetiletí. Hodnota obnovitelných zdrojů energie v budoucí skladbě zdrojů energie však nezávisí jen na vyprodukované energii vyjadřované počtem kWh.

Kritický význam aplikací přímých způsobů využívání solární energie a vládních politik pro urychlení jejich vývoje je dán

- velkými ekonomickými výhodami mnohých z aplikací přímého využívání solární energie v řadě koncových využití a v decentralizovaných aplikacích;
- velkou bezpečností mnoha z těchto aplikací;
- vysokou přidanou hodnotou ekonomických přínosů několika solárních technologií a s nimi souvisejícími novými průmyslovými odvětvími,
- dostupností energie slunečního záření v místech, kde nejsou k dispozici jiné zdroje (např. na pouštích a v bezvětrných oblastech)
- významem vybudování diverzifikovaného spektra (skladby) obnovitelných zdrojů energie pro zajištění stability a spolehlivosti systému *propojených* zdrojů.

Energii slunečního záření lze využívat přímo k otopu a osvětlení budov, k vyhřívání bazénu pro bohaté nebo pro veřejnost, nebo k ohřevu teplé užitkové vody pro bohaté i chudé ke splnění základních hygienických požadavků a požadavků na tepelnou pohodu jak v rozvinutých, tak v rozvojových oblastech. Energii slunečního záření lze využívat přímo rovněž k produkci velmi horké vody nebo páry pro průmyslové účely, nebo ohřevu teplosměnných kapalin - prostřednictvím soustředěných paprsků - zahrívaných až na vysoké teploty dostacující k provozu termogenerátoru elektrické energie, nebo k přímému pohonu tepelných strojů, a k produkci elektrické energie fotovoltaickými panely (mechanismem fotovoltaického jevu).

Obr. 10a,b: Solární energie ve vši své rozmanitosti. Dum postavený v Bostonu (Massachusetts, USA, navržený společností pro solární projekty Solar Design Associates) jako energeticky účinný dum, vybavený systémem pasivního i aktivního solárního vytápění, přirozeným osvětlením, solárním ohřevem vody, solární elektrinou, což v souhrnu umožňuje dosáhnout nulovou bilanci vnějších dodávek energie („*zero net energy home*“ » *domov který si vystačí se solární energií jako jedinou*). Ovšem stejně je důležité využití solární energie k zajištění nezbytných médií, (jako např. sladké vody, tj. čerpání vody ze vzdálenějších studní, jak ukazuje obrázek z Indie, kdy čerpání vody je poháněno elektrinou z fotovoltaických panelů) a dalších podmínek, jako je umělé osvětlení a zajištění chlazení

léku a potravin pro rozvojové státy, což je zastoupeno uvedeným obrázkem z Indie). *Fotografie autora - Dr. Donalda Aitkena*

Energie slunečního záření využita přímo pomocí fotovoltaicky produkované elektrické energie může být využita ke zvýšení bezpečnosti veřejnosti zajištěním světla a provozu chladnic k ochrane potravin a léku pro 1,8 miliardu lidí nemajících přístup k jiným zdroju elektriny, a k zajištění spojení se všemi regiony sveta (*Internetem, mobilem, radiem a telefonem, televizí atd.*) Energii slunečního záření lze využívat přímo i k odsolování mořské vody, k čerpání vody a k chodu zavlažovacích systému, a k čištění znečištěných vod, což přispívá k řešení pravdepodobne nejnáléhavějších problému spojených s nedostatek čisté vody k pití a k produkci potravin. Energie slunečního záření může být dokonce využita přímo k varení prostřednictvím solárních variců, což umožňuje upustit od plundrování dřeva, které většinou dopadá na bedra žen, a které také olupuje ekosystémy a vede ke znečištění vzduchu v chude vybavených přístřeších.

Je to právě tato rozmanitost příležitostí, co činí solární energii tak přitažlivou pro mnohé aplikace a proc představuje kriticky důležitý potenciál pro všechny kultury, regiony, ekonomiky a lidi na celém svete.

Je zřejmé, že uvedené aplikace mohou skýtat elektrickou energii pouze v denní době, a že lépe fungují při dobrém oslunění; oba tyto rysy jsou uváděny jako vážné omezení užitečnosti solární energie. Správný projekční návrh a volba materiálu však umožňuje, aby sluneční energie vstupující do budov ve dne mohla tyto budovy udržet vytopené na pohodovou teplotu během noci, a solárním teplem naakumulovaným v izolovaných nádržích lze vytápet budovu po celý den a noc. Lidé většinou pracují během dne, kdy peclive odstíněné denní světlo může nahradit umelé osvětlení a nežádoucí teplo produkované osvetlujícími telesa. Osvetlování budov přirozeným denním svetlem funguje dokonce i když je obloha zatažená. Podniky obvykle potřebují teplo pro průmyslové provozy během dne a rovněž většina spotřeby elektriny se odehrává v denní době.

Pro další rozšíření technologií a metod využívání solární energie je potřebná především příznivá současná veřejná politka a politické vedení než řešení souvisejících otázek techniky či ekonomiky. Technické a ekonomické otázky budou casem řešeny a zdokonalovány, ale již v současnosti jsou dostatecne pokročilé k tomu, aby umožnily podstatné zvýšení podílu solární energie v hlavním proudu energetiky společnosti a její infrastruktury. Již nyní je možné proto s duverou stanovit významné cíle podstatného zvýšení podílu energie z obnovitelných zdroju, včetně energie solární a zvýšení energetické účinnosti pro příštích 50 let; cílovým stavem je dosáhnout za 50 let celosvetové pokrytí více než 50 % spotřebované energie z místne dostupných obnovitelných zdroju energie, z nichž většinu představuje přímé i nepřímé využívání solární energie. V tomto scénáři neexistují žádná omezení zdroju.

Dusledkem toho je, že účinnost produkce energie (*ze solární energie*) je záležitostí její schopnosti uspokojovat potreby spotřebitelu, spíše než problém doby, kdy je solární energie akumulována. To je zvlášte priléhavé pro souběh dostupnosti solární energie a zatížení elektrické síte, kdy casových maxim je dosahováno v odpoledních hodinách, zvlášte za horných slunečných dnu, (*mínena je zrejme jen specifická situace průmyslove nejvyspelejších státu, kde podstatnou část spotřeby pohlcují klimatizací a kancelárská zařízení, pozn. pr.*) kdy parametry jako celkový výkon (*capacity factor* » *kapacitní faktor* » *špíckový výkon*) nebo celkový 24-hodinový výkon má jen malý ekonomický význam.

*Účinný skutečný výkon* ( $\approx$  *efektivní kapacitní faktor*) produkce energie solárního systému, tj. dostupnost energie v době kdy je jí třeba, může někdy přesáhnout 80 % nebo dokonce i 90 %, a je často až trojnásobkem fyzikální kapacity (výkonu), zatímco ostatní systémy využití solární energie k ohřevu vody, bazénu či vytápení mohou dodávat naakumulovanou energii během předcházejících 24 h. Účinný skutečný výkon solárního systému může být také ovlivněn životním stylem. Vecerní doba praní odevu a koupání se umožňuje maximalizovat přínosy solárního ohřevu vody - tepla naakumulovaného během dne.

### **Pasivní solární vytápení a osvětlování budov denním světlem**

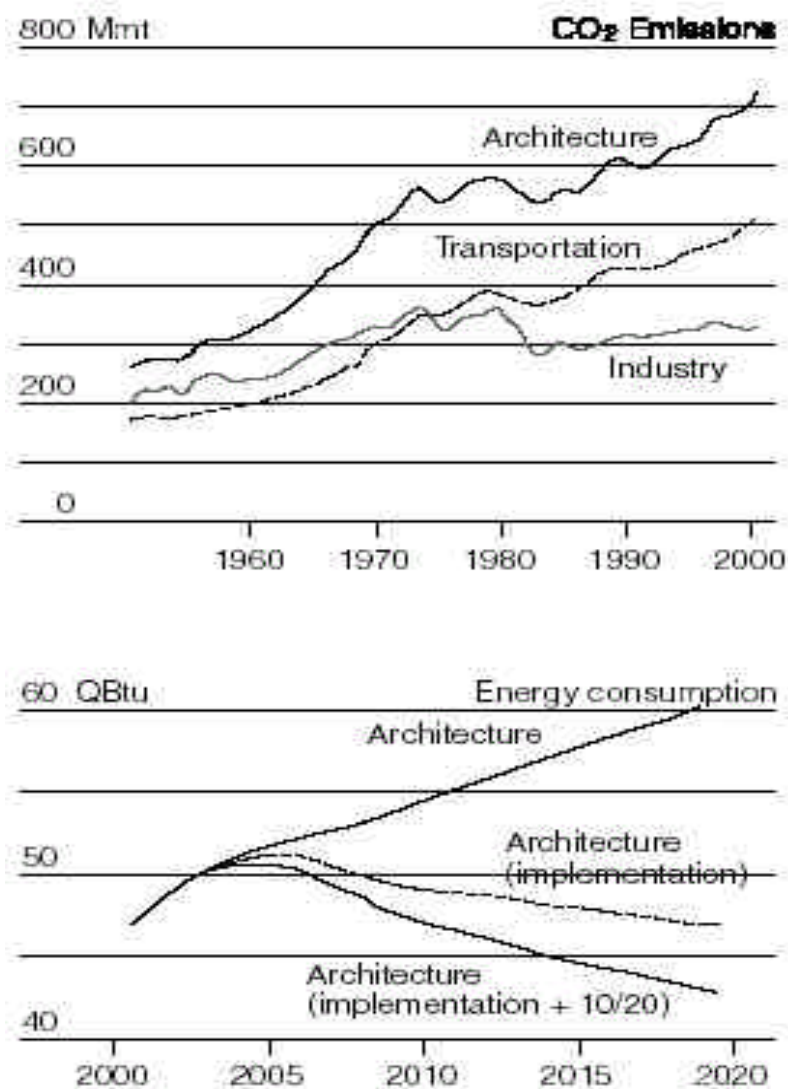
Všeobecně se v průmyslově vyspělých státech spotřebuje 35 až 40 % primární energie v budovách; připočteme-li ještě spotřebu infrastruktury k obsluze budov a energii na výrobu stavebních materiálů, dosahuje tento podíl až 50 %. Nedávné analýzy spotřeby energie v budovách v USA vedly k závěru, že (pokud jsou zahrnuty náklady na energii spotřebované v budovách samotných ale i související spotřeby energie mimo tyto budovy) v USA sektor budov spotřebovává 48 % z celkové spotřeby primární energie v USA, a představuje 46 % z celkových národních zdrojů emisí CO<sub>2</sub>. Kromě toho tento sektor představuje nejrychleji rostoucí sektor spotřeby energie a zdroj emisí CO<sub>2</sub>.

V Evropě se 30 % primární energie spotřebovává na vytápení budov a ohřev užitkové vody, což v celku představuje 75 % veškeré energie spotřebované v budovách. V USA je podíl primární energie přímo spotřebované v budovách 37 %; přitom 2/3 elektrické energie spotřebované v USA se spotřebovávají v budovách, a z toho asi polovina připadá na umělé osvětlení a na neutralizaci tepelných účinků osvětlovacích těles. Budovy samotné představují v USA emisní zdroj produkující třetinu celostátních emisí CO<sub>2</sub>.

Nejúčinnejší a nejlevnější formou přímého využití solární energie z termodynamického hlediska představuje konstrukce budov umožňující slunečnímu světlu vhodně pronikat do budov a v zimě je zahřívat, přičemž difúzní denní světlo umožňuje nahradit a nezapínat umělé osvětlení. Současně je v létě sluneční záření pečlivě a důsledně odstinováno tak, aby nedocházelo k oslňování, přehřívání a prehrívání interiéru budov. Tyto jednoduché požadavky jsou již respektovány v prehistorických budovách předků. Například již původní domorodí američtí Indiáni konstrukčním provedením svých příbytků si zajistili celoroční pohodu v drsném prostředí - využitím přirozeného vyhrívání, chlazení a větrání.

Starí Řekové a Římané rovněž přispůbovali konstrukci domu a uspořádání měst zásadám využití přírodních zdrojů energie. Sokrates vyzýval k využívání principu - v dnešní terminologii - pasivní solární energie při stavbě domu oceněním výhod možností nechat nízké zimní Slunce pronikat jižní stěnou domu k jeho vyhrívání, a odstinovat vysoké letní Slunce a předcházet tím prehrívání domu v létě.

Obrázek. 12a, b: - *do textu prekladu neprevatý* - (na obrázku jsou celkem nezřetelné podrobnosti "budov na nožičkách" a hala s prosvětleným stropem) Snímek maloobchodu "Real Goods Solar Living Center", v městě Hopland, Kalifornie, USA (navržený architektonickým studiem Van der Ryn Architects). Kompletní "bioklimatický" projekční návrh, využívající přirozené větrání, chlazení a pasivní solární ohřev a osvětlování denním světlem. Uplatněna je fotovoltaická elektrina a přírodní úprava pozemku. Úspory energie ve srovnání s konvenčním návrhem činí 90 %. Tyto úspory jsou v prodejní hale ještě o 50 % vyšší než předpovězené, neboť skutečně dosažené osvětlení a tepelná pohoda v interiéru skvěle vyhovují potřebám provozu. *Fotografie autora - Dr. Donalda Aitkena*



Obr. 11a, b: V USA představují architektonické stavby (zahrnuté jsou zde obytné domy, budovy komerčního sektoru a část budov průmyslu a dále stavební materiály) představuje největší samostatný sektor spotřeby energie (se spotřebou 48 % primární energie) a největší a nejrychleji rostoucí sektor emisí zdroje CO<sub>2</sub>. Agresivní ale celkově dosažitelné (a zdrojově dostupné) změny v celostátní politice energetické účinnosti budov by mohly vést ke snížení spotřeby energie v budovách, což je znázorněno graficky na spodním obrázku čárkovanou čarou označenou jako křivka “implementace”  $\approx$  *Architecture (implementation)*; pokud by byly uplatněny zásady k dosažení cíle vyhlášeného unií zainteresovaných vědců ( $\gg$  *Union of Concerned Scientist's*) nazvané souhrně “projektování čisté energie” ( $\gg$  “*Clean Energy Blueprint*”); tyto cíle jsou zaměřeny na dosažení podílu 10 % energie z využívání obnovitelných zdrojů energie do r. 2015 a 20 % v r. 2025. V sektoru budov v USA by tak bylo možno dosáhnout dalšího podstatného snížení spotřeby primární energie, jak znázorňuje nejnižší položená křivka na dolním grafu, symbolicky označená titulkem “implementace +10/20”  $\gg$  “*implementation+10/20*”.

Zdroj: Edward Mazria, *SOLAR TODAY*, May/June, 2003, 48-51



Vitruvius - respektující poznatek že v různých podnebích jsou nutné různé konstrukční prvky pro zajištění pohody - tyto zásady dále rozpracoval do systému, který by v dnešní terminologii byl nazýván "projektování respektující podnebí" (či "klimatu přizpůsobené projektování"). Velké evropské katedrály z poloviny minulého tisíciletí skvěle využívají denní osvětlení k efektivnímu prosvětlení interiéru. Kancelářské budovy ve velkých městech budované až do konce 19. století musely spoléhat na pečlivé konstrukční a projekční provedení zajišťující v interiérech pohodu přirozeným provetráváním a dostatečným osvětlením denním světlem. Stejně poznatky a vymoženosti jsou dostupné i dnes, a představují enormní celosvětový potenciál ke snížení spotřeby energie a snížení nepříznivých dopadů podnebí na budovy, dosažitelný v krátké době. K tomu mohou dále přispět i zkušenosti z realizace programu mezinárodní agentury pro energii IEA (≈ International Energy Agency) využívání pasivní solární energie a denního osvětlení v budovách a pokrok ve vlastnostech stavebních materiálů, selektivně reflexivních skel oken, izolací a technologií řízení či regulace osvětlení, a to společně s ještě více uživatelsky-prátelským pocitacovým simulováním umožňujícím projektantům nalézt optimální konstrukční konfigurace (≈ dosáhnout optimálních celkových výsledků).

Na druhém místě - za požadavkem zvýšit energetickou účinnost ve všech oblastech - stojí problematika energetické náročnosti budov; její řešení představuje nejprístupnější, nákladově nejméně náročný a ekonomicky nejvýhodnější startovní bod pro celostátní i místní energetické politiky zaměřené na snížení spotřeby energie z konvenčních zdrojů energie a snižování produkce emisí skleníkových plynů. Opatření zahrnují modernizaci (dodatečné zaizolovávání) stávajících budov a projektování všech nových - obytných i komerčních - budov s maximální energetickou účinností a optimálně využívajících místně dostupné environmentální (obnovitelné) zdroje k zajištění osvětlení a pohody. Tímto způsobem lze ušetřit výdaje řádu miliard USD jinak nutné na energii k zajištění pohody a umělého osvětlení, a tyto úspory lze využít k ekonomicky produktivním účelům, spojeným se vznikem nových pracovních příležitostí nebo k podpoře vzdělávání a péče o zdraví. Další miliardy lze získat jaké přímé výsledky zvýšení výkonnosti pracovníků a obyvatel takovýchto budov a škol.

Stále přibývá údajů přesvědčivě prokazujících zvýšení výkonnosti lidí při denním osvětlení, což znamená přímé ekonomické přínosy násobně přesahující samotné přímé zisky ze zvýšení energetické účinnosti. Denní osvětlení prokazatelně zvyšuje produktivitu kancelářských pracovníků i uspokojení z práce, což pro zaměstnavatele znamená velmi velké přínosy tzv. pozadí (≈ bottom line ≈ referenční základní úroveň). Zkušenosti se zvýšením prodeje až o 15 % v obchodech s denním osvětlením vedou i ke změnám přístupu k projektování komerčních podniků.

Pečlivým statistickým výzkumem bylo ve školách s denním osvětlením tříd zjištěno až 25% zlepšení rychlosti učení a výsledku testu znalostí dětí. Všechny tyto změřené výsledky prokazují významnost těchto společenských hodnot udržitelných projekčních návrhů budov, které značně přesahují samotný potenciál pro snížení spotřeby energie a snížení emisí skleníkových plynů. Lze argumentovat i tím, že výdaje na projektování energeticky účinných budov, osvětlovaných denním světlem, jsou dostatečně odůvodněny samotným dosažením těchto ekonomických přínosů, a že snížení spotřeby energie a emisí skleníkových plynů z těchto budov jsou pak „čisté“ (» *dosažené bez dalších nákladů*) přínosy.

Integrované projektování budov "respektujících podnebí" (či "klimatu přizpůsobené projektování budov") založené na holistickém (celostním) přístupu umožňuje dosahovat velké

úspory nákladu i ve fázi samotné výstavby, kterou lze dosáhnout 30 až 50% zlepšení energetické účinnosti nových budov při průměrných dodatečných stavebních nákladech nepřesahujících 2 %, a v některých případech i bez jakýchkoli dodatečných nákladů. Návratnost vynaložených nákladů pokrývá celý interval času - od okamžité návratnosti po dobu nepřesahující 5 let.

### **Solární vytápění (interiéru budov) a ohrev vody**

Ohrev vody slunečním zářením není technologie nová, ale navzdory rychlému rustu aplikací k němuž v současnosti dochází v Evropě, Izraeli a Číně, představuje současná úroveň využití malý zlomek jeho potenciálu. Ohrev vody plynovými horáky a elektrickými topidly je pohodlný a technicky jednoduchý, ale dochází při něm k zmaření téměř celého termodynamického potenciálu vysoce-jakostní či vysoko-teplotní energie, který by mohl být mnohem produktivněji ekonomicky využit jinde. V mnoha případech je pro mnoho rozvojových států solární ohrev vody v jednoduchých pasivních nádržích jediným dostupným zdrojem teplé vody na mytí a koupání.

Ačkoli teplá voda v domech samotná nepředstavuje stimulaci vzniku nových pracovních míst ani nestimuluje průmysl, palivo spotřebovávané nyní na ohrev vody by však tuto stimulační roli hrát mohlo. Již nyní existují prognózy nedostatku elektrické energie produkované v zařízeních spalujících zemní plyn. Je-li elektrina používána na ohrev vody, dochází k zvláště neúčinnému (plýtvavému) konečnému využití zemního plynu, neboť na jednotku tepla předaného elektrickým vyhřívacem do vody se spotřebuje dvojnásobně více zemního plynu (spáleného v horáku elektrárny k produkci elektrické energie) a než v případě, kdy je tento plyn využit k ohřevu vody přímo. Avšak i přímý ohrev vody plynovými varicími horáky představuje zmaření celého potenciálu chemického přínosu zemního plynu, který by jinak mohl být využit v aplikacích vykazujících vysokou přidanou hodnotu.

Pro společnost je mnohem lepší investicí zajistit velký podíl přímého pasivního solárního ohřevu užitkové teplé vody s cílem využít tím ušetřený plyn k dosažení mnohem vyšších ekonomických přínosů. Vodu bude i tak stále ještě nutno ohřívát, avšak s mnohem nižší spotřebou energie z fosilních paliv. Ušetřený plyn lze pak využít k pohonu jiných a důležitějších prvků hospodářství. Peníze jinak vynakládané na palivo k ohřevu vody lze pak pokládat za peníze vložené například do tvorby pracovních míst pro výrobu, instalaci a údržbu solárních kolektorů, čímž rovněž dochází k posilování místního hospodářství. Společenská hodnota solárních kolektorů je tedy mnohem větší, než by se zdálo prostým vyúčtováním ušetřených nákladů. Solární ohrev vody může významně přispět ke splnění závazku snížit emise skleníkových plynů (zde emise CO<sub>2</sub>), což je společenský závazek významem přesahující účetně jednoduše vykalkulované úspory nákladů za palivo.

Solární ohrev vody představuje v současnosti již plně vyvinutou technologii. Ke konci r. 2002 bylo v členských státech instalováno okolo 13 milionů m<sup>2</sup> plochy solárních kolektorů, s ročním přírůstkem instalované plochy kolektorů 1,5 milionů m<sup>2</sup> v r. 2001 - avšak jen s 1,2 milionem m<sup>2</sup> přírůstkem v r. 2002. Okolo 60 % těchto kolektorů je instalováno ve třech státech: v Německu (kde prodej solárních kolektorů dosahuje 50 % všeho prodeje solárních kolektorů v celé EU), v Rakousku a v Německu, kde zase je trh nejlépe rozvinut.

Nejvyšší úroveň podílu plochy instalovaných solárních kolektorů k počtu obyvatel (≈ 0,8 m<sup>2</sup>/hlavu) dosahuje Kypr, kde 92 % všech domů a přes 50 % stredoziemských hotelů je vybaveno solárními kolektory. V kontinentální Evropě je tento podíl nejvyšší v Rakousku (≈

0,26 m<sup>2</sup>/hlavu) a v Rakousku je podíl(≈ 0,20 m<sup>2</sup>/hlavu), a na dalších místech je Dánsko, Nemecko a Švýcarsko. Průmerná úroveň v EU ke konci r. 2002 byla 0,26 m<sup>2</sup>/hlavu

Evropská unie si dala za cíl do r. 2010 instalovat 100 milionu m<sup>2</sup> solárních kolektorů v Rakousku, Belgii, UK, Dánsku, Francii, Nemecku, Recku, Itálii, Nizozemsku a Španělsku, což si vyžaduje meziroční růst o 35 % vzhledem k roku 2000. Současný nárůst v Evropě by mohl vést k výrobě 80 milionu m<sup>2</sup>, takže citovaný cíl představuje ještě ambicióznější nároky na rychlost instalací solárních kolektorů. Tato čísla však představují stále ještě jen malé zlomky potenciálu, který v celé Unii představuje možnost instalovat plochu okolo 1,4 miliard m<sup>2</sup> (tj 1400 milionu m<sup>2</sup>) solárních kolektorů s celkovým ročním výkonem 683 TWh<sub>t</sub>.

Rostoucí popularita solárního ohřevu vody pro systémy “aktivního” solární vytápění v Nemecku, Rakousku a Švýcarsku a vážné záměry týkající se solárního dálkového vytápění, zkoumané ve Švédsku, mohou napomoci prodeji těchto technologických jednotek. Podobně mohou prospět městské vyhlášky, jako např. městský výnos Barcelony přijatý v r. 1999 a implementovaný v r. 2000, požadující aby k ohřevu užitkové teplé vody pro domy a podniky bylo ze 60 % využito systému solárního ohřevu.

Behem 18 měsíců vzrostla v Barcelone plocha instalovaných solárních kolektorů o 750 % - na celkem 14 000 m<sup>2</sup>. Stejný požadavek byl vyhlášen i v Madridu, v Seville a v dalších oblastech. V únoru r. 2003 německá vláda odsouhlasila záměr zvýšit podnet pro rozvoj systému solárního ohřevu vody zvýšením subvence z 92 Euro na 125 Euro na 1 m<sup>2</sup> plochy kolektorů, což způsobilo znatelné zlepšení německého trhu s kolektory již v r. 2003.

