

Energetika a klimatické změny

Jak může přispět Česká republika?

Vladimír Wagner

Ústav jaderné fyziky AVČR a FJFI ČVUT

- 1) Jak čelit klimatickým změnám?
- 2) Nízkoemisní zdroje
- 3) Úspěšná cesta k nízkoemisní energetice
- 4) Neúspěšná (zatím?) cesta k nízkoemisní energetice
- 5) Možnosti České republiky
- 6) Aktualizace Státní energetické koncepce



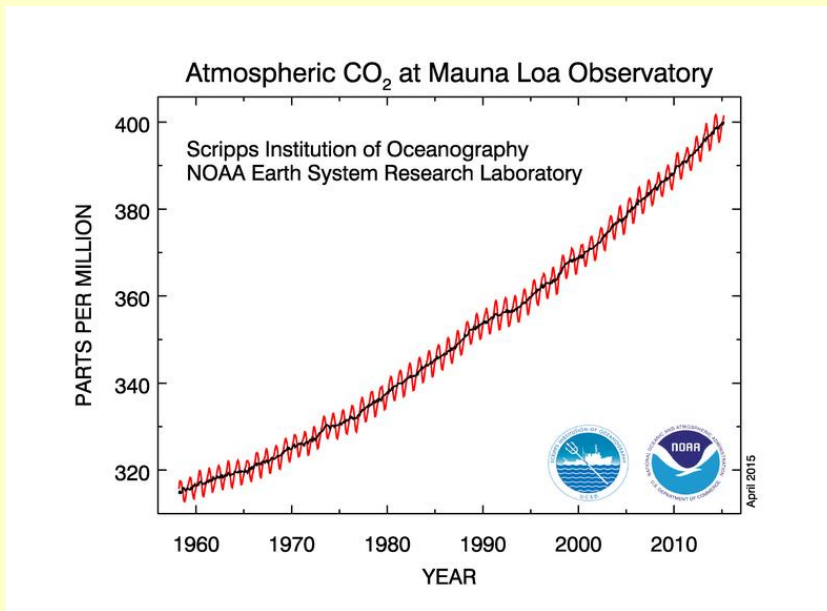
Německá sluneční elektrárna Neuhardenber má 148 MW



Blok AP 1000

Klimatické změny a jak se jim bránit?