Obr. 13a. Solární ohřev vody v Číně

Zdroj: Li Hua, *RENEWABLE ENERGY WORLD*, July/August, 2002, p. 105

Obr. 13b. Solární ohřev vody a vody pro vytápění v Kav Kathmandu, Nepal

Fotografie autora Dr. Donalda Aitkena

Pro všechny ekonomiky je přínosné podporovat solární ohřev vody ve velkém měřítku. Celkový ekonomický přínos solárního ohřevu vody pro společnost ospravedlňuje vážné podpurné a stimulační programy vyhlášené vládou. Je žádoucí, aby všechny vlády stanovily vážné dlouhodobé cíle využívání solárního ohřevu vody a solárního vytápění domu, tak aby v celosvětovém souhrnu mohlo být v r. 2010 instalováno nejméně několik stovek milionů m<sup>2</sup> nových solárních kolektorů. K zajištění tohoto cíle je však nezbytnou podmínkou, aby všechny vlády zajistily k tomu příznivý politický rámec a podmínky.

Evropské údaje (včetně velikosti populace) blednou ve srovnání s údaji z Číny, kde bylo již ke konci r. 2000 instalováno již 26 milionů m<sup>2</sup> solárních kolektorů, a kde ke konci roku 2001 působilo již 1000 výrobců komponent a celých systémů solárního ohřevu vody.

Cílem čínské vlády je do r. 2005 dosáhnout úrovně 65 milionů m<sup>2</sup> solárních kolektorů. Pokládá se za možné, že pokud bude nadále výstavba domů pokračovat ve sledování těchto vládních cílů, pak by i při skromné úrovni využívání solárního ohřevu vody v nových domech mohla plocha nainstalovaných kolektorů v r. 2010 dosáhnout ročního přírůstku nainstalované plochy 3 miliard m<sup>2</sup> (≈ 3000 milionů) m<sup>2</sup>. Toto předvídané tempo je motivováno hlavně nedostatkem zemního plynu pro ohřev vody a skutečností, že jedinou dostupnou možností pro ohřev vody představuje elektrická energie, přičemž *solární ohřev vody je levnější*.

## Solární tepelná výroba elektriny

Je-li energie slunečního záření soustředena pomocí reflexních (zrcadlicích) ploch, může být merná energie ( $\approx$  hustota energie  $\approx$  energie protékající jednotkovou plochou) velmi značně (řádově) zvýšena. To umožňuje tekutiny protékající “absorbérem tepla” zahrívat na vysokou pracovní teplotu, kterou lze využít k produkci elektrické energie v termoelektrických generátorech. Tato technologie, obecně nazvaná podle soustředování slunečního záření (CSP  $\approx$  “Concentrating Solar Power”), zahrnuje komponenty technologií tří kategorií: parabolická zrcadla (*doslovně parabolické žlaby  $\approx$  trough, cti “trof”, pozn. pr*), energetickou věž s absorbérem a tepelné stroje (thermo-elektrické generátory  $\approx$  Stirlingovy motory).

Parabolická zrcadla jsou dlouhá (válcová) zrcadla parabolického tvaru, sestavená v radách a orientovaná tak, aby soustředila sluneční paprsky na trubice vedené v místě linie ohniska (*nebo - v případě energetických věží - do ohniskového bodu na vrcholku energetické věže, kde je umístěn “absorbér tepla”*). Zahrátá tekutina je pak jako pára vedena do konvenčních (ale nízkoteplotních) turbogenerátoru elektrické energie. Energetické věže představují věže s nainstalovaným vrcholovým absorbérem umístěným v ohnisku okolního pole zrcadel (heliostatu), soustředujících solární záření na uvedený absorbér, (tj. do ohniskového bodu na vrcholku energetické věže, kde je umístěn “absorbér tepla”) ze kterého je energie odváděna teplosmennou tekutinou zahrátou na velmi vysokou teplotu do thermo-elektrického (vysokoteplotního) generátoru.

Tepelné motory (Stirlingovy motory) usměrnují vysoce soustředěnou (heliostatem) solární energii na píst, který pohání motor prostřednictvím expanze vzduchu. Každý Stirlingův motor je přímo upevněn na svůj vlastní tříosý sledovací heliostat (*orientovatelný ve třech osách na okamžitou polohu Slunce*). Technickým cílem vývoje Stirlingova motoru je bezporuchový a bezúdržbový provoz po dobu 50 až 100 tisíc provozních hodin (*tj. 6 až 12 let*).

Spojení Dish-Stirlingova motoru s heliostatem bylo provozně overeno a vývoj je zaměřen na zprovoznění modulárních jednotek o výkonu 25 kWe, které by mohly být velmi užitečné v budoucnosti. Donedávna tato kombinace držela světové prvenství v celkové účinnosti konverze sluneční energie na energii elektrickou na úrovni 35 %. Vývoj je nyní zaměřen na dlouhodobě spolehlivý provoz motoru a levnější výrobu heliostatu. Technické překážky se však ukazují být řešitelné v mezích ekonomického řešení.

Celosvětově největší soubor solárních energií poháněných elektrickými generátory o výkonu 354 MW, využívajících parabolických válcových zrcadel, instalovaných ve třech samostatných polích, je v provozu v jižní Kalifornii. První jednotky byly instalovány již v 80 letech a po dokončení je celý systém provozán již 17 let.

Solární elektrárna Harper Lake o výkonu 160 MW, a solární elektrárna Kramer Junction o výkonu 150 MW představují významné demonstrační projekty, které prokázaly účelnost a spolehlivost technologie solární termální produkce elektrické energie. Podobně přispívá energetická věž o výkonu 10 MW, instalovaná rovněž v jižní Kalifornii. Původní energetická věž Solar I byla později přebudována na Solar II, která využívá jako teplosmenné a teploakumulací médium sodík; projekt dosáhl stanoveného cíle - overit účinnost a spolehlivost provozu.

Ackoli současné době lze v elektrárnách typu CSP vyrábět elektrickou energii s polovičními náklady než představuje výroba pomocí fotovoltaických panelů, technologie CSP byla rozvíjena pomaleji v oblasti vyšších výkonů než aby se mohla uplatnit na světovém trhu. K pomalému přijímání CSP technologií přispěly různé finanční a institucionální překážky. Hlavní z nich je okolnost, že vybudování CSP elektrárny z *hlediska financování investic* představuje stejný problém, jako zainvestování elektrárny spalující fosilní paliva a současně zakoupení paliva na 30 let dopředu. Celá stavba musí být plně zaplácena předem, s přitažlivou perspektivou pozdějších výnosů pro investory. Kromě toho je zařízení CSP elektrárny plně daneno, zatímco fosilní paliva pro konvenční elektrárny nejsou. Tím je provoz solární elektrárny na "bezplatné" palivo znevýhodněn.

Tyto překážky lze překonat poskytováním subvencovaných, nízké-úrocených půjček, odstraněním danového znevýhodnění, podporou produkce energie a pokračující podporou výzkumu a vývoje účinnějších komponent - účinnějších reflektorů, generátorů a termálních systémů. Provoz CSP elektráren je rovněž silně závislý na dopadajícím toku slunečního záření, což znamená nutnost tato zařízení instalovat na místech nejvíce osluněných a nejčistších; ekonomicky nejvýhodnější se ukazují být elektrárny CSP o výkonu do 400 MW.

Prognózy činné pro případy odstranění všech překážek a instalace CSP elektráren v nejlepších podmínkách nasvědčují tomu, že po instalaci CSP elektráren s celkovým výkonem prvních několika tisíc MW (≈ tedy několika málo GW) by náklady na jednotku elektrické energie i bez subvencí by mohly poklesnout pod úroveň, kdy jsou elektrárny CSP schopny konkurovat fosilním palivům. Na rozdíl od fosilních paliv představují elektrárny CSP ekonomickou jistotu po dobu záručené životnosti elektrárny (30 let): nepodléhají nepředvídatelným výkyvům v cenách a dostupnosti jako fosilní paliva v dlouhodobém výhledu

Technologie soustředování sluneční energie (CSP) představuje cennou položku portfolia obnovitelných zdrojů energie pro státy s dostatečným slunečním zářením. Technologie CSP zasluhuje začlenění do vládních politik zaměřených na podporu a vývoj vyvážené skladby (portfolia) technologií využívání obnovitelných zdrojů energie. Celosvětový cíl do r. 2025 instalovat CSP elektrárny s celkovým výkonem 100 GW je dosažitelný s významnými dlouhodobými přínosy.

Spojením technologie CSP s kombinovaným cyklem využití zemního plynu - v rámci vzniklého tzv. systému kombinovaného cyklu spojeného se solární energií ≈ Integrated Solar Combined Cycle System (ISCCS) lze i v krátkodobém výhledu zlepšit ekonomiku a environmentální účinnost spojených technologií; solární energie umožní vyloučit část paliva a emisí ze spalování (címž selepší celkové využití paliva a celková environmentální šetrnost provozu), přičemž dodatečné náklady na porizování solární technologie zvýší úměrně méně celkové náklady systému pro spalování plynu. V současnosti jsou vyvíjeny menší a univerzálněji využitelné elektrárny s technologií CSP v rozmezí výkonu 0,1 až 1 MW. Poněkud vyšší náklady na instalaci výkonu 1 kWh by měly být vykompenzovány vysokou aplikační pružností a místními environmentálními přínosy. Ekonomická bilance elektráren CSP by mohla být dále zlepšena uplatněním vyvíjených systémů pro akumulaci elektrické energie, schopné skladovat až ekonomicky optimální množství energie po dobu 12 h, a tím zajistit i maximální využití zachycené solární energie.

Celosvětový zájem o technologii CSP roste, v mnoha zemích jsou připraveny projekty výstavby CSP elektráren, a celosvětový fond životního prostředí (GEF) připravuje financování dalších takových projektů. Nové projekty CSP elektráren jsou ve fázi výstavby v Nevadě, a ve Španělsku a brzy začne výstavba i v Izraeli, a Jižní Africe. Příspěvek z fondu

GEF ve výši 50 milionu USD byl udelen pro podporu rozpracovaných a již probíhajících CSP projektu v Mexiku, Egypte, Maroku a v Indii. Projekty na vybudování zařízení ISCCS jsou zvažovány v Iránu, Alžíru a v Jordánsku.

Ekonomické prognózy nasvědčují o životaschopnosti elektráren s technologií CSP také v Recku, Itálii, Portugalsku, Rakousku, Brazílii, Libérii, Tunisku a Číně, a kvantifikují celosvětový potenciál pro produkci elektrické energie technologií CSP zrealizovaný během příštích 25 let na 100 GW ( $\approx$  100 000 MW).

Zvláště zajímavý je příklad nevadského CSP-systému parabolických válcových zrcadel s výkonem 50 MW, který je přímým důsledkem nové státní energetické politiky. Stát Nevada přijal v r. 2001 iniciativní normu portfolia obnovitelných zdrojů energie, která od „státním investorem vlastněných elektráren a tepláren vyžaduje, aby (státní investor) zajistil, že v r. 2003 bude alespoň 5 % dodávek energie pocházet z obnovitelných zdrojů energie (geotermální, větrné, solární a biomasy), přičemž tento minimální podíl bude během dalších deseti let zvyšován až na 15 % v r. 2013. Stát Nevada se rozhodl ještě zpřísnit tuto normu, když rozhodl o minimálním povinném 5% podílu solárních zdrojů v uvedeném portfoliu.

Ke splnění tohoto rozhodnutí je v příštích 10 letech třeba vybudovat solární zdroje o výkonu 10 MW. Nevadské elektrárny a teplárny si v roli investora zvolily uvedený projekt CSP- elektrárny využívající systém parabolických válcových zrcadel s výkonem 50 MW, s možností dalšího rozšíření na 60 MW, jako jednorázový pokus o splnění daného cíle. Elektrárna bude vybudována společností Duke Power, s jejím zprovozněním se počítá v r. 2005. Investor následně bude vykupovat elektrickou energii vyrobenou v této CSP- elektrárně po dobu 20-letého kontraktu, čímž je zaručena nutná podpora financování výstavby a provozu systému. Systém podle předpokladu vyrobí každoročně 102,4 GWh<sub>e</sub>, což postačí k pokrytí spotřeby 84000 nevadských domů (což jsou velké domy spotřebující značnou energii na klimatizaci ve velmi horkém nevadském podnebí) s průměrnou měsíční spotřebou 1 MWh.

Zkušenosti s tímto novým systémem využívající parabolická zrcadla by měli pomoci vývoji orientovanému na snížení nákladů a k dalšímu oživení termoelektrických solárních systémů v USA, a dále pro prokázání vhodnosti vládní politiky pro urychlení vývoje a aplikací technologií využívání obnovitelných zdrojů energie.

### **Výroba elektriny ze solárního záření fotovoltaickými procesy**

V současnosti je nejznámější technologií produkce elektrické energie využíváním obnovitelných zdrojů fotovoltaická transformace slunečního záření; je tomu tak v důsledku značné publicity mnoha aplikací a četných stimulačních programů na podporu vývoje této technologie. Tato technologie - i když představuje patrně nejdražší technologii měřeno měrnými náklady na vyrobenou jednotku elektrické energie - je také nejuniverzálněji použitelná, je spojena s nejjednodušší instalací zařízení a údržbou, poskytuje přímo elektrický proud jako vysoce cenný produkt obecně v místě konečné spotřeby či v jeho blízkosti (treba i mimo dosah jiných zdrojů), a umožňuje předcházet nákladům spojeným se zajištěním jiných zdrojů a nákladům na minimalizaci rizika jejich selhání.

Fotovoltaické moduly mohou být využívány k napájení telefonu, dopravních a jiných výstražných světel, ke snížení koroze ocelových konstrukcí např. mostů, k pohonu čerpadel čerpajících vodu ze studní, k zajištění světla a energie pro odlehle domy a vesnice, k chlazení léků a potravin či ke snížení množství elektrické energie nakupované ze sítě v obytných a komerčních budovách, k zajištění stínu i osvětlení parkovacích míst, k dobíjení

automobilových akumulátoru, a v mnoha dalších aplikacích. Projektanti mohou využívat fotovoltaické strešní šindely, na strechu dolepané fotovoltaické panely sloužící rovněž jako strešní švy, lemy či spoje, a fotovoltaické stínící markýzy (horizontální) a či (vertikální) stenové zásteny, a fotovoltaické světlíky či ateliérové stropní osvětlení.

Ploché strechy hotelu a komerčních budov jsou pokrývány fotovoltaickými panely bez nutnosti dalších úprav strechy, čímž současně zvýší jejich izolací pokrytí a zastínění, takže tyto panely produkují elektrickou energii a strechu navíc zastíní, čímž snižují zátěž spojenou s ochlazováním.

Dodavatel poloviny komerčních fotovoltaických pokryvu střech v USA uvádí vzrůst průměrného celkového výkonu jím dodávaných systému z 94 kW v r. 2000 na 260 kW v r. 2002 a na téměř 350 kW v r. 2003. Výkon jednotlivých systému instalací v několika případech přesáhl 1 MW.

Fotovoltaické systémy propojené sítí v usporádání „rozdelených (» decentralizovaných) zdroju“ mohou znemožnit vyrazení zdroju elektriny mest teroristickým útokem na energetické zdroje. Pro teroristy vhodné centralizované cíle, jaké představují velké elektrárny, prenosová síť a menší transformovny) z mest zmizí, pokud budou zdroje elektrické energie rozdeleny do velkého počtu menších zdroju.

Podobne na tom budou mesta s takto decentralizovanými zdroji elektrické energie, které mohou být vydeleny z konvenčních prenosových sítí a tím chráneny pred problémy spojené s jejich kolapsem, nebo s náhlým výpadkem provozu velkého počtu velkých centrálních elektráren, k jakému současně došlo v srpnu 2003 na severovýchode USA a v Kanade, a pak v září 2003 v Itálii.

Zabudování fotovoltaických systému do budov (BIPV ≈ Building-Integrated Photo-Voltaic systems ≈ do budov začlenené fotovoltaické systémy) s určitou malou kapacitou skladování elektriny v akumulátorech mohou zajistit pokračování esenciálních vládních a nouzových operací a pomoci udržet bezpečnost a neporušenost mestské infrastrukturyv krizových situacích. Osvětlení ulic a komunikační linky mohou neprerušene pracovat a esenciální mestské a bezpečnostní služby mohou využívat vlastní zdroje energie v občanských a správních budovách. ***Takto zabudované fotovoltaické systémy by mely být základní součástí každého bezpečnostního plánu všech mest a urbanistických center na celém svete.***

Prumysl fotovoltaický panelu celosvetove roste obdivuhodným tempem. V r. 2002 bylo vyrobeno a prodáno množství fotovoltaických panelu predstavující výkon pre 560 MW. Prumerná rychlost rustu tohoto prumyslu v prvých letech tohoto tisíciletí byla 36 %, což znamená více než zdvojnásobení každé dva roky, přičemž v r. 2002 se rychlost rustu zvýšila na 44 %. V roce 2002 dosáhla hodnota tržeb z prodeje fotovoltaických panelu 3,5 miliardy USD, a prognóza uvádí predpokládaný vzrůst na 27,5 miliardy USD v r. 2012.

Snahy fotovoltaického prumyslu o vývoj inovací pokračují mnoha způsoby, takže situace ani zdaleka nehrozí ustrnutím na jednom z hlavních typu technologie (podobě jako v oblasti videozáznamu byl standard Beta vytlačen standardem VHS). Nejpopulárnější fotovoltaická technologie nadále využívá články kremíkové - monokrystalické, polykrystalické či multikrystalické (93 % celosvetove prodaných fotovoltaických panelu v r. 2002 bylo založeno na kremíku). Kremíkové články jsou zatím nejúčinnější, jsou overeny léty provozu v mnoha aplikacích a jsou velmi stálé. Kremík je nejhojnějším prvkem na povrchu Zeme a není jedovatý.

Vynikající schopnosti tenkých filmu fotovoltaických článků přizpůsobovat se povrchu stavebních materiálů (jako jsou např. skleněné fasády a okna), spolu s jejich dobrými předpoklady pro velkoobjemovou hromadnou výrobu (techno filmu) na skleněných nebo pružných substrátech, vede k novým materiálům tenkovrstvých fotovoltaických článků (tzv. *druhé generace, pozn. pr.*), které jsou vyvíjeny a uváděny na trh;

Nejpoužívanějším materiálem pro tyto tenkovrstvé fotovoltaické články je opět křemík, tentokrát amorfni struktury nebo smesné fáze mikrokrystalického křemíku, diselenid medi a india (CuInSe<sub>2</sub>, zkratka CIS) a telurid kadmia (Cadmium Telluride, zkratka CdTe). Téměř 99 % celosvětové produkce solárních článků v r. 2002 bylo založeno na křemíku. Tato prevaha křemíku podporuje zjevný trend opouštění produkty vyžadující vzácné nebo toxické materiály. (*pozn. pr.: inovace jsou zaměřeny na hledání materiálu tenkovrstvých článků s vyšší účinností, které by mohly podstatně zlevnit výrobu fotovoltaických panelů*)

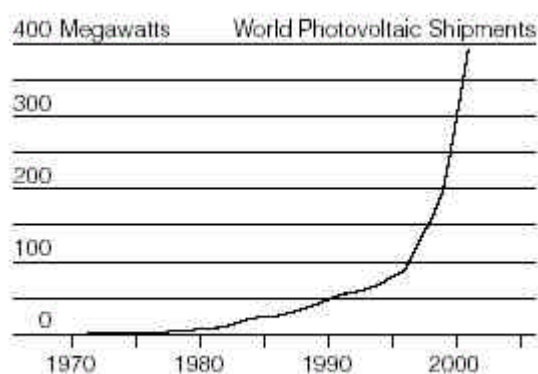


Fig. 15a The dramatic increase in world photovoltaic module shipments. It surpassed 500 MW<sub>p</sub> in 2002. Data source: Paul Maycock.

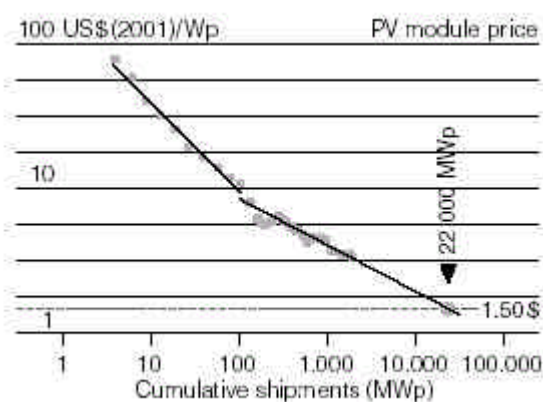


Fig. 15b: PV experience curves for 1976-2001 and projection to a breakeven price of US\$ 1.50/W<sub>p</sub>, demonstrating the importance of promoting high volume applications. Slide source: Dr. John Byrne, data by Paul Maycock (2002)

Obr. 15a Dramatický vzrůst celosvětového prodeje fotovoltaických panelů. Hranice 500 MW byla překročena v r. 2002. Zdroj: Paul Maycock

Obr. 15b. Náklady na fotovoltaicky produkováný watt v období let 1976-2001: prognózy vývoje k průlomové ceně 1,5 USD /1W prokazují význam podpory velko-objemových aplikací a hromadné výroby. Zdroj: Obrázek Dr. John Berne, Data Paul Maycock 2002

Schopnost tenkých polovodivových filmu zachycovat celé spektrum slunečního záření potenciálně umožňuje tenkovrstvým fotovoltaickým (≈ solárním) článkům dosáhnout účinnosti ekvivalentní článkům s krystalickými vrstvami. Fotovoltaické články jsou prodávány na základě jejich výkonu ve wattch, nikoli na základě jejich plochy, takže pro nízko-účinné tenkovrstvé aplikace může být často neekonomičtější možností jejich přímá aplikace na vhodné stavební materiály budov s rozsáhlými plochami (jako např. na stěny, středy, sklo oken atd.)



Nicméně pro příštích dvacet let budou v oblasti využívání fotovoltaických panelů pravděpodobně dominovat spolehlivé a svedčené (mono)krystalické a polykrystalické polovodivé vrstvy křemíku.

Vyjadrování hodnoty fotovoltaického zdroje jen v nákladech na vyprodukovanou jednotku elektrické energie (1 kWh) nedocenuje (nevyjadruje) mnohé atributy této značně-universálně využitelné technologie. Například v případě použití fotovoltaického panelu (PVP ≈ Photo-Voltaic-Panel) k napájení nouzových telefonů podél dálnic (umístěného na blízkém sloupu), může cena za 1 kWh značně přesáhnout 1 USD, avšak celkové náklady na provoz telefonu mohou být o 5000 USD/telefon nižší, než kdyby bylo nutno podzemním kabelem nebo nadzemním vodičem napájet telefon za telefonem. Využívání PVP může často vést ke snížení celkových nákladů projektu.

Stejně důležitá je hodnota možnosti využít PVP k zajištění nezákladnějších humanitárních potřeb. Např. v Indii bylo v venkovských oblastech do r. 2002 nainstalováno již 5084 PVP s celkovým výkonem 5,54 MW k pohonu čerpadel na čerpání vody. Celkem 24000 vesnic a více bylo v Indii elektrifikováno pomocí PVP. I když tento výkon využije jen nepatrný zlomek potenciálu či potřeby čerstvé vody a světla pro chudé a od civilizace odlehle skupiny populace v Indii, zcela jistě potvrzuje funkčnost a přínosnost PVP.

V budoucnosti se mohou stát významné centrální elektrárny využívající rozlehlá pole PVP instalovaných pevně na zemi ve slunných oblastech. Pro životaschopnost těchto aplikací PVP je rozhodující stálý růst účinnosti vlastní fotovoltaické konverze. Japonský výrobce PVP pro velkoploché solární články na bázi krystalického křemíku dosáhl účinnosti konverze 20 % (jako podíl výstupu elektrické energie ke vstupní energii slunečního záření) (*pozn. pr.: standardní účinnost běžných, hromadně vyráběných křemíkových PVP dosahuje 14 až 17 %, u laboratorních vzorků až 28 %, viz Barinka R.: Postupný rozvoj využití sluneční energie fotovoltaickou technologií, ve sborníku: Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice, CEZ, Praha 2003*), celosvětově rekordní účinnosti konverze energie slunečního záření na elektrickou energii bylo dosaženo v r. 2003 složeným solárním článkem navrženým jako pohyb-Slunce-sledující zrcadlový „koncentrátor“. Protože vrstvy zrcadla jsou levnější než fotovoltaické vrstvy, měl by tento vývoj napomoci ve snižování nákladů na provoz PVP zařízení a elektráren centrálního typu.

Energetický potenciál aplikací fotovoltaické technologie je nesmírný. Například relativně malá rozloha státem vlastního zkušebního pozemku (Nevada Test Site v jižní Nevadě) by teoreticky mohl fotovoltaicky vyrobit množství elektrické energie pokrývající celou současnou spotřebu elektrické energie USA (tento údaj ovšem jen ilustruje potenciál zdroje spíše než aby vyvolal představu o možné realizaci, neboť jsou zde zanedbány potíže z přenosem a rozvodem energie po celém území USA).

Nejoblíbenějším typem aplikací PVP jsou střešní instalace. V počtu střešních instalací PVP celosvětově vede Japonsko a Německo. V Japonsku byl trh s PVP podporen velkorysým subvencováním od r. 1994. V Německu je podpora orientovaná na náklady rozšířena na všechny odběratele celé elektrické sítě, prostřednictvím výkupních cen placených producentům fotovoltaické elektriny. Tyto politiky ve svých důsledcích postupně umožňují vlastním výrobcům PVP zvyšovat objem prodeje a snižovat náklady vlivem ekonomiky výroby velkého měřítkem a tím posilovat svou konkurenceschopnost na světových trzích.

Hnací silou Japonské a Nemecké politiky jsou dlouhodobé vnitrostátní cíle zvýšit podíl využívání obnovitelných zdrojů energie a tím využít potenciál společenských (sociálních) a ekonomických (*a environmentálních, pp*) přínosu. Tato politika umožnila Japonsku se vyšvihnout do celosvětově vedoucího postavení nejvýznamnějšího výrobce fotovoltaických modulů: Japonsko v r. 2002 vyrábělo téměř polovinu (49,1 %) celosvětové produkce. Jediný japonský výrobce v r. 2002 dokázal překonat výrobce z ostatních regionů světa velikostí potenciálního výkonu  $\approx 123.07$  MWp, jím vyrobených PVP. Další japonský výrobce ohlásil výrobu PVP o celkovém výkonu 100 MW v r. 2004.

V r. 2002 byla výroba PVP geograficky rozdělena takto

region	výkon vyrobených PVP (MW)	podíl z celosvětové výroby (%)
Evropa	135	24
USA	120,6	21,5
zbytek světa	55	9,8
Japonsko	251,9	44,7
<b>celkem</b>	<b>562,5</b>	

Tri celosvětově nejvýznamnější národní programy rozvoje fotovoltaické technologie jsou: japonský (Program šíření fotovoltaických systémů v sektoru bydlení („Residential PV System Dissemination Program“), nemecký Program instalace 0,1 milionu solárních střeš (100,000 Roof Solar Electric Program), a dobrovolný program vyhlášený v USA „Milion fotovoltaických střeš (Million Roofs)“:

Tri nejvýznamnější národní programy rozvoje fotovoltaické technologie jsou

stát	program
Japonsko	Program šíření fotovoltaických systémů v sektoru bydlení „Residential PV System Dissemination Program“
Nemecko	Program instalace 0,1 milionu solárních střeš (100,000 Roof Solar Electric Program)
USA	Milion fotovoltaických střeš (Million Roofs)

Splnění stanovených cílů je zajištěno pro program japonský a nemecký významným subvencováním prostřednictvím úveru či podnetu pro výrobu, program USA je dobrovolný. Cíl celkově v USA instalovat do r. 2010 milion solárních střeš (celkem solárních systémů - termálních solárních kolektorů nebo fotovoltaických panelů) byl sice vyhlášen, ale dosažení tohoto cíle není zaručeno a není jisté. Mezitím pokračují instalace po tisících v Nemecku, Japonsku i v řadě dalších Evropských států.

*(Pozn. pr.: V ČR obdobný program „Slunce do škol“ znamenal instalaci více než 110 systémů v různých školách, s celkovým výkonem přibližně 100 kW, ukazuje tedy na poněkud skromnější celkové nasazení. Koncem, r. 2002 byl v ČR instalován potenciální výkon 0,23 MW PVP)*

Obr. 16a: Příklad solární střešní aplikace v Japonsku (A residential solar roof application in Japan.) (Na obrázku je celá střeška rozdělená do obdélníkových polí, z nichž nelze rozpoznat, zda se jedná o fotovoltaické panely či solární kolektory, pozn. pr).

*Zdroj: Fotografie Japonské fotovoltaické Asociace Source: Photo from Japan Photovoltaic Association*

Fig. 16b: Bytový dum ve Freiburgu (Nemecko) se strešními solárními kolektory pro ohrev užitkové vody; jižní stena domu pokrytá fotovoltaickými panely pro výrobu elektrické energie. *(Fotografie neumožňuje posoudit z necitelné černé plochy znázorňující PVP panely, zda tyto panely zcela zaslepují světelně nevhodnější jižní stenu domu, nebo zda ji jen odstinují transparentně, takže cenný jižní výhled není zcela ztracen, pozn. pr.).*

Pocet žádostí o instalaci PVP v soukromých bytových domech samotných - podaných v r. 2002 pro konečný rok programu (2003) - přesáhl 32 000, s celkem 40 000 žádostmi podanými pro daný rok. Tím byl program původně vyhlášený pro 70 000 střešů rozšířen na skutečný počet 117 500 střešů. Výdaje japonské vlády na realizaci tohoto programu během pěti fiskálních let dosáhly 739 milionu USD.

Program se stal natolik populární, že se japonská vláda rozhodla prodloužit jeho trvání o další tři fiskální roky (2004 až 2006). Toto rozšíření jisté pomůže japonské vládě dosáhnout krátkodobého cíle vyrábět ročně PVP systémy s potenciálem 500 MW, z toho je určena polovina (250 MW) na vývoz a 250 MW pro vnitrostátní instalace. Japonská vláda však tento cíl podporuje - ve fiskálním roce 2003 - i formou investic a podporou výzkumu a vývoje fotovoltaické technologie obnosem 218,6 milionu USD, který zahrnuje i podporu souvisejících činností na nejnižší úrovni (na úrovni jednotlivých občanů či malých ekologických nevládních-neziskových organizací ≈ "grass roots" activities).

Rychlost růstu fotovoltaických aplikací v Nemecku od r. 1999, stimulovaná programem 100 000 fotovoltaických střešů, byla nesmírná: Celkově instalovaný výkon fotovoltaických zdrojů v Nemecku, který v r. 1999 činil přibližně 68 MW, vzrostl do konce r. 2002 na 278 MW, s roční produkcí (v r. 2002) 190 GWh<sub>e</sub> (≈ 190 GW<sub>p</sub>)  
*(Pozn. pr. i při přepočtu na srovnatelně velkou populaci je rozvoj fotovoltaických technologií v ČR o dva rády nižší jak počtem instalací, tak instalovaným výkonem - v r. 2002 v ČR bylo instalováno přes 100 PVP systémů s výkonem nad 0,1 KW s celkovým výkonem 0,23 MW; 45% českých PVP systémů je připojeno k síti)*

Koncem r. 2002 bylo v Nemecku instalováno 55000 střešních PVP systémů, z nichž 98 % bylo připojeno k síti.

Celkový součet výkonu PVP systému, o pro které byla v r. 2002 podána a schválena žádost, přesahuje 78 MW, v předchozím roce to bylo 60 MW a celkem představuje výkon fotovoltaických střešů jen obytných budov v Nemecku 200 MW<sub>p</sub>. Finanční podněty a mekké půjčky ve finančním roce 2003 na podporu instalace dalších střešních PVP systémů dle předpokladu povede k instalaci dalších 95 MW, s podporou přesunutou více v prospěch výrobce PVP systému (stanovením výkupních cen elektriny z PVP systému).

Výsledkem těchto politik je, že přes 60 % PVP systémů instalovaných v členských státech EU bylo instalováno v Nemecku. Na dalších místech poradí je Itálie a Švýcarsko, kde v těchto zemích počty instalací jsou okolo 10 % úrovně Nemecka. V merném výkonu fotovoltaicky vyrobené elektrické energie na obyvatele však vede v Evropě Švýcarsko s 2,8 W/o, následováno Nemeckem (s 2,3 W/o a Nizozemsko s 1,1 W/o) *(Pp. v porovnání s Nemeckem ČR v r. 2002 využívala fotovoltaicky sluneční energii o dva rády méně, s 0,023 W/o)*

Důležité je uvědomit si, že změřená - celoročně zprůměrovaná - denní produkce energie z německých střešních PVP systému představuje 2,33 kWh/(kW instalovaného výkonu), což představuje sotva polovinu výkonu dosažitelného v solárne výhodnějších klimatických podmínkách - v oblastech s výhodnějším podnebím. *(Pozn. pr. tento výsledek znamená, že denní průměr (2,33 h) představuje ekvivalent přibližně 2h 20 min (140 minut) kolmému plnému oslunění fotovoltaického panelu, což ovšem není tak zlé).* To prokazuje, že pro fotovoltaické programy nejsou nutné „nejlepší“ klimatické podmínky, ale že jednoduše postačí podmínky dostatečné.

V řadě případů nebylo nutné instalaci PVP systému nijak ekonomicky zdůvodňovat *ci stimulovat*, neboť tyto aplikace (např. v odlehklých místech nebo v případech speciálních modulárních systémů) představují variantu s nejnižšími pořizovacími náklady. Pro městské aplikace však vysoká cena PVP systému nadále odráží potenciální kupce (problém zde opět spočívá v nákupu hardvéru a nutnosti zaplatit za možnost produkovat elektrickou energii po dobu celé životnosti PVP systému najednou, a to hned na počátku *(pozn. pr. tento argument se zdá být nepresvědčivý a - bez dalšího podrobnějšího zdůvodnění je - vzhledem k povaze fotovoltaických procesů i umělý » odtržený od reálného světa tvorby cen)* Naštěstí náklady na fotovoltaické systémy a moduly PVP stále klesají. Tovární ceny PV modulu v USA leží nyní v intervalu 2 až 3 USD za watt, a úplná instalace provozních systémů v USA leží mezi 5 a 7 USD/W, v závislosti na velikosti systému a bez dostupných subvencí. Cena plně instalovaného systému v Japonsku v r. 2002 činila 6,50 USD/W, bez vládních subvencí. Současné ceny jsou již značně sníženy oproti minulosti v důsledku víceletých vládních programů a masovosti produkce představující desítky tisíc instalací.

Jestliže v důsledku subvencí nebo velkého objemu prodeje, výroby (či v důsledku technického pokroku) cena pro nakupující poklesne pod hranici 3 USD/W za plně instalovaný systém, efektivní náklady na elektrinu, při době životnosti přes 30 let, by představovaly 8 až 10 US centů/kWh, což by fotovoltaicky vyrobenou elektrickou energii nejen učinilo konkurenceschopnou s elektrinou z konvenčních elektráren, ale pravděpodobně levnější při předpokládaném růstu cen fosilních paliv (a tím i elektriny z konvenčních elektráren) v budoucnosti). Náklady na produkci fotovoltaické elektriny zůstanou konstantní po celou dobu životnosti PVP systému, což skýtá lidem a podnikům alespoň jediný nákladový údaj, který v budoucnosti neporožte. Životnost PVP modulu je obvykle zaručena na 20 až 25 let, ovšem skutečná životnost může být až dvojnásobná.

Jedna z prognóz předpovídá dosažení takto nízké úrovně nákladů koncem tohoto desetiletí, kdy je předvídána roční úroveň dodávek na celosvětový trh 10 GW. Průměrný růst produkce fotovoltaických systémů v období let 2000 až 2010 při ročním přírůstku 25 % by znamenal dosažení úrovně 2,5 GW v r. 2010, zatímco 50 % meziroční přírůstek by znamenal již 16 GW. Pro dosažení úrovně 10 GW v r. 2010 by tedy roční přírůstek výroby měl ležet někde mezi 25 až 50 %.

Nedávno publikované odhady uvádějí, že bez ohledu na to, zda se podaří do r. 2010 náklady snížit na 1,5 USD/1W modulu PVP a na 3 USD/(1W instalovaného systému), průmysl výroby fotovoltaických zařízení musí v období 2000 až 2010 investovat obnos odhadovaný v rozsahu od 25 do 114 miliard USD na výrobní zařízení, pracovní síly a financování konečných uživatelů. K zajištění potřebných kapitálových investic je proto extrémně důležité získat důvěru investorů. Tomu může značně pomoci vyhlášení dlouhodobých vládních programů nákupu PVP zařízení spolu s jeho meziročním nárůstem, a dlouhodobá legislativně přijatá podpora fotovoltaických zařízení nebo stanovení celostátních cílů formou ambiciózních

povinných minimálních úrovní využívání fotovoltaických zdroju (napr. stanovením přímého podílu fotovoltaických zdroju na celkové produkci elektrické energie nebo na celkovém využívání obnovitelných zdrojů energie  $\approx$  normou daný minimální podíl ve skladbě zdroju, RPS). Odmenou bude zvýšení ekonomických aktivit v dotyčné oblasti nebo státu spíše než přímá návratnost vládních stimulačních investic.

Například analýza celkových vstupu a výstupu provedená v r. 1992 ministerstvem energetiky (US DoE) k vyhodnocení potenciálních ekonomických dopadů výstavby nového závodu na výrobu 10 MW fotovoltaických zařízení v městě Fairfield (v blízkosti San Franciska, Kalifornie) uvádí, že suma přímých a nepřímých tržeb by znamenala ročně 55 milionů USD, avšak s tím související, dodatečné či jinak navazující ekonomické aktivity vyvolané uvažovaným umístěním zmíněného závodu a jeho zaměstnanců by znamenaly přímé a nepřímé tržby, které by mohly přesáhnout 300 milionů USD ročně. Státní a místní výnos daní by mohl stoupnout až o 5 milionů USD/r a výnos daní z místních tržeb by znamenal jejich další zvýšení o 3 miliony USD.

Fotovoltaická technologie využívání slunečního záření - společně se zvyšováním energetické účinnosti, a udržitelným projektováním budov a zapojením PVP zařízení do elektrorozvodné sítě - může podstatně přispět k uspokojování energetických potřeb v téměř všech zemích. Společenská hodnota fotovoltaických systémů - a tím i odůvodněnost veřejné podpory a vládních podnetů - značně přesahuje hodnotu elektrické energie vyrobené fotovoltaickými systémy. PVP systémy mohou v rozvinutých i v rozvojových státech vést ke zvýšení zaměstnanosti, k posílení místní ekonomiky, ke zlepšení místního životního prostředí, ke zvýšení spolehlivosti bezpečnostního systému a jeho infrastruktury a k zajištění vyšší úrovně bezpečnosti. Průmysl výroby fotovoltaických zařízení již nyní představuje nový mnohamiliardový průmysl, s celosvětovým meziročním růstem o téměř 40 %, s příležitostmi pro ekonomické zlepšení a zlepšením konkurenceschopnosti na mezinárodních trzích těchto států, které - podobně jako Japonsko a Německo - stimulují průmysl k maximálnímu možnému výkonu vybranými, systematickými, dlouhodobě transparentními a dobře vzájemně sladěnými (vzájemně se podporujícími) podněty.

Pro všechny vlády je vhodné a důležité, aby do svých politik zahrnuly pevně stanovené celkové cíle rozvoje solární energetiky, podpořené stanovením dílčích postupných cílů pro jednotlivé roky; tento krok je náročnější než stanovení normy skladby obnovitelných zdrojů energie (Renewable portfolio standard  $\approx$  minimální podíl využívání obnovitelných zdrojů energie), neboť pro přechod na využívání obnovitelných zdrojů energie je nutný rozvoj všech obnovitelných zdrojů energie včetně všech technologií solárních, a ne jen té nejlevnější z nich, energie větru. Podmínkou pro dosažení jedinečných výhod fotovoltaické technologie a pokračující tlak trhu na další snižování výrobních nákladů fotovoltaických zařízení a tím i na fotovoltaický výzkum a technický vývoj je, aby se specifická ustanovení o rozvoji fotovoltaického využívání sluneční energie stala součástí každé politiky týkající se využívání obnovitelných zdrojů energie

## Vnitrostátní a místní faktory podporující vývoj a uplatňování technologií produkce energie z obnovitelných zdrojů

### Plnění mezinárodních závazků ke snížení emisí skleníkových plynů

Hlavní hnací silou pro rozšiřování využívání obnovitelných zdrojů energie v zemích mimo USA jsou jejich národní závazky ke splnění dohodnutého snížení emisí skleníkových plynů v rámci Kyotského protokolu (Konferencí stran Rámcové úmluvy OSN o klimatické změně v Kyotu 1997, COP-3). Dokonce i bez účasti USA je potřebný počet stran (55 států emitujících 55 % celosvětových emisí CO<sub>2</sub> vzhledem k úrovni emisí v r. 1990) - požadovaný pro formální nabytí účinnosti Kyotského protokolu - možno dosáhnout, jakmile protokol podepíše Rusko.

Evropská Komise ratifikovala svou účast v Kyotském protokolu a stanovila pevné cíle podporující cíle Kyotského protokolu - do r. 2010 dosáhnout 12% podílu energie vyrobené z obnovitelných zdrojů energie, a podíl elektrické energie vyrobené z obnovitelných zdrojů energie zvýšit na 22,1 %. Tato politika je v EU implementována nezávisle na tom, zda Kyotský protokol vstoupí či nevstoupí v platnost. Japonsko zaujalo stejný postoj, a v r. 2003 zavedlo novou environmentální dan ve snaze zajistit fondy nezbytné ke snížení emisí na úroveň předepsanou Japonsku Kyotským protokolem.

V rámci tohoto celkového cíle Evropské unie je každý členský stát EU vázán svým národním cílem snížení emisí skleníkových plynů (vyjádřený procentním podílem vzhledem k úrovni r. 1990), stanoveným na základě svých minulých emisí, dostupností zdrojů a současné ekonomické síle. Některé členské státy EU však stanovily delší a ambicióznější cíle, jako např. cíl který navrhl britský premiér - 60% snížení emisí skleníkových plynů UK do r. 2050. V Německu byl navržen cíl dokonce 80% snížení emisí skleníkových plynů do r. 2050, v důsledku jejich dlouhodobého úsilí o zvýšení účinnosti a vzhledem k německé politice využívání obnovitelných zdrojů energie (více o této pozoruhodné politice je uvedeno níže).

Dlouhodobé cíle snížení emisí skleníkových plynů představují velmi účinnou hnací sílu pro rozvoj průmyslu využívání obnovitelných zdrojů energie, což vede i ke kladení dlouhodobějších cílů pro rozvoj využívání obnovitelných zdrojů energie přesahujících časový horizont roku 2010. Například Anglie si stanovila cíl do r. 2020 dosáhnout podílu 20 % produkované energie z obnovitelných zdrojů energie, a Skotsko si stanovilo ve stejném období cíl dosáhnout tento podíl na úrovni dvojnásobné (40 %); Německé cíle představují dosažení podílu 40% primární energie vyrobené z obnovitelných zdrojů energie do r. 2050, a v případě elektrické energie je tento podíl dokonce 65 %.

Bez dostatečné podpory implementující legislativou a opatřeními, a bez dostatečného finančního zajištění však cíle zůstávají jen cíli. Dlouhodobé cíle snížení emisí skleníkových plynů vytváří racionální rámec, ve kterém vlády mohou zavést a zdůvodnit energetickou politiku a implementační programy, a vyhradit na implementaci těchto cílů roční národní finanční kapitulu v rozpočtu. Bez těchto nutných kroků stanovené cíle nebudou dosaženy.

Dukazem toho je, že pokud je rozvoj využívání obnovitelných zdrojů energie provázen soubežnými agresivními cíli zvýšení energetické účinnosti a souvisejícími programy, lze stanovené závazky ke snížení emisí skleníkových plynů dosáhnout v průmyslově vyspělých státech a v rámci celé ekonomiky s malými nebo dokonce žádnými čistými dlouhodobými dodatečnými náklady. Naopak bylo v řadě studií prokázáno, že krátkodobé zvýšení nákladu bude vyváжено dlouhodobými úsporami výdajů za energii. Kromě toho úsilí o zvýšenou účinnost a využívání obnovitelných zdrojů energie vede k vytváření nových pracovních příležitostí a k toku nových peněz ve společnosti, čímž jsou stimulovány všechny sektory

hospodářství. Snižování emisí skleníkových plynů se proto podle předpokladu stává podnetem pro čisté pozitivní přínosy pro státy v dlouhodobém výhledu. Rozvoj využívání obnovitelných zdrojů energie a implementace bude hlavním prvkem těchto programů.

### **Zvyšování účinnosti energetických výdajů a vytváření nových pracovních míst**

Politické důvody pro využívání obnovitelných zdrojů energie zdaleka přesahují důvody týkající se pouze ochrany životního prostředí. Preambule směrnice 2001/77/ES ze dne 27. září 2001 o podpoře elektriny z obnovitelných zdrojů v podmínkách vnitřního trhu s elektrinou uvádí (recital 1 preambule):

*“...obnovitelné energetické zdroje nejsou dosud ve Společenství dostatečně využívány a proto je třeba, propagovat zvýšené využívání obnovitelných energetických zdrojů jako prioritní cíl a tím přispět k ochraně životního prostředí a k udržitelnému rozvoji, ke zvýšení místní zaměstnanosti s pozitivním dopadem na sociální vztahy a k zabezpečení dodávek energie a rovněž k urychlenému dosažení cílů protokolu z Kyoty;...”*

Analýzou zpracovanou společností U.S. Public Interest Research Group na podporu podnetu místní zaměstnanosti v oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie bylo zjištěno, že investice vynaložené na zvýšené využívání obnovitelných zdrojů energie v USA (k dosažení podílu 20 % na výrobě elektrické energie) by vyvolaly trojnásobně až petinásobně větší počet pracovních míst, než stejné investice v oblasti fosilních paliv.

Americký ústav Worldwatch Institute odhadl, že v průmyslu termálních solárních systémů by vzniklo 2 až 2,5 násobně více pracovních míst, než v průmyslu uhelném nebo v průmyslu jaderné energetiky. Celosvětově jenom v samotné oblasti využívání energie větru podle odhadu z r. 1999 bylo vytvořeno 31 000 nových pracovních míst; od té doby se celosvětově aplikace zařízení větrné energie zhruba zdojnásobily, což rovněž vedlo k vytvoření dalších několika tisíc nových míst. V Německu podle odhadu ve 12ti letém období (v letech 1991 až 2002) vzniklo 40 000 nových pracovních míst v důsledku přijetí zákona o garantovaných výkupních cenách elektriny (zákon “Electricity Feed-in Law ≈EFL, byl přijat Bundestagem v r. 1990), který producentům solární a větrné elektrické energie zaručil 90% výkupní maloobchodní ceny elektriny; tato záruka vyvolala nárůst produkce z těchto zdrojů elektrické energie až na dosažení podílu 5 % celoněmecké produkce elektrické energie v r. 2002.

V kontrastu s tím německý průmysl jaderné energetiky zaměstnává 38 000 pracovníků, kteří produkují 30 % veškeré německé energie. Tyto pomery svědčí o tom, že průmysl využívání obnovitelných zdrojů energie je desetkrát účinnější při vytváření pracovních příležitostí, než průmysl jaderné energie (*pozn. pr.:zde nejde o přesvědčivý argument, který - je-li ponechán bez dalšího zdůvodnění - lze pokládat až za kontraproduktivní, neboť ho lze vnímat i jako tvrzení, že „jeden pracovník v průmyslu využívání obnovitelných zdrojů energie vytvoří desetkrát méně energie, než v průmyslu jaderné energetiky, a že tedy pracuje desetkrát méně efektivně bez možnosti to zlepšit*). Dále bylo odhadnuto, že ke splnění cíle zvýšit úroveň využívání obnovitelných zdrojů energie o 100 % (z podílu 6 % na primární spotřebě energie na podíl 12 % v r. 2010), by znamenalo vytvoření 25 000 nových pracovních míst ve všech oblastech využívání obnovitelných zdrojů energie

Průmysl výroby fotovoltaických zařízení, který v r. 2002 v USA dosáhl produkce PVP zařízení s celkovou kapacitou výroby 100 MW, vedl k vytvoření 25 000 nových pracovních míst.

Ministerstvo energetiky USA (US DoE) odhaduje, že pro plánovanou roční výrobu PVP zařízení s potenciálním výkonem 480 MW bude nutno vytvořit celkem 68 000 dalších pracovních míst (přímých, nepřímých a s tím souvisejících). Jiné odhady počtu zaměstnanců ve fotovoltaickém průmyslu USA v r. 2025 uvádějí počet pracovních míst 300 000. Tento odhad staví fotovoltaický průmysl v USA na úroveň velkých výrobců počítačů, jako je např. společnost Dell Computer nebo Sun Micro-systems, a fotovoltaický průmysl by se velikostí (počtem pracovníků) vyrovnal společnosti General Motors. Prakticky ekvivalentní odhad (vzniku 284 000 pracovních míst) byl učiněn pro oblast bioenergetiky (≈ energetického využívání biomasy), má-li být dosažena úroveň ročních činností představující 6 miliard USD. Dále bylo odhadnuto, že pro fungování německého dlouhodobého energetického modelu - který je uveden níže v této Bílé knize - bude do r. 2050 vytvořeno 250 000 až 350 000 nových pracovních míst.

Jsou-li vytvářena nová pracovní místa, dochází k efektu jejich „ekonomického znásobení“, kterým jsou značně zvýšeny ekonomické přínosy samotných přímých výdajů vynaložených na tvorbu původních míst. Například v analýze celkových vstupů a výstupů, provedené v r. 1992 ministerstvem energetiky (US DoE) k vyhodnocení potenciálních ekonomických dopadů výstavby nového závodu na výrobu 10 MW fotovoltaických zařízení v městě Fairfield (u San Franciska, Kalifornie, USA) se uvádí, že suma přímých a nepřímých tržeb by znamenala ročně 55 milionů USD. Připočtením aktivit dodatečně vyvolaných uvažovaným umístěním zmíněného závodu a jeho zaměstnanců by znamenaly přímé a nepřímé tržby, které by mohly přesáhnout 300 milionů USD ročně, což představuje „násobící faktor ve výši 500 %“ pro vyjádření všech místních a regionálních přínosů. Státní a místní výnos daní by mohl stoupnout až o 5 milionů USD/r a výnos daní z místních tržeb by znamenal jejich další zvýšení o 3 miliony USD, které je rovněž třeba započítat do dosažených přínosů.

Podobná analýza vstupu a výstupu (provedená ministerstvem vnitra ve státě Wisconsin) v r. 1995 kvantifikovala dopady dovozu fosilních paliv (uhlí a ropy) z jiných států ve výši 6 miliard USD jako ekvivalent podpory vzniku 17 000 pracovních míst v ostatních státech. To pro stát Wisconsin znamená významnou ztrátu ekonomické produktivity. Analýza zhrnula i zpracování alternativního scénáře, ve kterém byla zvažována výstavba nové elektrárny o výkonu 750 MW na území Wisconsinu, která by spalovala hlavně paliva z místních zdrojů (místně dostupných a ve Wisconsinu vzniklých), převážně biomasu. V porovnání se scénářem založeným na využívání fosilních paliv by cena elektrické energie byla zvýšena o 1 US cent/1 kWh. Toto zvýšení by však bylo více než vyváжено přínosem pro státní ekonomiku z nových pracovních míst vytvořených novým místním průmyslem využíváním obnovitelných zdrojů energie, které by byly ekvivalentní zisku 2.5 US centu/KWh zpět pro celkovou státní ekonomiku. Vyšší náklady na elektrickou energii z místních obnovitelných zdrojů energie by stále ještě znamenaly významný čistý přínos pro státní ekonomiku. Při sečení za 30 let provozu by tato situace mohla vést k vytvoření několika miliard USD čistého disponibilního příjmu a čistého hrubého produktu pro stát.

Tento druh regionálních ekonomických analýz poskytuje jasné zdůvodnění výdajů ze státních fondů, podporovaných všemi uživateli energie ve státě (prostřednictvím Systému příspěvkových poplatků ≈ System Benefits Charge - SBC, což je příplatek na každou prodanou kWh) (*pozn. pr.: podobnou českou představou byl svého času navrhovaný „zelený halír“*), využitých na podporu produkce elektrické energie z místních zdrojů i za vyšších výrobních nákladů, protože tento systém jasne vede k vytvoření větších čistých přínosů a nových pracovních příležitostí ve státě. Stejně argumenty platí i pro přínosy dosahované



prostřednictvím stanovení povinného výkupu a garantovaných výkupních cen elektriny legislativou nemeckou, španelskou a dánskou; v těchto státech jsou vyšší náklady na výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie placeny všemi plátců účtu z elektráren v celé zemi.

I když velká část zde uvedených diskusí byla soustředena na USA a Německo, což jsou bohaté a průmyslově rozvinuté státy, stejné argumenty platí (≈ lze využít) pro ekonomickou účinnost peněžního toku v oblasti energetiky (≈ které se podařilo udržet nebo přesmerovat do...) v místním hospodářství, v protikladu k jejich neúčinnosti, kdy jsou tyto peníze vynakládány na dovoz paliv nebo elektriny, což platí pro všechny státy, země a města. Tento poznatek je zvláště důležitý pro rozvojové státy, kde je kriticky důležitá tvorba pracovních míst.

Je proto nutné využít každou příležitost, kdy lze výdaje na nezbytné položky (mimo hranice ekonomiky), přesmerovat na tvorbu pracovních míst, kterými lze tyto nezbytné položky “vyrobiť v rámci (hranic) dotyčné ekonomiky”. V případě energie závislost na místně vyráběné energii z místně dostupných zdrojů značně přispěje ke spolehlivosti a zajištění dodávek energie.

Ekonomické dopady rozvoje využívání nových obnovitelných zdrojů energie a místního uplatňování s tím souvisejících technologií nabízí významné přidružené přínosy pro společnost, z nichž nejmenší není posílení ekonomické rozmanitosti a zabezpečení dodávek energie, tvorba nových pracovních míst, vyšší místní a celostátní ekonomická produktivita penez vydaných za energii. Je zřejmé, že politika využívání místních zdrojů energie je výhodná pro vlády a nikoli pro elektrárny, neboť elektrárny nejsou zainteresovány na tvorbě nových pracovních míst, zatímco vlády jsou.

## Politiky urychlující uplatňování obnovitelných zdrojů energie

### Prehled

Ze všech předchozích úvah vyplývá jasné zdůvodnění vážného úsilí vlád o zajištění politických a finančních podnetů pro urychlené využívání obnovitelných zdrojů energie, a pro vážné legislativně zajištěné stanovení cíle pro stálý růst podílu energie vyráběné z obnovitelných zdrojů na primární energii a jejich podílu v celkové skladbě zdrojů elektrické energie.

Pro zajištění tohoto celkového cíle bylo v různých státech přijato velké množství mechanismů a politik, z nichž některé byly zamýšleny ve formě tlaku na tyto aplikace či tento rozvoj formou předpisů a závazků dosáhnout do určitých termínů stanovených cílových podílů energie z obnovitelných zdrojů na celkové energii a na elektrické energii, a další skupinu tvořily záměry stimulovat tyto technologie a aplikace (» *tahem motivací*) financováním výzkumu a vývoje a různými systémy podnetu. Tyto mechanismy a politiky zahrnují následující obecné (≈ generické ≈ všeobecně využitelné) rámce a prvky:

vnitrostátní mnoha-leté cíle pro zajištění trhu pro zařízení na využívání obnovitelných zdrojů energie a jejich růst, jako např. jsou cílové úrovně podílu obnovitelných zdrojů energie či elektrické energie z nich vyrobené (v USA nazývané „normy obnovitelné energie či podílu v portfoliu obnovitelných zdrojů energie ≈ Renewable Energy Standards (also called Renewable Portfolio Standards – RPS), závazky týkající se obnovitelných zdrojů nebo požadavky směrnice EU o elektrine z obnovitelných

zdroju, zejména pokud jsou formulovány na podporu vyváženého rozvoje technologií všech místně dostupných obnovitelných zdrojů energie;

specifické vládní kvóty využívání obnovitelných zdrojů energie pro města a státy a státní nákupy v oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie;

podněty pro výrobu energie z obnovitelných zdrojů energie, jako jsou pevné (garantované) výkupní ceny, danové úlevy (PTC-production tax credits) a zjednodušený odpocet elektrické energie vyrobené v domech z vlastních zařízení využívajících obnovitelných zdrojů (tzv. net metering, tj. zpětným chodem elektromeru proudem vyrobeným z OZE);

celo-systémové poplatky nebo příspěvky v prospěch systému (SBC ≈ system benefits charges) na financování podpory formou stimulačních plateb, financování výzkumu a vývoje a financování programu ve veřejném zájmu;

finanční mechanismy, jako jsou např. obligace, záruky či dluhopisy, mekké půjčky, danové úlevy, zrychlené odpisování, prodej zelené elektriny;

mechanismy obchodování s kredity, např. s kredity energie z obnovitelných zdrojů energie (Renewable Energy Credits (REC)), s kredity snížení emisí skleníkových plynů, zvýšení hodnoty energie z obnovitelných zdrojů energie a zvýšení jejich přístupu na trh, a zhodnocení environmentálních přínosů obnovitelných zdrojů energie;

odstranění procedurálních překážek a překážek institucionálních a ekonomických, usnadnění integrace obnovitelných zdrojů energie do sítí a do infrastruktur společnosti,

konsistentní (» *transparentní a predvídatelné*) jednání regulačních orgánů, jednotné kodexy a normy, a zjednodušené a standardizované smlouvy o propojování /pripojování (*obnovitelných zdrojů energie k sítím a infrastrukturám*);

mechanismy ekonomického vyvažování (*vyvažování stávajících deformací volného trhu, pozn. pr*), jako je např. uhlíková daň či daň ze znečištění;

nastavení rovných podmínek hospodářské soutěže (≈ "Leveling the playing field") tím, že bude obnovena rovnost dosud nerovných podmínek v důsledku veřejných subvencí energetickým technologiím a výzkumu a vývoji, kdy energetika fosilních paliv a jaderná energetika získává stále ještě největší podíl subvencí;

V rámci těchto obecných politik však existuje mnoho dílčích možností a variant, které musí být pečlivě vybírány, aby byla zajištěna volba nejlepšího programu pro konkrétní technologie vhodné pro daný stát a místo. Například na podporu využívání solární termální energie v Evropě byl nedávno sestaven následující seznam potenciálních finančních nástrojů a stimulačních systémů:

Fiskální (danová) opatření

- danové úlevy, výjimky, odpisy
- mekké půjčky (půjčky na nízký úrok)
- daň z energie/ daň z emisí CO<sub>2</sub>
- snížení daně z přidané hodnoty
- výjimečné odpisy

Investiční podpory

- státní
- regionální
- místní

- dodavatelu energie
- zvláštní fondy či eko-bonusy pro udržitelné stavby
- podpora iniciativ zdola

#### Predpisy

- výjimky ze staveních predpisu
- energetické a stavební normy
- závazky

#### Organizační opatření

- centralizovaná informační strediska
- skupiny pro svépomocné cinnosti (Do It Yourself  $\approx$  DIY  $\approx$  udelej si sám)
- bezplatné či levné poradenství
- dlouhodobé dohody
- schválené finanční plány

#### Jiná opatření

- financování projektu
- výjimečné financování
- schválené finanční principy a zásady ( $\approx$  politika)
- osvetové kampane o využívání energie solárního záření
- demonstrační projekty
- ceny solární energie /technologie

*Zdroj: ASTIG 2001, citováno z Marion Schoenherr, REFOCUS, Mar/Apr 2003, s. 33*

Ruzné politiky byly uplatneny s ruznou mírou úspěšnosti a bylo již získáno mnoho zkušeností. Nekeré politiky (například zákon o povinném výkupu elektriny z obnovitelných zdroju energie v Nemecku, Dánsku a Španelsku za garantované ceny) se ukázaly být daleko účinnější než jiné v dosažené úrovni rozvoje využívání obnovitelných zdroju energie; nekeré politiky byly zkoušeny a následne zamítnuty (nar, politika stanovení kvót v UK). Evropská Komise ponechává členským státům ruznorodé mechanismy k dalšímu rozvíjení využívání obnovitelných zdroju energie až do r. 2005 pred tím, než se pokusí implementovat nejaký rámec Společenství.

Prezkum případové studie dopadu a účinnosti „fonde pro cisté energie“ na projektech v plném provozním měřítku elektráren byl predmetem zprávy vypracované národní laboratorí Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley, California, USA), citováno dle zprávy v REFOCUS, Jan/Feb. 2003). Prezkoumaný mechanismus zahrnoval:

- predem udelené granty (skutečná podpora projektum),
- odpustitelné pujcky (na podporu počátečních výdaju, splácené jen pokud by projekt byl dokončen),
- stimulační poplatky pro výrobu (platby za skutečnou produkce dle počtu vyrobených kWh),
- smlouvy o nákupu elektrické energie,
- normou stanovený podíl využívání obnovitelných zdroju energie

Zpráva uzavírá, že dlouhodobé smlouvy o nákupu elektrické energie (na nejméne 10 let) jsou pro výstupy systému na využívání obnovitelných zdroju energie kriticky důležité, ale duvera investoru nutná pro uzavření takovýchto smluv je založena v prvé rade na existenci stabilních dlouhodobých politik, jak je napr. normou stanovený podíl využívání obnovitelných zdroju energie, doplnený - v menším rozsahu, trhy s elektrickou energií vyrobenou z obnovitelných zdroju

Dále musí být splněny požadavky na pracovní síly pro průmysl fotovoltaických zařízení. Analýza financování fotovoltaického průmyslu ukázala, že 80 až 90 % trhu s fotovoltaickými zařízeními bude muset mít finanční pomoc pro koncového uživatele. Zpráva také uvádí, že úverování koncového uživatele s rozumnými podmínkami může vést až *k desetinásobnému vzrůstu poptávky* po fotovoltaických zařízeních.

Podobně by v rozvojových státech mohly akvizice fotovoltaických zařízení vzrůst ze současných 2 až 5 % bez finanční pomoci, a na až 50 % s finanční pomocí. Respektovány by dále měly být kapitálové požadavky závodu a prodejní distribuční síte, včetně jejich vybavení a pohledávek. Splnění všech těchto požadavků lze usnadnit vládními nákupy, snížením úrokové míry, danovými a investičními podněty k usnadnění toku financí do průmyslu využívání obnovitelných zdrojů energie, a možnost nákupu úlev splátek půjček (složením hotovosti si lze zakoupit předem efektivní snížení úrokové míry půjček, tzv. *buydowns of interest rates*

### **Politiky měst mohou sloužit jako příklad**

Jasně nejvýznamnější dopady na rozvoj využívání obnovitelných zdrojů energie budou mít celostátní programy s podporou národních vlád. Velké pokroky v tom, jak veřejnost vnímá nové technologie, však mohou být důsledkem tvorivých iniciativ vymyšlených progresivně orientovanými členy městských magistrátů (≈ městských úřadů). To se zdá být zvláště často případ využívání fotovoltaických technologií, neboť mnoho fotovoltaických systémů zabudovaných do budov a připojených k síti může být uplatněno v městech, a přínosy fotovoltaických zařízení mohou být zvláště výhodné pro posílení spolehlivosti a bezpečnosti funkce městských služeb a infrastruktury.

Městské úřady mohou přebírat odpovědnost za rozhodování o jejich vlastních energetických podnicích přinejmenším dvěma způsoby. Nejjednodušší situace je pro energopodniky vlastněné městem (v USA „municipální elektrárny“ atd.). Tyto městem vlastněné elektrárny jsou řízeny volenou radou reditelů, což jsou občané města a funkce elektrárny jsou začleněny do finančních a administrativních institucí města. Rozhodování ohledně zdroje elektrárny může být číne s ohledem na dopady na ostatní ekonomické sektory, např. dopadem na zaměstnanost (možnost vytvářet nové pracovní příležitosti). V případech, kdy je elektrická energie pro město nakupována od elektráren vlastněných velkými investory, mohou městské úřady finančně stimulovat zvyšování energetické účinnosti a rozvoj využívání obnovitelných zdrojů energie, čímž přispívají nejen k zlepšení životního prostředí, ale i ekonomické a sociální přínosy pro město, včetně zvýšení spolehlivosti funkce městské infrastruktury.

V USA v důsledku nedávno přijaté legislativy vyvolává zájem dočasný rámec nazývaný „komunitní spolčování se“ ≈ Community Aggregation. Ten umožňuje zákazníkům elektrárny měst - ale i v případě několika sdružených a spolupracujících měst - sepsat smlouvu o nákupu elektriny jako jediný (hromadný) zákazník. Smlouva se uzavírá s „dodavatelem energetických služeb“ (≈ energy service provider ≈ ESP) buď k nasmlouvání nižších cen služeb, nebo ke splnění přísnějších požadavků stanovených městskými úřady (magistráty) ohledně ochrany životního prostředí, energetické účinnosti, a splnění nových a přísnějších norem využívání obnovitelných zdrojů energie, než byly stanoveny (či mlčky bezsmluvně přijaty) minulým dodavatelem energetických služeb. První z těchto smluv byla smlouva sdružení 21 měst v oblasti Cape Cod (pozn. pr.: *název oblasti písčitého poloostrova mezi Cape Cod Bay a Atlantikem v jihovýchodní části Massachusetts, známé Kennedyho sídlem, pojmenované podle rybářských vesnic z 18. století „tresčí mísa“*) nazvaná "Cape Cod Agreement", kterou byla nasmlouvána nižší cena elektrické energie.

Družstva venkovských producentů elektrické energie, což mohou být jednotlivá města nebo celé malé regiony, jsou rovněž řízeny volenou radou reditelů, kteří jsou odpovědní lidem kterým slouží. To tento družstvem umožňuje posilovat (pákovým efektem) cíl podporovat místní ekonomické přínosy, např. při rozhodování mezi výstavbou a vlastnictvím zařízení na využívání obnovitelných zdrojů energie, nebo podporou rozvoje místních zdrojů elektrické energie využívajících obnovitelné zdroje, které si vybudují samotní farmáři, formou dlouhodobých smluv o nákupu jimi vyráběné elektriny.

Níže jsou uvedeny tři příklady z Kalifornie (USA), které se týkají elektráren dostatečně velkých na to, aby měly vliv na trh s fotovoltaickými zařízeními. První dva příklady se týkají měst vlastních elektráren. Třetí příklad se týká San Franciska, města které nevlastní elektrárny, ale přesto učinilo závazky podporovat finančně energetickou účinnost a fotovoltaické aplikace. Všechny tři příklady uvádějí nadšené odhodlání obyvatel měst podílet se na energetické budoucnosti svých měst a na přechodu k využívání obnovitelných zdrojů energie, a rovněž vůli městských úřadů tento přechod urychlit.

### **Případ fotovoltaického programu města Sacramento pro městskou část Sacramento Municipal Utility District » SMUD**

Fotovoltaický program města Sacramento pro městskou část Sacramento Municipal Utility District (≈ dále jen SMUD) představuje možná celosvětově nejkonsistentnější, nejznámější a nejprůběžnější vzor svého druhu. Nové programy rozvoje využívání obnovitelných zdrojů energie byly původně motivovány rozhodnutím města uzavřít velmi drahou a nevhodně provozovanou jadernou elektrárnu o výkonu 800 MW. Toto uzavření přinutilo město k nákupu 25 % své spotřeby elektrické energie na trhu, což vedlo k několika zvýšením sazeb. Nový a velmi pokrokový správce SMUD, pan David Freeman, přislíbil vynaložit úsilí s cílem do tří let vyrovnat nedostatek elektrické energie zvýšením energetické účinnosti, vybudování nejlepší solární elektrárny ve státě a snížení sazeb za elektrickou energii na původní úroveň.

Tento slib byl splněn. Solární elektrárna SMUD se stala celosvětově nejlepším zařízením svého druhu v druhé polovině devadesátých let. Dnešní sazby za elektrickou energii jsou v Sacramento přibližně stejné, jako by byly, kdyby k uvedeným změnám bývalo nedošlo, ale v nové situaci bez elektrické energie z jaderné elektrárny, se zvýšením energetické účinnosti a s dostupným výkonem zařízení, která využívají solární a jiné obnovitelné zdroje energie. Poznatky získané v případě využívání obnovitelných zdrojů energie v SMUD byly prezentovány a oceněny celosvětově.

Fotovoltaický program pro SMUD byl založen na vizi (zformulované vedoucími tvůrci programu pro SMUD) o využití celostátního a celosvětového fotovoltaického potenciálu. Tito tvůrci zamýšleli (*vlastním programem určeným pro Sacramento - ale nad rámec presahující význam SMUD*, pozn. pr.) přispět k instalaci zařízení s výkonem 15 GW fotovoltaické elektrické energie v USA a k instalaci výkonu 70 GW v celém světě do konce r. 2020. Současně předvídali, že by tato rychlá instalace tak velkých výkonů mohla vést ke snížení nákladu na vyrobenou jednotku elektrické energie na úroveň 3,0 USD /1W instalovaného výkonu, což představuje realistickou sazbu za výstupní střídavý proud, se zahrnutím provozních nákladů a nákladů na údržbu (≈ O&M costs ≈ Operating and Maintenance cost) do r. 2010, a k dalšímu snížení na 1,5 USD/ watt instalovaného výkonu střídavého proudu do r. 2020. Zástupci SMUD pak přijali vlastní cíle své spoluúčasti na této vizi, s úkolem vybudovat fotovoltaické zdroje pro město, s postupnými cíli instalovat v městě zdroje pro

dosažení 10 MW výkonu v r. 2003, a dále instalovat dalších 25 000 jednotek (s celkovým výkonem okolo 50 MW) do r. 2010.

Průzkumem provedeným pracovníky SMUD bylo zjištěno, že 24 % zákazníků by bylo ochotno za elektrickou energii z fotovoltaických zdrojů platit více, což představovalo potenciál městského trhu přes 200 MW. Konkrétněji a realističtěji bylo zjištěno, že 14 % odberatelů bylo ochotno platit sazby o 15 % vyšší, a 8 % bylo dokonce ochotno platit sazby vyšší o 30 %, což stále ještě představovalo přes 35 MW potenciální fotovoltaické zákaznické základny.

Do r. 2000 bylo na území SMUD instalováno v 550 domech a na kostelech, školách, podnikatelských budovách a parkovištích 650 nových, decentralizovaných fotovoltaických systémů s výkonem 7 MW. Největší systém ve vlastnictví města představovala fotovoltaická střecha zastínující parkoviště v County Fairgrounds s výkonem 500 kW (v horkém podnebí města jde o vítané chlazení parkovaných vozů).

Při zahájení fotovoltaického programu (Pioneer II) v r. 1999 úřad SMUD dalším průzkumem zjistil tržní potenciál dalších 10 až 36 tisíc zákazníků, kteří si přáli mít svůj vlastní fotovoltaický systém, což představovalo příležitost pro instalaci dalších 30 až 100 MW dalších fotovoltaických zdrojů. Během programu Pioneer II město SMUD přispělo k nákupu fotovoltaických zařízení „nákupem snížení diskontní sazby“ (viz poznámky překladatele na konci textu tohoto překladu, kde je tento pojem vysvětlen) pro zákazníky (což představovalo 50% příspěvek města svým odberatelům), čímž byly náklady pro zákazníky sníženy na úroveň 3,0 USD/watt plně instalovaného výkonu. Na základě dlouhodobých (5-tiletých) smluv s dodavateli představitelé SMUD realizovali záměr své příspěvky postupně snižovat tak, aby v pozdější fázi programu Pioneer II byly skutečné náklady na instalaci fotovoltaických zdrojů na úrovni 3,0 USD/watt střídavého proudu.

Jsou-li náklady na instalaci fotovoltaických zařízení na úrovni 3,0 USD/watt přidány k 30-leté hypotéce na domy, představují náklady na produkci fotovoltaické elektriny 9 až 12 US centů /kWh, což činí tuto volbu ekonomickou pro majitele domu, kteří se rozhodli své domy vybavit fotovoltaickými zdroji.

Představitelé SMUD zdůvodnili své vlastní výdaje při zahájení tohoto programu výslovným vycislením nejen hodnoty samotné elektrické energie produkované fotovoltaickými zdroji, ale také dosažením primární a sekundární podpory přínosu vyplývajících z připojení fotovoltaických zdrojů k distribuční síti a jinými hmatatelnými a skutečnými přínosy, které vyplývají z decentralizování zdrojů elektrické energie formou fotovoltaického využívání obnovitelného ≈ solárního zdroje energie. Vedení SMUD přijalo politický rámec „udržitelného zorganizovaného rozvoje fotovoltaických systémů na mnoho let, který by přispěl ke snížení nákladů zaručením mnoholetých programů velkoobjemových nákupů fotovoltaických zařízení. Dodavatelé těchto systémů byly smluvně vázány ke snížení nákladů v dohodnutém harmonogramu již při podpisu mnoholetého kontraktu.

Fotovoltaický program SMUD neprobíhal bez překážek. Například původně nasmlouvaný dodavatel nebyl schopen dodat potřebný počet PVP zařízení, takže bylo nutné zakoupit chybející PVP moduly za vyšší cenu. Vyskytlo se i několik dalších menších překážek, které rovněž poněkud zpomalily realizaci programu, ale naštěstí jimi tento ambiciózní program nemohl být zastaven.

Nicméně fotovoltaickému programu SMUD se dostalo široké publicity a jeho tvurci byli ovoceni mezinárodními cenami. Program představuje i velmi smělé rozhodnutí - jediné mesto se rozhodlo k ovlivnění světového trhu a celosvetových cen fotovoltaických zařízení.

## **Prípady programu mest Los Angeles a San Francisco**

### ***Prípad Los Angeles***

Povzbuzení úspechem programu Sacramento, celosvetove největší vlastník mestských energopodniku, Kalifornské ministerstvo vodního hospodárství a energetiky, v meste Los Angeles nyní nabízí jako podnet k nákupu fotovoltaických systému na jím spravovaném území příspěvek ve forme nákupu snížení úrokové míry ( $\approx$  buydown) ve výši USD 5,5 USD/watt. Tento příspěvek je zvýšen na 6 USD/watt refundovaných (vrácených zpět jako část zaplacené částky) v případě, že i výrobce PVP systému sám sídlí na území Los Angeles (důvodem je snaha využít tím indukované násobné ekonomické dopady, charakterizované efektem „ekonomického násobitele“). V r. 2002 byl v Los Angeles nainstalován výkon 2,3 MW fotovoltaických systému. V r. 2003 zástupci Los Angeles znovu potvrdili svůj desetiletý program na stimulaci rozvoje fotovoltaických systému ve finančním objemu 150 milionu USD. Ten je doplněn programem stimulace zvyšování energetické účinnosti spojeným s kampaní s původním názvem (Zelená energetika pro zelené Los Angeles  $\approx$  Green Power for a Green LA) představující nákupní možnosti (*pozn. pr.: jde o radu environmentálních programu pro udržitelnou budoucnost, v rámci nichž se mestský orgán kalifornského ministerstva vodního hospodárství a energetiky zavázal k podpoře a hájení environmentálních programu, které umožňují do nich zapojovat zainteresované jednotlivce; program shrnuje mj. větší samostatné programy: Stromy pro LA, Zvyšování energetické účinnosti pro zelené LA, Solární energie pro zelené LA, Elektrická vozidla pro zelené LA, Zelená elektrická energie pro zelené LA, Recyklace pro zelené LA a Vzdělávací služby pro zelené LA*).

### ***Prípad San Franciska***

V r. 2001 volici v San Francisku hlasováním (se 73% podílem hlasu pro) schválili vydání dluhopisu v hodnotě 100 milionu USD k financování fondu pro veřejné půjčky k nakoupení snížení úrokové míry nákladu ( $\approx$  buydowns) pro nové projekty zvýšení energetické účinnosti a instalace fotovoltaických zdroje elektrické energie (PVP systému s celkovou, nove-instalovanou kapacitou 50-60 MW) v meste. K rozhodnutí přispěly zejména dvě okolnosti:

- San Francisko nemelo vlastní energopodnik a bylo energeticky závislé na energopodnicích vlastněných investorem;
- volicum bylo názorne prokázáno, že okolí jejich mesta, které je známé letními smogovými epizodami, má až 85 % potenciálu energie solárního záření, jako je potenciál mesta Fénix v Arizone.

Navíc přispěl i fakt, že se zástupcům mesta podařilo smluvně zajistit potřebné práce, nákupy a spolupráci s podniky, pracovníky a skupinami orientovanými na ochranu lidského zdraví a životního prostředí.

San-Franciský program vydání dluhopisu na podporu programu zvýšení energetické účinnosti a instalace PVP systému spojuje výhody úspor energie a nových fotovoltaických zdroje elektrické energie tak, že jejich celkovým synergickým výsledkem bude nulový přírůstek nových nákladů pro danové poplatníky v San Francisku. Předpokládá se, že tento spojený celkový program povede:

- ke zvýšení spolehlivosti mestských služeb a funkčnosti esenciální infrastruktury (zejména v nepředvídaných stavech nouze), a

- umožní predejit výstavbe nové elektrárny spalující fosilní paliva, který by jinak byla vyudována k pokrytí poptávky po elektrine tohoto vysoce rozvinutého a nádherného mesta;
- k vytvoreni nových pracovních příležitostí pro obyvatele mesta.

Již nyní se s představiteli Los Angeles spojili zástupci mest San Diego, Denver a New York s cílem poznat mechanismy a podmínky, za kterých by v techto mestech mohly být dosaženy stejné cíle jako v Los Angeles.

Procedurální požadavky znamenaly zdržení vydání uvedených dluhopisu o celý rok. Namísto necinného čekání však vedení mesta pokračovalo ve financování a výstavbe prvního velkého projektu ve vlastní režii, instalací 650 kW fotovoltaické strešní soustavy panelu ve spojení se zvýšením energetické účinnosti na budove mestského strediska City's Moscone Convention Center. Tento projekt umožní snížit náklady mesta na provoz tohoto strediska jen na úctech za elektrickou energii o 200 000 USD ročne. Na tento projekt navazuje rada projektu dalších, z nichž nejpodobnější je instalace 100 dalších strešních fotovoltaických systému, s cílem vybudovat infrastrukturu a zjednodušit mestské administrativní procedury pro přípravu hromadného zavádění PVP systému v situaci, kdy již bude možno využít dluhopisy až budou vydány. Všechny tyto projekty jsou realizovány „výnosove neutrálním způsobem“, což umožňuje získat zpět do mestských fondu finance na tyto programy vynaložené formou různých výdajů.

### **Normy obnovitelné elektriny (» Renewable electricity standards)**

Politika stanovení norem elektrické energie vyrobené využíváním obnovitelných zdrojů energie (v literature často nazvané „normou portfolia obnovitelných zdrojů energie - Renewable Portfolio Standards ≈ RPS; tj. stanovení závazného cílového podílu obnovitelných zdrojů ve skladbě zdrojů, nebo podílu elektrické energie z obnovitelných zdrojů na celkové primární elektrické energii) je v současnosti pokládána za prvotní politiku, která bude motivovat rozvoj obnovitelných zdrojů energie v USA; tento přístup se ukazuje být rovněž základním pro zajištění rozvoje využívání obnovitelných zdrojů energie celosvetove. Každý stát, který si stanovil závazný cíl zvýšit podíl využívání obnovitelných zdrojů energie, který musí být začleněn do státní skladby zdrojů energie, a to na specifikovanou úroveň do cílového data, a stanoví postupné dílčí cíle či určitý harmonogram dosahování tohoto cíle, tím efektivně stanovil normu portfolia obnovitelných zdrojů energie (či „závazek ohledně obnovitelných zdrojů energie“ v terminologii užívané v UK ≈ Renewable Energy Obligation). Takovýto závazek (normu) si stanovila Evropská unie a všechny její členské státy EU.

Podobný pevně stanovený cíl (norma či závazek) rozvoje obnovitelných zdrojů energie na úrovni celého federálního státu - USA dosud neexistuje, ale do srpna 2003 takovýto závazek v různé formě přijalo 13 států USA. Programy využívání obnovitelných zdrojů energie vypracované a realizované v každém jednotlivém státě jsou extrémně důležité pro vytvoření příznivých podmínek rozvoje souvisejícího průmyslového zázemí a důvěry v nová průmyslová odvětví výroby zařízení k tomu nutných. Programy jednotlivých států však v souhrnu nepředstavují uspokojivou náhradu za celostátní (na úrovni celého federálního státu - USA) politiku, v rámci níž se celé USA rozhodnou k významnému pokroku v přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie.

Přijetí závazného cíle zvýšit podíl využívání obnovitelných zdrojů energie každoročně o určitý procentní příspěvek - a ujištění o tom, že celkový cílový podíl obnovitelných zdrojů bude skutečně dosažen - poskytne rámec pro víceleté investice do nových odvětví a nových podniků a odpovídající podnět pro ekonomiku. Politika stanovení podílu (normy)



obnovitelných zdroju je jednoduše implementovatelná, a záleží na využití tržních sil pro rozvoj celého spektra obnovitelných zdrojů energie tak, aby celkový cíl mohl být dosažen za co nejnižší tržní ceny. Na trhu mohou soutěžit pouze ty technologie využívání obnovitelných zdrojů, které jsou dostatečně provozně overeny a dozrály pro trh.

## **Vybudování vyvážené skladby obnovitelných zdrojů energie**

Pouhé stanovení cílu nebo přijetí mnoholetého cílového podílu obnovitelných zdrojů energie však samotné zaručuje nic. K zajištění realizace těchto cílů jsou „absolutně nezbytné“ implementační programy a další podněty sponzorované vládou. Nемеcké zákony o výkupních cenách elektriny z obnovitelných zdrojů energie (viz následující oddíl této Bílé knihy) jsou zaměřeny na plnění konkrétních dlouhodobých cílů pro začlenění dodatečných obnovitelných zdrojů energie do skladby energetických zdrojů

Finanční mechanismus výkupních cen se ukazuje být dostatečným podnětem pro vyvolání odezvy trhu s dostatečným počtem nových obnovitelných zdrojů energie k tomu, aby stanovené německé cíle mohly být splněny. Ovšem základem pro to byl dán vládním programem výdajů, podpor a pužek.

Jedna ze silných stránek stanovení normy obnovitelných zdrojů energie může být potenciálně jednou z jeho nevýhod. Velmi velká volnost, kterou trhu ponechává přijatá norma ( $\approx$  cílový podíl OZE) může bránit vývoji jakýchkoli jiných, než momentálně nejlevnějších způsobů využívání obnovitelných zdrojů energie. Při současných cenách je značně zvýhodněno využívání energie větru, s nímž využívání energie solární, geotermální a bioenergie nemůže rovne konkurovat.

Přijaté normy ( $\approx$ stanovení cílového podílu) využívání obnovitelných zdrojů energie poskytuje dodavatelům elektrické energie obrovskou pružnost. Ti pak mohou volit pro ne nejlevnější řešení ke splnění normou požadovaného podílu ve stanovené lhůtě tím, že vybudují zařízení na využívání obnovitelných zdrojů energie sami, nebo elektrickou energii vyrobenou z obnovitelných zdrojů energie sami nakoupí od někoho jiného, nebo nakoupí příslušné kredity. Celkovým výsledkem je, že na trhu je z dostupného největší dostupné množství elektrické energie za celkově nejnižší náklady, a že je zajištěno další trvání podnětu pro dodavatele elektrické energie z obnovitelných zdrojů ke snižování nákladů na využívání obnovitelných zdrojů energie.

Nakonec však stále ještě k dokončení přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie bude nutné vybudovat velkokapacitní zdroje v běžném měřítku centralizovaných elektráren klasického typu pro všechny typy obnovitelných zdrojů, zejména na podporu velko-objemové výroby elektrické energie a velkoplošných aplikací, které mohou vést ke snížení cen elektrické energie z obnovitelných zdrojů a ke zvýšení systémové spolehlivosti zvýšením rozmanitosti zdrojů. Cílový podíl využívání obnovitelných zdrojů energie stanovený pro více let značně přispívá k dlouhodobým zájmům každého státu, proto by měl být součástí každého balíčku politických nástrojů zaměřených na podporu vývoje vyvážené skladby obnovitelných zdrojů energie a energetických technologií přizpůsobených stavu vývoje každé z těchto technologií.

Normy obnovitelných zdrojů energie mohou být stanoveny jako celkový podíl ze všech druhů obnovitelných zdrojů energie, nebo se tento různým druhů více přizpůsobit. Například může být celkový podíl (norma) rozdělen do dílcích podílů vyjadřující cíle pro jednotlivé

druhy obnovitelných zdrojů energie, jako tomu bylo ve státech Nevada a Arizona stanovením minimálního podílu elektrické energie vyrobené využitím právě sluneční energie v celkovém podílu obnovitelných zdrojů. Tato možnost sice poněkud komplikuje využívání této politiky norem, ovšem v praxi se ukázalo, že jde o dobře proveditelný cíl.

Pokud je přijat dostatečně velký podíl jako uvedená norma, může dojít k jeho „autonomnímu posilování“. Analýzy provedené unií zainteresovaných vědců (Union of Concerned Scientists) vedly k závěru, stanovení podílu 10 % a méně, byly by ještě konkurenceschopné střední objemy energie systému založených na geotermální energii a na využití skádkového plynu (bioplynu). Pokud by však byl stanoven podíl na úrovni 20 % do r. 2020, byla by konkurenceschopná značná část technologií využívající biomasu, a ke konci prognózovaného období by se staly navíc konkurenceschopné i solární technologie.

V každém případě je však důležité podporovat souběžný vývoj celého spektra obnovitelných zdrojů energie od počátku a nečekat na to, až podmínky na trhu otevrou možnost konkurovat dalším obnovitelným zdrojům. Vlády i energopodniky musí mít k dispozici plně dozrálé a provozně spolehlivé technologie, a pro trh a spotřebitele je rozhodující, zda se ceny již podařilo snížit na přijatelnou úroveň, a k tomu jsou nutné velmi agresivní stimulační programy.

Príslušný „balíček“ politik může zahrnout přímé finanční podněty pro ty technologie, které ještě nemohou konkurovat o místo ve skladbě zdrojů zaručujících splnění stanovené normy obnovitelných zdrojů energie. Například v USA mnohé státy a města nabízí spotřebitelům, kteří si zakoupí PVP systém, zpětné vyplacení značného rabatu, a to dokonce i ve státech, které přijaly vlastní agresivní normu obnovitelných zdrojů. V Kalifornii, ve státě s nejvyšší normou obnovitelných zdrojů v USA (20 % elektrické energie z OZE do r. 2017) byl v r. 2003 vyplácen rabat odpovídající 4 USD/watt, a to až do zakoupení systému o kapacitě 30 kW.

Výše finančních podnetů se může s postupem času snižovat, tak by byl sledován vývoj poklesu nákladů na později instalované PVP systémy. Větší komerční PVP systémy získaly významnou monoheletou finanční podporu, když kalifornská komise veřejných energopodniků schválila na podpurné podněty pro rozvoj fotovoltaiky celkový roční příspěvek 125 milionů USD po dobu 5 let (2004 až 2009), které budou vypláceny formou příspěvku 4,5 USD /watt i pro systémy s výkonem nad 30 kW. Komerční podniky v Kalifornii mohou rovněž využívat možnosti investice do solárních technologií přidat k danovým úlevám v úverech podniku. Tím pro ně vzniká možnost instalovat PVP systémy, které budou vyrábět elektrickou energii s náklady okolo 9 US centů /kWh - tedy za plně konkurenceschopnou cenu, která navíc v budoucnosti neporoste.

Podobně je tomu s japonským programem „70 000 fotovoltaických střeš“, který byl spolehlivě zajištěn financováním od jeho vyhlášení v r. 1994 do současnosti, kdy byl dále prodloužen do r. 2006. Do konce r. 2002 bylo instalováno celkem 117 500 střeš s výkonem 424 MW, a s časem souběžně klesaly náklady pro spotřebitele: celkový pokles nákladů v období 1995 až 2002 činil 41 %, až na úroveň 6,5 USD /watt instalovaného výkonu. S poklesem nákladů souběžně klesaly i vládní subvence z 50 % v r. 1994 na 15 % v r. 2002; v současnosti je popularita programu již tak vysoká, že zájem veřejnosti o účast v programu nadále roste.

Náklady na fotovoltaickou výrobu elektrické energie zůstávají i nadále vyšší, než je výkupní cena elektrické energie dodávané do sítě větrnými elektrárnami. Náklady na výstup z fotovoltaické energie představují náklady spotřebitele, neboť do budov začlenené PVO systémy již nevyžadují další výdaje na přenos a rozvod. Výsledkem této výhody je, že v rámci souboru (balíčku) vládních podnetů je schopna fotovoltaicky vyrobená elektrická energie konkurovat elektrické energii z jiných - „méně nákladových“ obnovitelných zdrojů energie, které jsou však vzdálenější a vybudované podle vnitrostátních norem pro elektrickou energii z obnovitelných zdrojů. Tato okolnost vedla v Kalifornii, stejně jako v Německu a v dalších evropských státech, k zakázkám na nové velké komerční fotovoltaické střešní systémy a k fotovoltaickým střeším nad parkovišti automobilů.

Tržním indikátorem prokazujícím přínos vládních podnetů kalifornského státu pro rozvoj fotovoltaických systémů je růst velikosti instalovaných PVP systémů: dodavatel poloviny komerčních střešních fotovoltaických systémů v USA - včetně většiny kalifornských zakázek - uvádí růst průměrné velikosti nové instalovaných PVP systémů z 94 kW v r. 2000 na 260 kW v r. 2002 a na téměř 350 kW v r. 2003 s tím, že v několika případech instalací překročil výkon 1 MW.

S současností je i výroba elektrické energie z geotermálních zdrojů a z biomasy dražší, než z větrných elektráren. Využití geotermální energie a energie biomasy lze spojit v aplikacích kombinované výroby elektriny a tepla (CHP), s potenciálem konečné účinnosti konverze výchozí energie na užitečnou práci až 80 %. S dvojnásobkem výstupní užitečné energie mohou být tyto systémy nákladově účinné i s dvojnásobnými náklady oproti systémům se samotnou výrobou tepla nebo elektrické energie. Využití geotermální energie a bioenergie může sloužit jako stabilní „pátek“ dodávek elektrické energie s vysokou kapacitou posílení efektivnosti nákladů na rozvoj prorušované dostupných obnovitelných zdrojů energie, čímž dále zvyšují hodnotu sítě obnovitelných zdrojů.

Závěr v této Bílé knize ze zde uvedených případů učiněný a opakovaně potvrzený je, že vlády musí vypracovat politiky ke zvýšení energetické účinnosti a využívání obnovitelných zdrojů energie, které jsou přizpůsobeny specifickým potřebám jednotlivých států a které maximalizují celkovou ekonomickou hodnotu vyváženého spektra různých politik. Největší podíl z normy obnovitelných zdrojů energie může být dobře zaujat touto formou využívání obnovitelných zdrojů, která je nejvíce konkurenceschopná (či technologií výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů s nejnižšími náklady); doplňující programy podněcující rozvoj mohou přispět k rozmanitějším zdrojům, než by bylo výsledkem čisté tržní reakce, čímž lze dosáhnout zrychlení rozvoje nových průmyslových odvětví, vytváření nových pracovních příležitostí a zajištění větší spolehlivosti integrované sítě energetických zdrojů pro budoucnost.

Podobně je tomu i s produkcí elektrické energie ze solárních termálních zařízení, která je nákladnější, než jsou současné konvenční technologie výroby elektrické energie. Hodnota elektrické energie produkované solárním termálním zařízením však může být značně zvýšena častým souběhem špičkové spotřeby a špičkového výkonu těchto zařízení, které umožní vyloučit jinak drahé vyrovnávání těchto špičkových spotřeb záložními zdroji. Například v Kalifornii domy a podniky s časově závislými sazbami a odpovídajícími časem-váženými-funkcemi elektromerů - pro spotřebu v době odpolední špičkové spotřeby (mezi 12:00 a 18:00) platí sazbu 30 US centů /1 kWh - což se též úplně kryje s dobou přímé dostupnosti sluneční energie.

Téměř všechny možnosti výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů představují levnější řešení. Hybridní elektrárny využívající solární termální záření souběžně s možností spalovat zemní plyn mohou dosáhnout ještě větších ekonomických přínosů a vysoké úrovně spolehlivosti tím, že zajišťují schopnost vykrytí špičkovou spotřebu elektrické energie vždy (jak prokázaly kalifornské zkušenosti s výrobou solární termální elektrické energie), přičemž 75 % špičkové poptávky lze pokrýt elektrinou vyrobenou ze sluneční energie.

### **Jeden zvláště úspěšný politický nástroj: povinné výkupní ceny**

Prezkoumejme jeden úspěšný případ uplatnění úspěšné politiky podrobněji, neboť je to v mnoha směrech ilustrativní - zákon o povinném výkupu a garantovaných výkupních cenách elektrické energie z obnovitelných zdrojů (jako pevně stanovený podnet ve formě vládního příspěvku či platby vyplácené za každou vyrobenou jednotku elektrické energie - za každou kilowatthodinu (kWh)). Dánský podnet povinné výkupní ceny elektriny byl hlavní hnací silou pro široké rozšíření větrných elektráren v Dánsku. Tento příklad následovaly i další země.

Nemecko poprvé zavedlo garantovanou výkupní cenu jako podnet v r. 1990, a následně byl tento podnet zlepšen zákonem o obnovitelných zdrojích energie (dále jen EEG), který nabyl účinnosti dnem 1. dubna 2000. Podle tohoto zákona je elektrická energie vyrobená ze sluneční energie v Německu subvencována platbou 45,7 Eurocentu za 1 kWh, a to až do maximální velikosti systému podporovaných programem na úrovni 1 GW.

Výkupní ceny představující tuto subvenci budou platit po dobu 20 let, ale platby pro nové systémy se každoročně budou snižovat o 5 % podle předpokladu postupně klesajících nákladů na jejich instalaci. Ve Španělsku byla stanovena povinná výkupní cena elektriny vyráběné fotovoltaicky na 40 Eurocentu za 1 kWh v případě menších systémů s kapacitou pod 5 kW, a na 20 Eurocentu za 1 kWh pro systémy do velikosti dané kapacitou 25 MW. Rovněž Francie začala v roce 2000 subvencovat fotovoltaickou elektrickou energii příspěvkem 15 Eurocentu za 1 kWh.

Podobné - ale poněkud nižší subvence - jsou v Německu stanoveny pro elektrickou energii z větrných elektráren i z dalších obnovitelných zdrojů energie. Rozdílné úrovně podnetu v případě různých obnovitelných zdrojů energie mají za cíl vyrovnávat odlišnou finanční náročnost různých obnovitelných zdrojů energie podle jejich postavení na trhu, tak aby bylo rozvíjeno celé portfolium různých zdrojů. V tomto ohledu představují výkupní ceny vynikající politiku, zvláště důležitou pro rozvoj využívání sluneční energie, která v současnosti představuje nákladnější zdroj, než energie větru.

Německý zákon o výkupních cenách umožňuje pružně výkupní ceny menit podle potřeb měnící se praxe. Nerovnost podmínek vyvolaných výhodností provozu větrných elektráren situovaných ve větrně příznivých oblastech - oproti nevýhodám elektráren v oblastech méně příznivých (s nižšími rychlostmi větru) jsou v současnosti vyvažovány výkupními cenami závislými na intenzitě větrného zdroje v místě instalace dané větrné elektrárny.

Není náhodné, že přijetí povinných výkupních cen elektriny v Německu, Dánsku a Španělsku vedlo k tomu, že se tyto tři státy dostaly na celosvětově první místa v oblasti využívání energie větru a sluneční energie. Současně však tato velká úspěšnost zákona typu EEG může pro státní finance znamenat až nepřijatelnou zátěž.

V Nemecku proto financují podnety k přímé produkci elektrické energie soubežně se sporem financních zdrojů (≈ akumulací financí) pro nízko-úročené půjčky poskytované na nákup zařízení na výrobu energie z obnovitelných zdrojů, přičemž zdrojem jsou poplatky uvalené na prodej elektriny všem spotřebitelům. Tento systém financování se v USA nazývá Systems Benefits Charge ≈ SBC ≈ poplatek v prospěch systému)

Při celkové finanční zátěži rozdělené na takto velký počet poplatníků uvedený poplatek představuje velmi malý zlomek měsíčních účtů za energii. Příklad rovněž demonstruje synergické spolupůsobení obou soubežných politik (a tím i význam formulace více politik vzájemně se doplňujících), kdy jsou zaručeny subvence producentům elektriny z obnovitelných zdrojů, a současně se přenáší finanční odpovědnost za tyto subvence na všechny spotřebitele elektrické energie ve státě prostřednictvím malého dodatečného poplatku.

Z uvedeného nevyplývá jednoduše, že přijetí zákona o povinných výkupu a garantovaných výkupních cenách elektriny z obnovitelných zdrojů energie samotné již zaručí rychlou eskalaci využívání obnovitelných zdrojů energie. Například v Německu, Portugalsku i v Itálii byly také přijaty zákony o povinném výkupu elektriny z obnovitelných zdrojů, ale ty účinné nebyly, neboť v těchto státech již nebyly provázeny dostatečnou podporou prostřednictvím další implementační legislativy, zajišťující např. zjednodušené povolení plánů, poskytování nízko-úročených půjček, zaručeným přístupem k síti atd.

Při zajišťování rozvoje využívání obnovitelných zdrojů energie nebude žádná jednotlivá podpora či politika nebo podnet schopen působit samostatně - bez spolupůsobení a přispění politik a podnetů dalších. Pro vlády bude ve všech případech nutné zformulovat celý soubor (balíček) politik, které dohromady mohou představovat spojené úsilí o dosažení cíle, podnety, odstranění překážek a další opatření usnadňující postupné směřování k pokroku při rozvoji obnovitelných zdrojů energie.

## **Rozvojové státy**

Ačkoli význam přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie pro rozvojové státy byl uznán již na počátku této Bílé knihy, její text byl dosud soustředěn především na politiky vhodné pro státy rozvinuté. Rozvinuté státy musí přirozeně nést bránu vedoucí role při rozvoji technologií využívání obnovitelných zdrojů energie a bránu vývoje velko-kapacitních aplikací, které mohou vést ke snížení nákladů, které je ale již výhodné pro všechny státy. Proto je nanejvýš nutné, aby se všechny rozvinuté státy zavázaly k přechodu na obnovitelné zdroje energie co nejdříve.

Na druhé straně se pro rozvojové státy otevírá možnost směřovat přímo k využívání obnovitelných zdrojů energie, preskocením vývojové etapy s centralizovanými energetickými zdroji, které se nyní stávají zastaralými a nebezpečně nespolehlivými v situaci rozvojových států, a možnost maximálně využít výhod přímého přechodu na OZE, kdy výdaje za energii lze zamenit za výdaje na přínosy k tvorbě nových pracovních míst a k vybudování místního průmyslu využívání obnovitelných zdrojů energie.

## **Cína**

Jak již zde bylo uvedeno výše, Čína podporuje rozvoj milionu solárních kolektorů k ohřevu užitkové vody, ve snaze napravit absenci infrastruktury pro rozvod zemního plynu a důsledky neúměrně vysoké ceny elektriny. San Franciská společnost Energy Foundation

prostřednictvím své Pekingské pobočky poskytuje technické a politické poradenství čínské vládě v problematice zavádění politik zvyšování energetické účinnosti a využívání obnovitelných zdrojů energie do čínské energetiky.

Čína disponuje vysoce kvalifikovanými inženýry a vědci, a obrovským potenciálem pracovních sil. Čína současně trpí vážným znečištěním ovzduší a v jeho důsledku i zdravotními problémy spojenými se spalováním fosilních paliv. Všechny tyto okolnosti představují významné podněty pro vážně míněnou politiku Číny rozvíjet využívání obnovitelných zdrojů energie.

Čína zavádí svůj první program elektrifikace s využitím fotovoltaické technologie ve velkém měřítku - v hodnotě 340 milionů USD - s cílem poskytnout elektrinu 30 milionům obyvatel, kteří dosud přístup k elektrině nemají, a činí tak s odhodláním tento program realizovat rychle.

První etapa programu zahrnuje úkol během 20 měsíců - do konce roku 2004 - instalovat prvních 20 MW fotovoltaických zdrojů, spolu s malými hydroelektrárnami a s hybridními systémy spojujícími fotovoltaické systémy s dieselovými agregáty a s větrnými elektrárnami; cílem této etapy je zajistit elektrinu pro 1061 vesnic.

V navazující etapě let 2005 až 2010 je cílem podobně vybavit i dalších 20 000 vesnic. Tímto programem se ovšem Čína stává hlavním „nákupcím“ na světovém trhu s fotovoltaickými moduly, s programem sponzorovaným výhradně Čínskou vládou, ale spolehnoucím na technickou a školicí pomoc rady mezinárodních institucí, včetně ministerstva energetiky USA.

### **Indie**

Indie zahájila program rozvoje využívání energie větru větrnými elektrárnami v r. 1990, a nyní již patří mezi celosvětově vedoucí státy ve využívání této technologie. Dokonce i když některé kritické součástky větrných elektráren Indie stále ještě dováží, je schopna zajistit vlastními silami výrobu 70 % součástí, a ovšem instalaci a údržbu provádějí sami místní pracovníci. V Indii bylo instalováno několik tisíc vodních čerpadel poháněných elektrinou vyrobenou ze sluneční energie.

Ačkoli Indie původně usilovala o vybudování systému centrální výroby elektrické energie rozvázené do všech místních komunit - a zvláště zemědělcům, nyní je tento záměr opouštěn: elektrická distribuční síť je obecně neúčinná, nespolehlivá a dochází k velkým ztrátám (i v důsledku velkého objemu krádeží elektriny).

Podobně jako Čína, i Indie disponuje vysoce kvalifikovanými vědci a inženýry, a obrovským potenciálem pracovních sil. Stejně jako Čína i Indie trpí nízkou kvalitou ovzduší, silně znečištěnými emisními zdroji spalujícími uhlí, což vše představuje významnou motivaci pro odklon od neproduktivních centralizovaných energetických systémů v prospěch přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie v převážně decentralizovaných systémech. Indie v současné době zvažuje možnosti přijetí plánu rozvíjet využívání obnovitelných zdrojů energie jako hlavní nový a stálý směr základní energetické politiky.

### **Afrika**

Nejnalehavější potřeby v Africe lze shrnout:

- přístup k čisté vodě a detoxikace znečištěné vody na podporu ochrany zdravé populace;

- alespon malé svetlo v obydlích, školách a kancelářích ke zvýšení kvality a produktivity života a na pomoc při posilování osvěty a vzdělávání

Fotovoltaické technologie jsou obdivuhodne vhodné ke splnění těchto potřeb a ke zmírnování problému spojených s nedostatečně vybavenými centralizovanými energetickými systémy. V současné době jsou fotovoltaická zařízení instalována po tisících, ale i tak zatím mohou pokrýt jen velmi malý zlomek obrovitých (≈ gargantuovských) afrických potřeb. Africké sáty většinou bojují o základní lidské potřeby a ohledně schopnosti využívat obnovitelné zdroje energie a dodávek potřebné techniky spoléhají na jiné země a instituce.

Využívání obnovitelných zdrojů energie v rozvojových státech může pomoci zajistit nejzákladnější lidské potřeby a zlepšit kvalitu života miliardám lidí. Z pouhého počtu potenciálních aplikací plyne, že miliony malých systémů umožňujících využívat obnovitelné zdroje energie v rozvojových státech mohou přispět zásadním způsobem ke snížení nákladů a k celosvětové expanzi přechodu na obnovitelné zdroje energie.

S možnou výjimkou Číny - a možná brzy i Indie - zatím v rozvojových státech nejsou zřejmé známky vývoje ke stanovení závazných dlouhodobých vnitrostátních norem využívání obnovitelných zdrojů energie ani odpovídající energetická politika ve formě využitelné k diskusi v této Bílé knize. V těchto státech obvykle nade vším prevažuje nedostatek finančních zdrojů a potřeba technické a ekonomické pomoci z vnějších států.

Tato Bílá kniha je určena především vládám rozvinutých států - což rovněž vysvětluje důraz zde kladený na politiky vhodné pro rozvinuté státy - neboť právě vlády rozvinutých států si jako jediné mohou dovolit učinit ty první důležité kroky, zejména v rozvojových státech, bez nichž je celosvětový přechod na využívání obnovitelných zdrojů energie nemožný.

Prínosy přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie prospějí všem státům světa. Ale jsou to vlády, které musí učinit ty první kroky, které jsou nutné. Vlády, které si mohou dovolit pomáhat rozvojovým státům formou poskytování technologií k využívání obnovitelných zdrojů energie, mají povinnost tak učinit. Přechod na obnovitelné zdroje energie musí být uskutečněn všude.

## Tržní podnety

### Prehled

Jednou ze silných stránek normy obnovitelných zdrojů energie (« *stanovení závazného podílu využívání obnovitelných zdrojů energie* ») je skutečnost, že se jedná o tržní podnet, který ovšem závisí na přijetí a implementaci dlouhodobých cílů, a na řízení a prosazení jejich dosažení. Některí investori tuto normu vnímají jako orientační signál duveryhodnosti. Jiní však tuto normu mohou pokládat za špatnou politiku, která vyžaduje to, co sami pokládají za zásahy nemotorné vládní ruky do domněle plně svobodného trhu s energií.

Na podporu využívání obnovitelných zdrojů energie byly zavedeny různé systémy tržních podnetů, částečně k uspokojení politického požadavku zastávaného některými zákonodárci, že je lépe spoléhat na tržní mechanismy určující vítěze a poražené, než na vládní nátlaky, intervence a podnety. Tyto systémy zahrnují kvóty, model obchodovatelných osvědčení (≈ CTM ≈ Certificates Trading Model), prodej zelené elektriny, a mezinárodní obchodování s tzv. zelenými osvědčeními. Tyto systémy byly zkoušeny v několika evropských zemích s různou mírou úspěšnosti či neúspěšnosti.

Myšlenka obchodování s osvědčeními vychází z předpokladu, že podpora pro využívání obnovitelných zdrojů energie bude důsledkem existence dvou trhů - jeden trh s vyrobenou elektrickou energií a druhý s hodnotami vydávaných a obchodovaných osvědčení. Tato hodnota může být stanovena buď volným trhem, nebo -lépe- může být podporována vládní politikou, v jejímž rámci jsou implementovány závazně stanovené cíle snížení emisí skleníkových plynů, nebo cíle rozvoje využívání obnovitelných zdrojů energie, s explicitně stanovenými požadavky a sankcemi za jejich neplnění.

Tyto cíle mohou být splněny buď přímo získáním energie z obnovitelných zdrojů energie, nebo vybudováním nového zařízení -na daném místě- které umožní využívání obnovitelných zdrojů energie, nebo získáním ekvivalentního množství nákupem zelených osvědčení, např. „kredit obnovitelné energie“ (Renewable Energy Credit ≈ REC) pro každou MWh vyrobenou prodejcem osvědčení.

Tento systém zvyšuje hodnotu zelené energie pro výrobce, potenciálně činí její výrobu a prodej ziskovější a přiláká investory v ranějším stádiu rozvoje trhu s energií z obnovitelných zdrojů. A velmi zvyšuje potenciál pro úspěšné plnění cílového podílu OZE (normy OZE).

Potíže těchto systémů záleží ve ztrátě jistoty investoru, neboť při jejich působení nelze dobře předvídat poptávku trhu ani ceny osvědčení, takže producenti energie z obnovitelných zdrojů již nejsou schopni předvídat své vlastní výnosy. Když dánská vláda nedávno rozhodla o změně systému povinných výkupu elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie za pevné ceny na systém obchodovatelných osvědčení CTM, ve skutečnosti tím došlo k zastavení průmyslu obnovitelných zdrojů energie. Také zavedení britského systému „osvědčení závazku k OZE“ (≈“Renewable Obligation Certificate” ≈ ROC) ve svém prvním roce nebylo příliš úspěšné. Většímu úspěchu bránila částečně skutečnost, že bylo mnoho prodávajících a málo kupujících, ale i další jiné strukturální problémy.

Například došlo k tomu, že peníze, které mohly být venovány např. na výstavbu např. nových větrných elektráren, byly ve skutečnosti utopeny v systému finančních transakcí s osvědčeními ROC. Různá pravidla trhu v různých systémech mohou zatemnit fungování mezinárodního trhu s obchodovatelnými osvědčeními.



Obchodování s emisními kredity (či s emisními povoleními) je jiný, potenciálně významný, tržní politický nástroj k „internalizaci“ společenských nákladů dopadu emisí do nákladu na výrobu energie. V Evropě bude systém obchodování s emisemi uhlíku a jeho oxidu zahájen brzy, a v Kanadě pravděpodobně také. Stejně jako v případě rozvoje využívání obnovitelných zdrojů energie, několik států v USA vyvíjí svůj vlastní program obchodování s kredity emisí uhlíku, a to v situaci, v níž absentuje celostátní (federální) závazek USA k přijetí celkového závazku snížit emise skleníkových plynů. V USA je podobný systém obchodování s emisními kredity již zaveden v případě emisních kreditů pro různé znečišťující látky, např. (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, and VOCs). Avšak obchodování s emisemi je jen jedna z více možností, a nelze uplatňovat soubežně obchodování s emisními kredity a s kredity REC (≈ s kredity obnovitelné energie) nebo s prodejem zelené elektriny, aby bylo předcházeno dvojímu započítávání přínosu obnovitelných zdrojů.

Politiky obchodování s emisními a jinými kredity samotné nepředstavují ekonomickou sílu nutnou k urychlení a k udržení trhu s energií z obnovitelných zdrojů energie. Úspěch dosažený v Texasu (USA), kde byla větrná energie instalována rychleji než představoval stanovený celkový cíl normy RPS pro rok 2010, byl výsledkem vhodného spolupůsobení obchodování s kredity REC (≈ s kredity obnovitelné energie) s politikou podpory dosažení ambiciózně stanovené normy RPS a s pomocí danové úlevy z výroby (USA. Production Tax Credit ≈ PTC, který představuje ekvivalent evropského opatření povinného výkupu za pevně stanovené ceny).

Podíl obchodování s kredity REC (≈ s kredity obnovitelné energie) v politice státu Texas pokrýval asi 10 % nákladu výroby elektrické energie ve větrných elektrárnách, avšak i takto malý příspěvek může být často významným příspěvkem vzhledem k hrazení marginálních více-nákladů (≈ marginal extra costs) produkce energie z obnovitelných zdrojů. Tato významnost může záviset rovněž na vlastní hodnotě osvědčení REC. V případech jako byl např. UK systém osvědčení “ROC” (Renewable Obligation Certificates), lze zavést systém obchodování tak, aby cena jednotky vyrobené energie dosáhla úrovně 100 USD/1 MW. Pravidla, s jakými jsou osvědčení typu ROC či REC zavedena, mají zásadní vliv na jejich konečnou tržní hodnotu.

Zelené příplatky (danové přírážky) za zelenou elektrinu a prodej osvědčení mohou také být velmi efektivním nástrojem pro zapojení členu veřejnosti, kteří se chtějí přímo podílet na ovlivňování a zlepšování energetické politiky, a proto se alespoň podílejí na tvorbě fondu pro využívání obnovitelných zdrojů energie navíc k hlavnímu proudu normálních státních výnosů. Potenciální finanční zdroje, které lze takto získat, jsou omezeny částí spotřebitelů ochotných platit za společenské přínosy více (tato část je v např. v USA odhadnuta na 8 % zákazníků elektráren). Vysoké marketingové náklady za produkty zelené elektriny spolykají velkou část těchto zelených výnosů před tím, než mohou být investovány do nových nebo stávajících zařízení k využívání obnovitelných zdrojů energie. V důsledku toho pravděpodobně nelze dosáhnout úrovně ekonomiky velkého měřítka pouze pomocí fondu vytvořených ze samotných zelených příplatků za zelenou elektrinu, takže ty by nadále zůstaly relativně drahým způsobem podpory obnovitelných zdrojů energie.

Nizozemský program zelené elektriny však představuje příklad typu rámce, v němž marketing zelené elektrické energie může dosáhnout v celostátním měřítku významné úrovně. V Nizozemsku (ke konci r. 2003) se 1,3 milionu zákazníků, představujících 20 % populace, zavázalo k nákupu zelené elektriny v objemu, který přesáhl mez schopností dodávek

nizozemských producentu, a které tedy představovaly poptávku, kterou bylo nutno pokrýt dovozem, a tento dovoz a poptávka po zelené energii vytvořily nový trh. Tento úspěch byl dosažen díky implementačnímu postupu nizozemské vlády při zavedení celostátní a výnosově téměř neutrální ekodane - která vedla ke zvýšení nákladu na konvenčně vyráběnou elektrickou energii o 6 Eurocentu /1 kWh, čímž umožnila nabízet určité množství zelené elektriny se slevou. Fond World Wildlife Fund pomohl v Nizozemsku s vedením rozsáhlých osvětových kampaní v hlavních médiích zaměřených na stimulaci ochoty zákazníku přimout tyto zelené kontrakty s přitažlivými přínosy.

Je zřejmé, že účinnost či úspěšnost zeleného trhu může být značně posílena tím, že soubežně s vytvářením podmínek nutných k tomu, aby se systém obchodování s REC stal důležitým finančním nástrojem, byla uplatňována další podpurná vládní politika a osvěta veřejnosti. Opet je to kombinace politik a finančních nástrojů, které vedou k úspěšným výsledkům.

Mechanismy obchodování s kredity a využívání zelených trhu by se měly vzájemně doplňovat, a být provázány dalšími účinnými politickými nástroji, jako jsou např. normy využívání obnovitelných zdrojů energie či povinný výkup za garantované pevné ceny. Za těchto podmínek může mechanismus obchodování s kredity zelené elektriny a finanční výnos zeleného trhu sehrát významnou roli při rozvoji a podpoře trhu s energií z obnovitelných zdrojů.

### **Požadavky na zavádění rovných tržních podmínek pro využívání obnovitelných zdrojů energie**

#### *Náprava deformace trhu nerovně rozdělovanými subwencemi mezi různé energetické zdroje.*

Největším problémem jakýchkoli tržně orientovaných programů je skutečnost, že stávající trhy pro energii vyráběnou v konvenčních zdrojích energie jsou silně deformované pokračujícím subvencováním energie z konvenčních zdrojů. Subvence jakéhokoli druhu energetické technologie musí být vytvářeny a implementovány spravedlivě.

Naneštěstí tvůrci energetických politik často hledí pouze na nové navrhované subvence v prospěch nových obnovitelných zdrojů energie (a často si na tyto záměry stežují), přičemž zapomínají, že konvenční zdroje energie již dostaly - a často nadále dostávají - masivní subvence, které vedly k uměle stanoveným nízkým cenám energie z fosilních paliv a z jaderných elektráren.

To znemožňuje obnovitelným zdrojům energie konkurovat na volném trhu, jak by mnoho tvůrců energetických politik rádo myslelo, protože v současnosti neexistuje nedeformovaný trh pro konvenční zdroje energie.

Například zpráva o Projektu politiky využívání obnovitelných zdrojů energie (Renewable Energy Policy Project ≈ REPP) odhaduje, že z celkového objemu subvencí 150 miliard USD vyplacených vládou USA ve formě subvencí energetiky v období 1947 až 1999, bylo 96,3 % v prospěch jaderné energie. Jaderná energie, stejně jako větrná energie v USA během svých prvních 15 let provozu, vyprodukovaly zhruba stejné množství elektriny, ovšem subvence během stejné etapy jejich vývoje pro jadernou energetiku činily 39,4 miliard USD, zatímco subvence pro větrné elektrárny činily 0,9 miliard USD, tedy 40ti násobně méně. Jinak a výstižněji receno, během prvních 15 let činily subvence elektriny z jaderných elektráren US\$ 15.30/kWh, zatímco pro fotovoltaickou elektrinu jen přibližně polovinu, US\$ 7.19/kWh, a

pouze 46 US centy/kWh byla subvencována elektrina z větrných elektráren. Uvážíme-li prvních 25 let provozu a komercializace uvedených technologií, jsou průměrné dlouhodobé subvence elektriny z uvedených zdrojů následující: pro elektrinu z jaderných elektráren 66 US centu/ kWh, pro fotovoltaicky vyrobenou elektrinu 51 US cent/ kWh a pro elektrinu z větrných elektráren 4 US centy/kWh.

*Rekapitulace průměrných subvencí v USA:*

zdroje energie	průměrná subvence za prvních 15 let	průměrná subvence za prvních 25 let
jaderné	15.30 US\$ /kWh	0,66 US\$ /kWh
fotovoltaické	7.19 US\$ /kWh	0,51 US\$ /kWh
větrné	0,46 US\$ /kWh	0,04 US\$ /kWh

Tato nerovnost nebyla do r. 1999 napravena, dokonce ani když podpora pro využívání obnovitelných zdrojů energie vzrostla na 1 miliardu USD ročně, (z toho 75 % tvoří subvence pro výrobu ethanolizovaných paliv). Ve stejném roce byla výroba energie z fosilních paliv subvencována částkou 2,2 miliard USD. I ve svém 52. roce provozu získala jaderná energetika v USA 640 milionu USD přímých subvencí.

Nedávné záměry kongresu USA poskytnout státní záruky na půjčky na výstavbu šesti nových jaderných elektráren by pro veřejnost znamenaly potenciální hmotnou odpovědnost za 13 miliard potenciálních škod, vzniklým vlastníkům těchto elektráren. Rozšíření platnosti zákona ( $\approx$  Price Anderson Act), který omezuje hmotnou odpovědnost pojišťoven v USA na 9 miliard USD v případě havárií jaderných elektráren, představuje situaci vystavující veřejnost USA hmotné odpovědnosti za 300 miliard USD nevratných nákladů v případě velkých havárií jaderných elektráren, jako byla havárie v jaderných elektrárnách Černobylu na Ukrajině nebo Three Mile Island v USA .

*Žádná racionálně představitelná havárie v elektrárnách využívajících obnovitelné zdroje energie by neznamenal pro veřejnost tak obrovskou hmotnou odpovědnost. Dopady ochrany veřejnosti před těmito velkými finančními riziky - a financování této ochrany z veřejných zdrojů - vysílají zcela falešné tržní signály.*

***Vypracování konzistentní metody pro odhadování energetických nákladů.***

Další potíže tržního systému podpory využívání obnovitelných zdrojů energie pramení z vysoce deformovaných metod odhadování vyrovnaných ("levelized"  $\approx$  zprůměrovaných za delší období) cen energií z konvenčních zdrojů, kterými je poměrována konkurenceschopnost cen energie z obnovitelných zdrojů. Je dobře známo, že neschopnost odhadnout environmentální náklady výroby elektrické energie a zhrnout tyto náklady do výrobních nákladů konvenčních zdrojů znamená, že spotřebitel této energie - i další obyvatelé - platí za energii z konvenčních zdrojů současně různou formou - přímým placením za spotřebu energie, nepřímé daně a náklady na zdravotní péči. Pokud by tyto společenské náklady mohly být explicitní, nebo explicitně svázané s rozhodnutím nakupovat energii vyráběnou konkrétními zdroji, stávající rozdíl mezi náklady z konvenčních zdrojů (*jsoucí zdánlivě v jejich prospěch*) a z obnovitelných zdrojů energie, které neznečišťují prostředí, by byly dalekosáhle sníženy, pokud by nebyly úplně vyloučeny, jak je tomu v mnoha případech.

Dobrym argumentem by napr. pro pripad USA mohl byt navrh zahrnout ceny vojenskych opatreni vynalozenych na ochranu pristupu k zahrnicnim zdrojum ropy do primum nakladu na ropu; cena benzinu u cerpacich stanic by se tim pravdepodobne zdvojnásobila a náklady na benzin a naftu by v USA stouply na uroveň nyní bežnou v Evrope, a to by možná vedlo k tomu, že by Američané přehodnotili výhody využívání úspornějších automobilů.

Neschopnost analýz trhu správně vyhodnotit náklady a ceny energií z konvenčních zdrojů však sahá hlouběji, do samotných matematických kroků, pravidel a podmínek těchto analýz. Například pionýrské práce které publikoval Dr. Shimon Awerbuch přesvědčivě prokazují, že zajištění dodávek energie bude více ovlivněno nejistotou cen paliv než skutečnými výpadky jejich dodávek. Tyto jeho práce dále prokazují, že nejistoty cen konvenčních paliv vytváří určitý dodatečný prvek rizika v odhadování úrokových sazeb, které však dramaticky zvyšují čistou současnou hodnotu nákladu na konvenční paliva (*net present value of the costs of conventional fuels*), zatímco současně snižují současnou čistou hodnotu nákladu obnovitelných zdrojů energie (*the net present value of the costs of the renewable energy*)

Související analýzy provedené společností Lawrence Berkeley Laboratory (U.S.) kvantifikují tuto „predprodejní /nákupní cenu benzinových paliv“ (*gas fuel price hedge* » *cenovou pojistku benzinových paliv*) z nestálosti cen benzínu přírůžkou znamenající přírůstek od 0,3 do 0,6 US centu /kWh vyrobené z benzínu, nebo naopak snížení nákladu na výrobu elektriny z „bezpalivových“ zdrojů o stejnou částku. Aurbach dospěl k závěru, že většina „nákladových modelů“ používaných projektanty energetických systémů vycisluje náklady způsobem primereným době Modelu T (pozn. pr. automobil Ford Model T byl vyráběn v prvních letech minulého století: *≈ tedy velmi zastaralým způsobem, nepříjemným v dnešní situaci*); tyto modely výpočtu nákladu již byly v jiných odvětvích opuštěny, nicméně jsou i nadále (*zne*)užívány k vycislování prognóz relativních nákladů v oblasti energetiky.

Z ekonomických analýz uvažujících i rizika vyplývá závěr, že využívání obnovitelných zdrojů energie - jako je biomasa, hydroelektrina, energie větru, geotermální energie - v současnosti již vykazuje nižší čisté hodnoty nákladů (*net present value costs*), než veškeré konvenční zdroje na paliva, včetně technologií spalování uhlí v kotlích a v intergovaných zplynovacích p kombinovaných cyklech (IGCC), v turbínách a kombinovaných plynových cyklech a včetně jaderné energetiky. Využívání solárních a fotovoltaických systémů vykazuje rovněž náklady uvažující rizika nižší než uvádějí konvenční (*≈ rizika zanedbávající*) odhady, ale vycislené čisté hodnoty nákladů jsou stále ještě vyšší než v případě ostatních obnovitelných zdrojů energie.

Dále, celý pojem „vyrovnávání“ energetických nákladů v dlouhodobém období (*» tj zprůměrování za dlouhé období, pozn. pr.*) zcela pomíjí dopady, jaké bude mít růst energetických nákladů na budoucí projektanty. Zatímco náklady na ropu vyrovnané za 30 let mohou být dnes nižší než jsou dnešní náklady na využívání geotermální energie nebo bioenergie biomasy - situace se může obrátit růstem nákladů na ropu (v důsledku napjatosti domácích i zahraničních ropných trhů), zatímco náklady na geotermální energii nebo energii z biomasy budou nadále snižovány; zcela jistě dojde k situaci, kdy náklady na využívání všech obnovitelných zdrojů energie budou nižší, než náklady spojené se spalováním ropných produktů, takže využívání ropy bude jasně dražším přímým zdrojem. Budoucí vlády (a za rozhodování odpovědní zástupci) pak mohou být zdešeni pastí, jakou může představovat smlouva o 20-ti letém nákupu energie, založená na nerealisticky „vyrovnaných“ (zprůměrovaných) cenách, které ve skutečnosti (*zcela jinak než vyplývá z onech zprůměrovaných dat*) určuje dynamický vývoj trhu.

Využívání obnovitelných zdrojů energie bude vypadat ještě příznivěji na budoucích trzích a pro budoucí energetické projektanty, neboť konvenční zdroje energie budou čím dál dražší.

Obr. 17: Odhady nákladu na výrobu elektriny korigované o vliv rizika, založené na riziku minulých cen paliv. Zdroj: *Dr Shimon Awerbuch, RENEWABLE ENERGY WORLD, Mar-April, 2003, s. 58, s doplněním údaje o fotovoltaicky vyrobené elektrine z jiných prací téhož autora..*

Obrázek 18, (a) a (b): Predpovídané roční výrobní náklady elektriny: Údaje představující vyrovnané náklady (a) maskují skutečný časový vývoj (b) tak, že zatajují důležité podklady pro rozhodování: zákazníci po r. 2015 mohou být rozčarováni nevhodnými důsledky rozhodnutí přijatého v situaci r. 2000, kdy byl zvolen tehdy ještě výhodnější plynový kombinový cyklus

Zdroj: *Dr Shimon Awerbuch*

## Úloha výzkumu a vývoje při přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie

Státy s nejpokročileji rozvinutým programem výzkumu a vývoje se stanou technicky/technologicky vedoucími zeměmi. V oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie jsou technologie stále zdokonalovány a vyvíjeny, zatímco komerčně dozrálé (≈ schopné obstát na trhu) aplikace technologií jsou rovněž stále vylepšovány na základě zkušeností získaných komerčními aplikacemi v praxi. Od výzkumu a vývoje v oblasti solárních technologií se v nadcházejících letech očekává velmi důležitá role.

Například v oblasti fotovoltaických technologií se předpokládá, že velký objem základního výzkumu a vývoje teprve bude uskutečněn, a to v oblastech přesahujících problematiku samotných fotovoltaických článků; cílem mj. bude i vyváženost systémových komponent a integrovaných systémů. Základní fyzikální výzkum je orientován na zvýšení účinnosti a spolehlivosti fotovoltaických článků a filmu (tenkých vrstev), zatímco neméně důležitým problémem je stále zlepšování postupu při začlenování fotovoltaických modulů do budov a do funkčních systémů a decentralizovaných zdrojů energie. V této oblasti lze stále ještě očekávat průlomové objevy a vznik nových směrů.

Mnoho výzkumných a vývojových prací zbývá provést ke zdokonalování technologií využívání solární termální energie, a ke zvýšení účinnosti a snížení nákladu na výrobu zrcadel, heliostatu, kolektoru a vlastních generátorů elektrické energie, a k vývoji dokonalejších systémů skladování/akumulování termální energie, schopné zajistit 12 hodinové skladování termální energie, které by umožnilo značně zvýšit hospodárnost provozu solárních termálních systémů. Stejně důležitý je však výzkum zaměřený na snížení nákladu a zvýšení spolehlivosti komponent solárních termálních systémů - kolektoru a jejich příslušenství k ohřevu užitkové vody. Rovněž zařízení na zplynování biomasy, která představují slibný potenciál výroby čisté energie do budoucna, zasluhují ještě značný další technický vývoj.

Mnoho výzkumných a vývojových prací je rovněž nutno uskutečnit ke zlepšení schopností spoluspalovat biomasu společně s uhlím (tj. výzkum *spoluspalování* » *co-cofiring, co-combustion*). A samozřejmě je též úkolem zemědělského výzkumu a vývoje vynaložit úsilí na vývoj a optimalizaci energetických plodin pro produkci bioenergie. Rovněž stavební konstrukce budov (se zabudovanými PVP-moduly a pasivními solárními prvky) představuje důležitý podnět pro výzkum a inženýrský vývoj, který se rozvinul do formy samostatné důležité vední disciplíny.

Vyvíjeny a zdokonalovány jsou rovněž nástroje pro projektování „celých budov“, tj. nástroje usnadňující začlenování tech energetických a architektonických komponent, které jsou v dané

situaci slucitelné s ostatními podmínkami, přičemž se tyto nástroje stávají stále více příjemné pro jejich uživatele a jsou stále užitečnější pro skutečné kroky projektování (energeticky účinných budov).

Výsledkem minulého výzkumu a vývoje těchto nástrojů je, že již dnes lze dosahovat velkých energetických úspor s relativně malými dopady na celkové náklady. V řadě případů velkých staveb lze dokonce dosáhnout vyšší energetickou účinností a určitou akumulací energie z obnovitelných zdrojů se stejným rozpočtem, jako pro „klasickou“ budovu bez zabudovaných prvků energetické účinnosti a využívání obnovitelných zdrojů energie.

Tyto projekční nástroje však musí být dále rozvíjeny a validovány dosaženými výsledky energetické účinnosti budov v praxi. Monitorování energetické účinnosti budov musí pokračovat a musí být rozšířeno tak, aby umožnilo vznik databáze empiricky zjištěných údajů. Výzkum nových stavebních technologií a materiálů, např. osvětlení a prosklení, již nyní vedl k obrovským úsporám a ke zvýšení energetické účinnosti budov.

Největší jednotlivou investicí pětiletých rámcových programů výzkumu Evropské unie se stal energetický výzkum, původně vyvolaný celosvětovou ropnou krizí v r. 1973. Výzkum orientovaný na energetiku byl zprvu vnímán jako záležitost ekonomického přežití EU. Koncem 90tých let podíl financování v oblasti výzkumu a vývoje využívání obnovitelných zdrojů energie ze strany EU dosáhl 14 % a v oblasti energetické účinnosti 12 %.

Ohnisko zamerení evropského výzkumu se nyní mění. Primární hnací silou výzkumu a vývoje využívání obnovitelných zdrojů energie v EU se stala bezpečnost zajištění dodávek energie, přičemž důležitými motivy jsou environmentální šetrnost (ochrana životního prostředí) a ekonomická konkurenceschopnost. V ohnisku pozornosti při financování výzkumu a vývoje ze strany EU je výslovně snaha „pomoci evropským firmám uchopit velkou část rostoucího celosvětového trhu s technologiemi využívání obnovitelných zdrojů energie.“

Stávající rozpočet výzkumu a vývoje EU je orientován více na aplikovaný výzkum a vývoj, než na výzkum základní. V tomto kontextu je velmi důležité, že Evropská Komise schválila investici 2 miliardy USD pro výzkum udržitelné energetiky, pro příštích 5 let, tedy obnos 20ti násobně převyšující výdaje v období pěti let 1997 až 2001.

Japonsko spojuje podporu pro výzkum a vývoj s podporou fotovoltaických systémů, s rozpočtem 302,4 milionu USD v r. 2002 a 218,6 milionu USD v r. 2003. Úkolová skupina pro využívání obnovitelných zdrojů energie států G8 (G8 Renewable Energy Task Force) ve své závěrečné zprávě z června r. 2001 naléhavě doporučuje: „**Státy skupiny G8 by měly podporovat výzkum a vývoj technologií využívání obnovitelných zdrojů energie (a tuto podporu dále rozšířit), které se dotýkají všech sektorů energetiky - stavebnictví, průmyslu, dopravy, a veřejně prospěšných energetických služeb**“. Úkolová skupina rovněž naléhavě doporučovala spolupracovat při výzkumu a vývoji s rozvojovými státy na pomoc s převodem (transferem) technologií přizpůsobených specifickým podmínkám rozvojových států.

Důležitou složkou jakékoli vnírostátní energetické politiky využívání obnovitelných zdrojů energie by se měl stát základní i aplikovaný výzkum a vývoj, uskutečňovaný soubežně s mezinárodní spoluprací v oblasti výzkumu a vývoje, s cílem zvýšit účinnost celosvětového výzkumu v této oblasti. Výzkum a vývoj může vyústit ke vzniku nových průmyslových odvětví a průlomové objevy (≈ prvoradé vědecké objevy) mohou znamenat konkurenční výhody pro stát jejich vzniku, přičemž přispějí k pokroku v oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie.
---

zdroju energie v prospěch všech států.

V dalším textu chceme ukázat na příkladech dvou různých modelů komplexní státní energetické politiky takový způsob spojení politik, který může vést k soubežně dosahovaným ekonomickým a environmentálním přínosům, přičemž rovněž směřuje k přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie. Situace v USA je v současné době určována energetickými politikami jednotlivých států, takže následující navržená (federální) národní politika USA je v současnosti jen hypotetická (byť je realistická), a zůstává tak velkým příslibem do budoucna, kdy budoucí vláda USA bude (*energeticky a environmentálně*) osvětlivější než je vláda současná. Na druhé straně německý model představuje skutečný národní rámec pro německou energetickou politiku, která pro Německo znamená značný pokrok v přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie.

## Dva modely komplexní národní energetické politiky

**USA: Vedoucí role jednotlivých států a podrobný program čisté energie pro alternativní budoucnost.**

***Současný stav (2003) politik využívání obnovitelných zdrojů energie v USA***

Spojené státy (USA) v roce 2003 nemají (na federální úrovni) vypracovanou žádnou významnější politiku zvýšení energetické účinnosti a využívání obnovitelných zdrojů energie. Dokonce i přesto, že je v Národním energetickém plánu z r. 2001 uznáno, že bez opatření ke zvýšení energetické účinnosti přijatých v USA po ropné krizi v r. 1973 by v současných USA byla spotřeba ropy o 30 až 50 % vyšší než jaká v současnosti je, není v USA žádná dlouhodobá stálá politika zaměřená na pokračující využívání těchto přínosů i v budoucnu.

Absence vhodné federální politiky je v USA zvláště patrná v oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie; Národní energetický plán z r. 2001 uvádí záměr zvýšit využívání obnovitelných zdrojů energie ze současných 2 % na úroveň 2,8 % v r. 2020, což je údaj který sotva umožní vzbudit zájem a důvěru investora. Tím ale není řečeno, že aplikacím obnovitelných zdrojů energie se v USA nedostává vůbec žádné podpory. Danové úlevy pro výrobce elektriny ve výši 1,8 US centů/kWh pro elektrinu z větrných elektráren a z elektráren spalujících biomasu sehrály velmi důležitou roli v obnoveném rozvoji průmyslu větrných elektráren v USA.

Ale dokonce i když opakovaně tato podpora jednou byla a pak zase nebyla poskytována - podle výsledku každoročního hlasování - vždy to bylo bez politického zajištění potřebného k rozvoji nových podniků a k přilákání dostatečných investic. Naštěstí se rada vlády různých států v USA rozhodla nečekat na opožďující se federální vládu, a odhodlaně převzala odpovědnost za zabezpečení energie a za ekonomickou budoucnost svého státu. Tyto státní vlády přijaly legislativu podporující urychlený rozvoj využívání obnovitelných zdrojů energie.

Dostatečný počet zpracovaných státních programů potvrzuje splnitelnost ambiciózních cílů rozvoje obnovitelných zdrojů energie, tak že tyto státní plány, de facto, ve svém souhrnu vytvářejí určitou národní (federální) politiku, vzniklou mimo působnost federální vlády; v polovině r. 2003 již 13 států stanovilo cílovou minimální normu využívání obnovitelných zdrojů energie (RPS), což povede k výrobě přes 14,23 GW z nových obnovitelných zdrojů energie do r. 2017, což dále představuje zvýšení z úrovně r. 1997 o 105 %. Osm z těchto 13 států přijalo normu RPS v rámci restrukturalizace svých elektráren. Wisconsin - jako stát který své elektrárny nestrukturalizoval - přijal normu RPS s cílem podpořit zvýšení

spolehlivosti zdroju elektrické energie, čímž explicitně zakotvil jeden z nejdůležitějších budoucích přínosů obnovitelných zdrojů energie do počáteční vládní energetické politiky.

První místo v USA v oblasti rozvoje nových obnovitelných zdrojů energie zaujímá stát Kalifornie, který od státěm vlastněných elektráren a od producentu a dodavatele energie požaduje zvyšování podílu energie z obnovitelných zdrojů každoročně nejméně o 1 %, s cílem dosáhnout 20% podílu v r. 2017. Dodatečně predepsaný objem výroby energie z obnovitelných zdrojů instalovaných do r. 2017 v úrovni 21 GWh představuje zdvojnásobení energie současné produkce kalifornských obnovitelných zdrojů energie. Tento krok představuje podstatné snížení závislosti kalifornské výroby elektrické energie na zemním plynu.

Výsledky analýzy uvolněné Kalifornskou energetickou komisí (California Energy Commission) z r.2003 potvrzují, že v Kalifornii bude z obnovitelných zdrojů vyráběno dostatečné množství elektrické energie k dosažení uvedeného cíle, s možným výkonem 25 GWh/r jen z projektu již započatých v roce 2003. Zpráva rovněž potvrzuje, že pro další rozvoj zůstává dostupná dostatečná kapacita dalších obnovitelných zdrojů energie i pro celkový výkon přesahující uvedený cíl, stanovený pro r. 2017. Zpráva rovněž potvrzuje zjištění elektrárenské komise (California Public Utilities Commission), že plánování přenosových vedení pro kalifornskou budoucnost bude rovněž muset být přizpůsobeno nutnosti podporovat oblasti hlavního rozvoje obnovitelných zdrojů energie.

Stát Nevada si stanovil druhý největší cílový procentní podíl, požadavkem aby 15 % primární elektrické energie pocházelo z obnovitelných zdrojů energie do r. 2013, z čehož 5 % musí být vyráběno technologiemi využití sluneční energie.

Nedávno i stát Minnesota přijal podobnou normu pro využívání OZE (cílový procentní podíl ≈ RPS), požadující od největší státní elektrárny, aby 10 % elektrické energie pocházelo z obnovitelných zdrojů energie do r. 2015. Již dříve tento stát stanovil pro své úložiště odpadu z jaderné elektrárny (Prairie Island Nuclear Plant) požadavek na výrobu 950 MW z větrné energie a z biomasy, čímž je pro tuto elektrárnu de facto stanovena norma RPS na úrovni 19 % do r. 2015.

Na druhé místo (v pořadí podle celkové kapacity výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie) se za první Kalifornii radí Texas s požadavkem dosáhnout výroby 2 GW z obnovitelných zdrojů energie do r. 2009; tento požadavek jako zákon predepsal tehdejší guvernér George W. Bush.

Čtrnáct států v USA legislativně zakotvilo vytváření fondu na podporu rozvoje obnovitelných zdrojů energie, které celkově představují do r. 2017 obnos 4,5 miliardu USD. Spojením všech stanovených norem RPS a fondem financovaných programů využívání obnovitelných zdrojů energie povede do r. 2017 k instalaci a zprovoznění výkonu 15,215 GW nových zařízení využívajících obnovitelné zdroje, a k ochraně a údržbě stávajících zařízení (využívajících obnovitelné zdroje) s celkovým výkonem 7,020 GW. Uvedené výkony představují ekvivalent snížení emisí dosažitelný vyražením 7,4 milionu automobilů, nebo vysazením 4,5 milionu hektarů lesa.

Tyto programy jsou v USA doplněny jinými schválenými státními programy na podporu zvyšování energetické účinnosti v celkovém objemu 8,6 miliard USD do r. 2012, a s podporou výzkumu a vývoje ve výši 1,1 miliardy USD do r. 2012.



Rozvoj decentralizovaných zdrojů elektrické energie využívajících obnovitelné zdroje (hlavně fotovoltaická zařízení a malé větrné elektrárny) byly podpořeny přijetím legislativy o „čistém měření“ (net metering) v 36 z celkem 50 států USA. Většina fotovoltaických systémů, kterým je povoleno přímé propojení do sítě s elektrárnou a využití plné maloobchodní ceny jednoduchým „zpětným přetáčením elektromerů“, jsou omezeny určitým horním prahovým výkonem stanoveným různě v různých státech, obvykle do 10 až 25 kW, v několika málo státech i do 100 kW. Kalifornie však takto umožňuje připojovat fotovoltaické systémy i s výkonem do 1 MW, což vyvolalo rozmach instalací několika set fotovoltaických střešních systémů o výkonu několika set kW (většinou na střeších komerčních budov a parkovišť).

Nyní je již parné, že zkušenosti s výstavbou a provozem zařízení využívajících obnovitelné zdroje energie vyvolaly důvěru v elektrárny využívající obnovitelné zdroje energie. Například ve Wisconsinu byla instalována dostatečná kapacita obnovitelných zdrojů energie počátkem r. 2003 ke splnění Wisconsinské normy RPS pro rok 2011 v důsledku přijetí státní politiky, umožňující *neomezované obchody / kumulaci* (» *banking*) kreditu obnovitelné energie

Texas překročil požadavek normy RPS stanovený pro r. 2002 o 150 % (instalací zařízení s celkovou kapacitou výroby 900 MW nové větrné elektrárny, přičemž norma RPS požadovala jen 400 MW), a pravděpodobně splní cíl 2,0 GW - stanovený původně pro r. 2009 - s několikaletým předstihem.

Dva státy - Nevada a Utah - revidovaly své dřívější, konzervativně stanovené, cíle normy RPS a tyto normy významně zvýšily. Nevada bude mít svůj cíl stanovený původně pro rok 2009 ohledně kapacity elektrické energie vyráběné solárními technologiemi (60 MW) téměř splněn již v r. 2005, kdy bude uvedena do provozu nová solárno-thermální elektrárna.

### ***Intenzivní program čisté energie pro USA***

Vedoucí role vlád států v USA je extrémně důležitá už tím, že vyplňuje mezeru v činnostech federální vlády, avšak s vhodnou národní (federální) politikou, založenou na federálních cílech podporovaných implementací legislativou, by bylo možno dosáhnout nesrovnatelně lepších výsledků, než bez ní.

Unie zainteresovaných vědců [(Union of Concerned Scientists ≈ UCS) - organizace vědců a zájemců o podporování veřejného zájmu v několika oblastech včetně čisté energie), s cílem prokázat výše uvedená tvrzení a zajistit podněty podporující národní legislativu] vypracovala v r. 2001 „podrobný program čisté energie“ ≈ „Clean Energy Blueprint“. Na základě realistických ocenění jak nákladů na technologie, tak potenciálu zdroje, je v textu tohoto programu prokázáno, že cíl pro r. 2020 dosáhnout výroby 20 % elektrické energie z obnovitelných zdrojů je splnitelný, a znamenal by přitažlivé ekonomické a environmentální výhody v porovnání s politikami státní správy typu „necinnost ohledně rozvoje využívání obnovitelných zdrojů energie“ (≈ „business as usual“ policies)

V této Bílé knize bylo již výše zdůrazněno, že urychlení aplikací obnovitelných zdrojů energie nemůže být dosaženo přijetím politiky jediné nebo jen dvou politik. Program čisté energie Clean Energy Blueprint integruje mnohé energetické politiky a politiky energetické účinnosti do vzájemně se podporujících souboru (balíčku). Konkrétně jsou navrženy následující politiky, a jejich spojené dopady jsou následně analyticky vyhodnoceny:

- *A renewable portfolio standard - norma portfólia OZE » podíl OZE ve skladbe zdroju energie*  
norma která požaduje od elektráren zvýšit podíl využívání obnovitelných zdrojů - energie větru, biomasy, geotermální energie, solární energie a skládkového plynu z úrovně 2 % v r. 2002 na úroveň 10 % v r. 2010 a na úroveň 20 % v r. 2020; Plnění norem by bylo podpořeno obchodovatelnými kredity energie na pomoc při zajištění splnění cíle za nejnižší celkové náklady.
- *Fond veřejného prospěchu (≈ public benefits fund);*  
příplatkem 0,2 cent/kWh za spotřebovanou elektrinu by byl vytvářen fond veřejného prospěchu (≈ public benefits fund); příplatek představuje výdaj navíc okolo 1 USD měsíčně pro průměrnou domácnost. Výnosy fondu by byly využívány ke státnímu financování energetické účinnosti, využívání obnovitelných zdrojů energie, výzkumu a vývoje, a ochranu spotřebitele s nízkými příjmy.
- *Danová úleva z vyrobené elektrické energie » production tax credits*  
stanovená na úrovni 1.8 US cent/ kWh pro elektrinu z obnovitelných zdrojů energie by byla do r. 2006 zvýšena a rozšířena tak, aby se vztahovala na všechny čisté zdroje energie mimo hydroelektrárny, což pomůže vyrovnat podmínky soutěže se subvencovanými fosilními palivy a s jadernou energií
- *Měření elektriny z obnovitelných zdrojů energie zpětnou rotací elektromerů » net metering*  
by bylo rozšířeno na celou federaci, aby bylo zajištěno spravedlivé jednání se spotřebiteli připojenými k síti, kteří produkují elektrickou energii zařízeními na využívání obnovitelných zdrojů energie o výkonu až 100kW, umístěným na jejich pozemku a umožnit jim prebytky elektrické energie vracet do sítě a množství do sítě vrácené elektromerem - měření zpětným otáčením elektromerem - odedíst od účtu za elektrinu odebranou ze sítě
- *Výzkum a vývoj*  
výdaje na vývoj a výzkum OZE by se měly zvýšit o 60 % během tří let - na úroveň 652 milionů USD do r. 2005 (to představuje o málo více, než dvojnásobek japonského rozpočtu na výzkum a vývoj OZE). Výdaje na výzkum a vývoj energetické účinnosti by měly vzrůst o 50 % do r. 2005 na úroveň 900 milionů USD.
- *Kombinovaná výroba elektriny a tepla » Combined heat and power:*  
regulační překážky by byly odstraněny pro elektrárny produkující elektrinu a využitelné teplo s účinností 60 až 70 %; zařízení na kombinovanou výrobu elektriny a tepla by byly nabízeny investiční danové úlevy a zkrácené doby odpisu
- *Zprísnení norem účinnosti » improved efficiency standards:*  
pro tisíc vybraných produktů by byly stanoveny normy minimální účinnosti, obecně na úrovni současné dobré praxe; kromě toho by stávající národní normy byly revidovány a aktualizovány nastavením na technicky dosažitelnou a ekonomicky zdůvodněnou úroveň.
- *Zdokonalený stavební kodex a posílené uplatnění v praxi » Enhanced building codes:*  
státy by přijaly vzorový stavební kodex stanovený v letech 1999/2000 a do r. 2010 by byl vypracován aktualizovaný zdokonalený stavební kodex, který by překračoval rámec norem současné nejlepší dostupné praxe
- *Danové podněty » Tax incentives*  
by stimulovaly zlepšování energetické účinnosti budov, spotřebičů a zařízení za rámec norem minimální účinnosti, prostřednictvím slev a investičních danových úlev
- *Opatření ke zvýšení energetické účinnosti průmyslu » Industrial energy efficiency measures:*  
průmysl by měl zvyšovat svou energetickou účinnost o 1 až 2 % ročně, a to formou dobrovolných dohod, podnetů nebo vnitrostátních norem. Federální vláda by poskytla technickou a finanční pomoc, posílení výzkumu a vývoje a demonstrační projekty.

Výsledky ekonomické analýzy nákladu a přínosu spojené s uplatněním kombinací těchto politik, zpracované počítačovým modelem NEMS správy energetických informací USA (U.S. Energy Information Administration's National Energy Modeling Systems (NEMS)) jsou následující

- USA by mohly splnit cíl dosáhnout úrovně pokrytí nejméně 20 % poptávky po elektrině z obnovitelných zdrojů - energie větru, biomasy, slunečního záření a energie geotermální

- spotřebitelé v USA by mohli ušetřit do r. 2020 celkově 440 miliard USD, s ročními čistými úsporami 105 milionů USD, což představuje 350 USD pro typickou rodinu.
- měsíční účty za elektrinu pro průměrnou domácnost by klesaly z 40 USD/měsíc v r. 2000 na 25 USD/měsíc v r. 2020
- politiky a programy zaměřené na zvýšení energetické účinnosti a využívání obnovitelných zdrojů energie by mohly vést ke snížení cen zemního plynu o 27 % do r. 2020, což představuje úspory podniku a domu o dalších 30 miliard USD do r. 2020
- poptávka po zemním plynu by mohla klesnout o 30 % a poptávka po uhlí až o téměř 60 % (což představuje snížení množství spalovaného uhlí o 750 Mt ročně) - v porovnání s běžnými prognózami pro r. 2020. Během 18 let by mohlo být ušetřeno více ropy (400 milionů barelů ročně do r. 2020) než by mohlo být ekonomicky získáno státní správou navrženým ropovodem z arktické divočiny (Arctic National Wildlife Refuges ≈ ANWR) za petinásobně dlouhou dobu ≈ tj. za 60 let) .
- zanikla by nutnost vybudovat 975 nových elektráren s průměrným výkonem 300 MW, mimo plánovaných 1300 nových elektráren plánovaných v rámci Národního energetického plánu, a 180 starých uhelných elektráren (s průměrným výkonem 500 MW) a 14 stávajících jaderných elektráren (o výkonu 1 GW) by mohl být odstaveno; dále by zanikla nutnost vybudovat 300 000 mil nového plynovodu a 7 000 mil elektrického vedení, které požaduje Národní energetický plán
- emise oxidu uhličitého z elektráren by byly sníženy o dvě třetiny v porovnání s prognózou na r. 2020 ve scénáři „nulové varianty“ (≈ business-as-usual), a škodlivé emise oxidu siřičitého a oxidu dusíku z elektráren by byly sníženy o 55 %

### ***Jak realistické jsou tyto závěry a přínosy ?***

Správou energetických informací ministerstva energetiky USA (U.S. Department of Energy's Energy Information Administration ≈ EIA) byl prozkoumán dopad normy RPS - požadavku dosáhnout celonárodní (federální) podíl 20 %, tj požadavku pokrýt 20 % spotřeby elektriny z obnovitelných zdrojů energie; pro prozkoumání byl přijat předpoklad vysoké ceny elektriny z obnovitelných zdrojů energie a jiné konzervativní předpoklady. Výsledky ukázaly mírné úspory energetických účtů do r. 2020.

Jiné studie, které zahrnují přijetí realistickéjších předpokladů, a ve kterých byl zkoumán dopad spojených opatření ke zvýšení energetické účinnosti a rozvoje obnovitelných zdrojů energie, předpověděly úspory ve výši miliard USD pro spotřebitele v USA v porovnání se situací prognóvanou v rámci Národního energetického plánu

Model umožnil ujasnit druhy přínosů, které by mohly být dosaženy, kdyby se vláda rozhodla uplatňovat integrované soubory politik zaměřených k přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie. Dosažení těchto přínosů je však podmíněno tím, že vláda bude připravena zastávat dlouhodobá politická hlediska, a bude ochotna investovat do včasné implementace těchto politik

Rozvoj obnovitelných zdrojů energie například v Německu probíhal s téměř stálou rychlostí během celých posledních deseti let, což lze pokládat za výsledek konzistentních politik, a to na rozdíl od jejich rozvoje v USA, kde se průmysl využívání obnovitelných zdrojů energie zmítá z roku na rok v bažině nejistých a nekonzistentních rámcích politik s velmi krátkým časovým horizontem.

Proto je další příklad věnován modelu německých dlouhodobých cílů a strategií, které představují hlavní motivaci německé energetické politiky využívání obnovitelných zdrojů a vládních investic směřem ke skutečnému přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie.

## **Nemecko: Dlouhodobá energetická politika významného využívání obnovitelných zdrojů energie**

Nemecko přijalo politiky zaměřené na dramatické snížení emisí skleníkových plynů, a v jejich rámci i na dílčí cíl významně urychlit vývoj využívání obnovitelných zdrojů energie.

Výsledkem byl rychlý postup Německa na celosvětově první místo ve využívání větrné energie s instalovaným výkonem 12 GW ke konci r. 2002, a na celosvětově třetí místo ve využívání fotovoltaické elektrické energie.

Německé energetické politiky byly zformulovány na základě dlouhodobých modelů udržitelnosti zpracovaných německým ministerstvem životního prostředí, s analytickou podporou ústavu Wuppertal Institute. Klíčovým prvkem dlouhodobého scénáře vývoje s názvem „*Solárne energetická ekonomika v Německu*“ je především požadavek na zlepšení energetické účinnosti každoročně o 3 až 3,5 % (tj. o snížení energetické náročnosti ekonomiky). To znamená, že ačkoli výkonnost německé ekonomiky poroste, celková spotřeba primární energie v Německu do r. 2030 poklesne o málo více než 30 %.

*Je to právě duraz kladený na zvyšování energetické účinnosti a na snižování energetické náročnosti, co činí z přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie významný faktor.* Jaderné elektrárny v Německu budou do konce roku 2030 zcela vyrazeny z provozu a využívání obnovitelných zdrojů energie by mělo pokrýt možná až 25 % celostátní spotřeby primární energie.

Podíl energie z obnovitelných zdrojů na celkové primární energii by se měl do r. 2050 zvýšit až na 58 %, a v takové situaci by již Německo v podstatě - po inženýrské stránce - dosáhlo přechodu na využívání obnovitelných zdrojů energie. Stejný model předvídá transformaci sektoru výroby elektrické energie do r. 2040, kdy elektrická energie vyrobená z obnovitelných zdrojů překročí hranici 50 % z celkové vyrobené elektriny, a podíl elektriny z OZE dále vzroste do r. 2050 na 65 %.

Tato transformace je umožněna i podmíněna strukturálními změnami - odklonem od centralizovaných elektráren na decentralizovanou, místně specifickou výrobu elektriny, což je usnadněno nacasováním mnoha těchto změn na dobu před r. 2020, během které by jinak 70 % stárnoucích německých elektráren muselo být nahrazeno. Dosažení stanovených cílů je rovněž podmíněno energeticky úspornými opatřeními v budovách, a v sektorech dopravy a vytápění budov. Ve všech třech uvedených sektorech se předpokládá rostoucí uplatňování obnovitelných zdrojů energie.

Dále například z uvedeného modelu udržitelnosti vyplývá, že celkové množství elektriny požadované v Německu v r. 2050 bude asi o 12 % nižší, než činila spotřeba v r. 2000, a to v důsledku zejména předpokládané spotřeby elektriny na výrobu vodíku či vodíkových paliv. Tyto změny se neodehrají bez vynaložení nákladů, ale výdaje budou částečně vykompenzovány úsporami energie i nákladů, například ušetřením za nenakoupená paliva a materiály v důsledku nastavení nových elektráren.

Podle odhadu by roční diskontované náklady na přechod (k využívání obnovitelných zdrojů energie) mohl činit okolo 3,8 miliard EUR, což představuje 48 EUR na obyvatele a rok, nebo také 0,14 % hrubého domácího produktu. A tyto údaje ještě neberou v úvahu ekonomické přínosy plynoucí z nových průmyslových odvětví spojených s využíváním obnovitelných zdrojů energie. Z citovaných analýz vyplývá, že jen ve stavebním průmyslu by bylo nově vytvořeno nebo zachováno 85 až 200 tisíc pracovních míst a nová průmyslová odvětví budou spojena se vznikem 250 a 350 tisíci nových pracovních míst.

Stejný model v prognóze dalšího vývoje - se zachováním scénáře agresivního vývoje - pro r. 2070 předvídá, že z obnovitelných zdrojů energie by mohlo být pokryto 100 % elektriny a tepla spotřebované/ho v Německu, nebo by tomu tak mohlo při nejmenším být do konce tohoto století při uplatnění mírnějšího programu (s méně agresivním scénářem).

Německá poradní rada pro globální změnu (Advisory Council on Global Change ≈ WBGU), ve zprávě za r. 2003 navrhuje možnost, že tyto druhy změn, opatření a cíle by pomohly celosvětově přispět k přechodu od současné situace k budoucnosti s lépe zabezpečenými zdroji energie, které lépe chrání životní prostředí a znamenají energetickou spravedlnost a rovnost mezi bohatými a chudými státy (≈ rovnejší zajištění energetiky mezi bohatými a chudými státy). To však je podmíněno i tím, že kromě cíle týkajících se zvýšení energetické účinnosti a využívání obnovitelných zdrojů energie bude nutné:

- zavázat se ke zrušení veškerých subvencí fosilních paliv do r. 2020
- bude nutné investovat do infrastruktury rozvodných sítí umožňujících podporovat decentralizované zdroje, a
- zvýšit výzkum a vývoj využívání obnovitelných zdrojů energie desetinásobně

Obr. 19: Přijatelný dlouhodobý německý plán ke snížení spotřeby energie v rostoucí ekonomice a k rozvoji využívání obnovitelných zdrojů energie na úrovni významného podílu na tvorbě primární energie. (Dlouhodobý scénář vývoje „ekonomiky se solární energetikou“ v Německu („*Solárne energetická ekonomika v Německu*“)- Podíly energie z různých zdrojů na konečné spotřebě. Předpokladem je snížení energetické náročnosti výroby (z referenční úrovně r. 1995) na 26 % v r. 2050. Vzrust podílu OZE z 1,5 % v r. 1995 na 58 % v r. 2050.

Zdroj: Dr. Manfred Fischedick, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy

## Záver

Žádná z technologií využívání obnovitelných zdrojů energie není důležitější než ostatní vzhledem k možnosti poskytovat společnosti energii. Každá z technologií má své místo ve spektru (portfoliu) technologií ke splnění společenských potřeb a k zajištění hospodářských a environmentálních přínosů. Jen proto, že jsou fotovoltaické technologie populární, nejsou ještě důležitější pro společnost nebo ekonomiku než je např. systém udržitelného projektování budov nebo než jsou solární termální technologie.

Jeden metr čtvereční zemského povrchu může poskytnout 100 W ve formě střídavého proudu špičkového elektrického výkonu produkovaného fotovoltaickou technologií. Jeden metr čtvereční zrcadel může rovněž poskytnout 100 W ve formě špičkového elektrického výkonu produkovaného technologií solárne-termálne-elektrickou a až 200 W elektrického výkonu produkovaných tepelnými Dish-Stirlingovými motory.

Avšak jeden metr čtvereční povrchu zachycující solární energii může poskytnout 300 W termální energie pro ohrev vody v domácnostech, čímž lze ušetřit 300 W elektrické energie spotřebované na její alternativní ohrev. Jeden metr čtvereční povrchu zachycující solární energii může poskytnout tepelný ekvivalent až 600 W, je-li toto teplo vedeno přímo do budov ze skleněného kolektoru, čímž lze ušetřit až 600 W elektrické energie spotřebované jinak na otop. Těž jeden metr čtvereční skleněné plochy oken může do budov propustit denní světlo s účinností dvojnásobně vyšší než představuje poměr jasů a příkonu dosahovaný nejlepšími interiérovými systémy osvětlování, čímž lze ušetřit 100 W elektrické energie spotřebované na osvětlení v úsporných systémech osvětlování řízeného dle intenzity denního světla.

Všechny takto využitá čtvereční metry kolektorů a hektary polí zachycující sluneční energii formou biomasy, vrtule konvertující energii větru na elektrinu a vrty umožňující využívat termální energii Země prostřednictvím tepelných čerpadel, a hydroelektrárny umožňující využívat energii tekoucích vod rek, vln a přílivu/odlivu, nahradí vzácná a mizející fosilní paliva a úbytky dodávek elektriny v důsledku celosvětového vyřazování jaderných elektráren. Vyhrazení spotřeby fosilních paliv na případy s vysokými ekonomickými přínosy - nebo jejich využívání v systémech hybridních zařízení s nízkou spotřebou paliv spojujících systémy využívající prerozšířené-dostupné obnovitelné zdroje energie (energie větru nebo Slunce) přispějí ke strádání, silnějším, bezpečnějším společnosti a ekonomikám. Navíc v tomto procesu budou značně sníženy emise oxidu uhlíku a dalších skleníkových plynů do atmosféry, nyní v důsledku ekonomicky lákavých nových aktivit a ne v důsledku ekonomicky drahých environmentálních sankcí.

Energetická politika by měla být politikou podpory těchto integrovaných a vzájemně propojených součástí definujících energetické systémy, na kterých společnost závisí. Měla by motivovat vývoj těchto systémů veřejného zájmu směrem k vyloučení či minimalizaci environmentálních a společenských škod a směrem k systémům sladěným s přirozeným světlem (≈ s přírodou) a být v regenerativním (≈ v ochranném, léčebném či nápravném) vztahu k nemu. Energetická politika musí být vymezena na základě udržitelnosti a ochrany příležitostí pro příští generace nebo selže a tím poškodí ekonomiku a společnost.

Je povzbudivé vidět, jak se v praxi projevují celo-regionální politiky rozvoje využívání obnovitelných zdrojů energie, a jak jsou stanovena pravidla zajišťující plnění těchto cílů, které se vztahují na větší oblasti překračující hranice států. Navržený program Evropské unie „Inteligentní energie pro Evropu“ je zaměřen na konsolidaci různých programů z rámce období 1998-2002 do účinnějšího a lépe fundovaného rámce pro období 2003 až 2006. Název

implikuje „inteligentní“ roli energetické účinnosti a obnovitelných zdrojů energie v širěji chápaném blahobytu pro celou Evropu. Evropský parlament také navrhl založit Evropskou agenturu inteligentní energie, která by měla usnadňovat zavádění systému energeticky účinných a systému využívání obnovitelných zdrojů energie, a usnadnit využívání či opakování „nejlepších postupů“ již osvědčených prakticky kdekoli v Evropě.

Obr. 20: (na obr. je vidět pole fotovoltaických panelů na pozadí chladících elektrárenských věží) Příběh začíná. Jaderná elektrárna Rancho Seco (Sakramento, Kalifornie, USA) byla odstavena vzhledem k nadměrným provozním nákladům. Její produkční výkon byl od té doby nahrazen zvýšením energetické účinnosti a celosvětově nejrozsáhlejším souborem fotovoltaických panelů pro produkci elektriny ze slunečního záření. Parametry elektrárny opět nabyly hodnot, jakých by měly, kdyby tento kurážný první krok (odstavení) nebyl býval učiněn. První krok je vždy nejtežší.

Obr. 21: (na obr. je vidět zjevně rozpácité 4 děti s dlaněmi položenými na solárních fotovoltaických panelech). Děti se nyní mohou dotýkat, cítit a zažít začátek přechodu k obnovitelným zdrojům energie, které budou tak důležité k zajištění jejich vlastního budoucího blahobytu.

Jestliže tyto návrhy uvažujeme společně se směrnicí Komise z 23. ledna 2002 o environmentální odpovědnosti založené na principu „znečišťovatel platí“, stane se zřejmé, že ve velké části světa prinejmenším „inteligentní“ energetická účinnost a využívání obnovitelných zdrojů energie dozrává do stádia seskupení (balíku opatření), které výslovně zahrnují snížení emisí do prostředí a jeho ochranu, podněty pro regionální ekonomické přínosy, odstranování stávajících překážek a zahrnují i mechanismy financování.

Vlády samotné by se měly stát nejlepším klientem těchto systémů. Vlády obvykle patří mezi největší vlastníky budov. Vlády by měly navrhnout a upravit své vlastní budovy jako vzorové příklady reprezentující principy energetické účinnosti a udržitelnosti. Vlády by měly stimulovat velkoobjemové nákupy a snižování nákladů na technologie využívání obnovitelných zdrojů energie jejich masovým využitím pro zajištění vládní bezpečnosti a pro zajištění obranných operací. Všechny tyto způsoby mohou pomoci vládě protlačit solární technologie na trh, navíc k „tahu“ vyvolávanému jejich pevně stanovenými cíli, politikami a zákony (které působí jako hnací síly).

Přechod na využívání obnovitelných zdrojů energie se uskutečňuje od města k městu, od regionu k regionu a od státu ke státu. Bude procesem vytvářeným v každém místě v okamžiku, kdy bude dosažena určitá „kritická hmota“ (» *kritická úroveň* či „bod obrátu“) aplikací využívání obnovitelných zdrojů energie. K tomto „bodům obrátu“ dojde, když lidé, vlády, regulační orgány, elektrárny a teplárny, a finanční společnosti se důvěrně seznámí s technologiemi využívání obnovitelných zdrojů energie. V případě využívání energie větru se zdá být kritickou úrovní 100 MW instalovaného výkonu. V případě fotovoltaické elektriny je kritické úrovně dosaženo, pokud se střechy pokryté fotovoltaickými panely nejen stanou běžnými, ale stanou se i zdrojem osobní pýchy či hrdosti. Mesto Sacramento v Kalifornii, s téměř tisíci instalovaných fotovoltaických střech, má připravené tisíce aplikací pro další nové systémy. Totéž platí pro programy fotovoltaických střech v Německu a Japonsku, kde již jsou v provozu desítky tisíc aplikací.

Vlády si musí stanovit celkový cíl souběžného plnění ambiciózních dílčích cílů v oblasti zvyšování energetické účinnosti a v oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie.

Implementační mechanismy pro dosažení tohoto celkového cíle musí být jako predmet součástí **souboru vzájemne se podporujících a konzistentních politik**. Nejvhodnější politikou se zdá být soubor politik spojujících normy pro využívání obnovitelných zdrojů energie doplněný s přímými podněty a platbami za produkci energie, s podporou formou půjček, danových úlev, s rozvojem obchodovatelných tržních nástrojů, s odstraněním stávajících překážek a s příklady (≈ žádoucího vzorového jednání) poskytovanými vládami (státní správou) a se vzdělávání uživatele či osvetou veřejnosti.

Dále musí být rok od roku **konzistentne uplatňovány legislativní a finanční mechanismy** zaměřené na dosahování uvedeného celkového cíle. K tomu je však nutná stálá politická vůle po dobu několika generací a mnoha vlád (» *tedy trvající mnoho volebních období*). Dosažení tohoto cíle samotné však bude znamenat fantastický pokrok pro společnost.

Tato Bílá kniha prokazuje, že **prechod na využívání obnovitelných zdrojů energie není jen fantazie, ale je reálně dosažitelnou vizí**, která může být zrealizována průmyslově rozvinutými státy již dostupnými technologiemi, a v rozumné době za rozumné náklady. Je zřejmé, že o úspěšnosti či neúspěšnosti jednotlivých států rozhodne způsob řízení přechodu, vycházející z potřeb lidí a jejich vlád spolu s pružností a přizpůsobivostí veřejných zdrojů energie (elektráren, tepláren, plynáren) a společenskými institucemi.

Nemá-li být pozdě, musí tento přechod na využívání obnovitelných zdrojů energie začít již nyní. Vlády, města, společnosti a lidé musí spolupracovat při učinění prvních kroků, které jsou nejtežší, a přitom musí znát velké společenské, environmentální a osobní přínosy, které přechod přinese. Solární energie - zdroj veškerého života na Zemi - bude základem udržitelnější, bezpečnější a zdravější energetické politiky budoucnosti.



## Poděkování

Tato Bílá kniha byla sestavena z mnoha zdrojů a z textů kritických přehledů a návrhů mnoha autorů. Autor Bílé knihy (Dr. Donald W. Aitken) si přeje s vděkem poděkovat některým hlavním zdrojům informací a poznámek využitých v tomto textu. Níže uvedený seznam uvádí znalce osobně kontaktované, kteří autorovi poskytli buď další zdroje nebo znalce, poskytli cenné rady a zpracovali recenzi konceptu textu:

<b>Bionergie</b> Dr. Ralph Overend (NREL) Prof. Larry Baxter (BYU)	<b>Pasivní solární ohrev a osvětlení budov</b> Edward Mazria	<b>Politika a zdroje Evropské Unie</b> Rian van Staden (ISES)
<b>Geotermální energie</b> Anna Carter (IGA) Dr. John Lund Dr. Gary Hutterer Dr. Cesare Silvi	<b>Energie and elektrina z vetru</b> Randall Swisher (AWEA) Jim Caldwell (AWEA) Dan Juhl Peter Asmus Paul Gipe	<b>Fotovoltaická produkce energie</b> Paul Maycock Steven Strong Dr. John Byrne (University of Delaware) Dan Shugar (PowerLight)
<b>Politiky a příklady politiky</b> Dr. Niels Meyer (Technical University of Denmark) Rick Sellers (IEA) Alan Noguee (UCS) Steve Clemmer (UCS) Jeff Deyette (UCS)	<b>Solární termální produkce elektrické energie</b> Dr. David Kearney Dr. Michael Geyer Dr. Gilbert Cohen (Duke Energy) Dr. Frederick Morse	<b>Dánské politiky</b> Torben Esbensen Dr. Niels Meyer Preben Maegaard (Folkecenter for Renewable Energy)
<b>Nemecké politiky</b> Burkhard Holder (Solar-Fabrik AG) Rian van Staden (ISES)	<b>Cínské politiky a solární zařízení</b> Dr. Jan Hamrin Dr. Li Hua	<b>Příklad: případ nemecké udržitelné energie</b> Dr. Manfred Fishedick (Wuppertal Institute)
<b>Solární zařízení Kypru</b> Dr. Despina Serghide	<b>Indické politiky a zařízení na využívání obnovitelných zdrojů energie</b> Dr. V. Bakthavatsalam S. Baskaran (IREDA)	<b>Japonské politiky a fotovoltaická zařízení</b> Osamu Ikki Takahashi Ohigashi

## Písemné zdroje

K textu Bílé knihy byly čerpány příspěvky z mnoha písemných zdrojů. Kromě rady článku publikovaných časopisecky jako stálé esenciální zdroje cenných aktualizovaných údajů sloužily zejména časopisy:

REFOCUS (International Solar Energy Society, published by Elsevier Science, Ltd.)

RENEWABLE ENERGY WORLD (James & James, Science Publishers, Ltd);

SOLAR TODAY (The American Solar Energy Society);

BIOMASS & BIOENERGY (Elsevier Science, Ltd.)

**Zvláštní díky** zasluhuje pan Edward Milford, Vydavatel rady RENEWABLE ENERGY WORLD, za pomoc autoru Bílé knihy při kontaktování autoru článku a získání digitalizovaného formátu obrázku. Profesní kolega a manželka autora, paní Barbara Harwood Aitken, podstatně pomohla vlastním vstupem, znaleckou editací a značnou podporou venovanou sepsání projektu.

Mezinárodní společnost solární energie (The International Solar Energy Society ≈ ISES) vdecne děkuje panu Dr. Donald W. Aitkenovi, dřívějšímu tajemníkovi a viceprezidentovi ISES, a dalším znalce z celého světa, kteří k Bílé knize přispěli a technické recenzi a příspěvku poskytnutému reditelstvím a radou výkonných reditelů ISES.

© ISES & Dr. Donald W. Aitken 2003  
All rights vyhrazena ISES a autorem  
Vydavatel: ISES Headquarters  
Design: triolog, Freiburg  
Tisk:  
Systemdruck, March  
Tištěno na 100% recyklovaném papíru

Text na zadní strane obálky:

Z doby, během níž jsou ještě dostupné pohodlné a levné fosilní zdroje energie a během níž je nutno vyvinout nové technologie a nová zařízení - a zajistit tak trvalý a uspořádaný prerozdělení celosvětové energetiky do definitivně nové podoby, zbývá již málo...

<b>Souhrn</b>	4
<b>Souhrn politických možností a implementačních opatření</b>	8
<b>Předmluva: Solární energetika – cesta z minulosti přes současnost do budoucnosti</b>	9
<b>Rámec, rozsah a omezení této Bílé knihy</b>	12
Definice, terminologie a prepocítávací faktory	13
<b>Úvod - Globální transformace energetiky, řízení správným směrem</b>	15
<b>Nové prvky motivující veřejnou politiku směrem k přechodu k obnovitelným zdrojům energie</b>	18
Environmentální varování	18
Předcházení riziku	19
Príležitosti pro vlády	21
<b>Obnovitelné zdroje energie – vlastnosti, stav vývoje a potenciál</b>	22
Bioenergie	22
Geotermální energie	26
Vetná energie a diskontinuální (prerušované dostupné) obnovitelné zdroje energie	30
Energie a elektrina z větru	30
Dosahování vysoké úrovně využití energie z větru a jiných diskontinuálních zdrojů energie	33
Několik poznámek k přechodu k vodíkové energetice	35
Prímé využívání sluneční energie	36
Prehled	36
Pasivní solární vytápění a osvětlování budov denním světlem	38
Solární vytápění a ohřev vody	41
Solární termální výroba elektriny	43
Výroba elektriny ze solárního záření fotovoltaickými procesy	45
<b>Vnitrostátní a místní faktory podporující vývoj a uplatňování technologií produkce energie z obnovitelných zdrojů</b>	53
Plnění mezinárodních závazků ke snížení emisí skleníkových plynů	53
Zvyšování účinnosti energetických výdajů a vytváření nových pracovních míst	54
<b>Politiky urychlující uplatňování obnovitelných zdrojů energie</b>	56
Prehled	56
Politiky měst mohou sloužit jako příklad	59
Okresní městská elektrárna v Sacramentu	60
Los Angeles a San Francisco	62
Normy elektriny z obnovitelných zdrojů	63
Dosažení vyváženého portfolia obnovitelných zdrojů energie	64
Jeden zvláště úspěšný politický nástroj: garantované výkupní ceny	67
Rozvojové státy	68
<b>Tržní podněty</b>	69
Prehled	69
Požadavky na zavedení korektních tržních podnetů pro využívání obnovitelných zdrojů energie	73
Náprava nerovného postavení v tržních subvencích pro zdroje energie	73
Vypracování konzistentní metodiky k odhadu nákladů na produkci energie	74
<b>Úloha výzkumu a vývoje při podpoře přechodu k obnovitelným zdrojům energie</b>	76
<b>Dva modely komplexní státní politiky čisté energie</b>	78
Spojené státy: Vedoucí úloha státu a podrobný projekt čisté energie pro alternativní (energetickou) budoucnost	78
Současné postavení politik využívání obnovitelných zdrojů energie v USA	78
Podrobný projekt intenzivního využívání obnovitelných zdrojů energie pro USA	79
Německo: Významná dlouhodobá politika využívání obnovitelných zdrojů energie	83
<b>Závěr</b>	85

Podekování	88
------------	----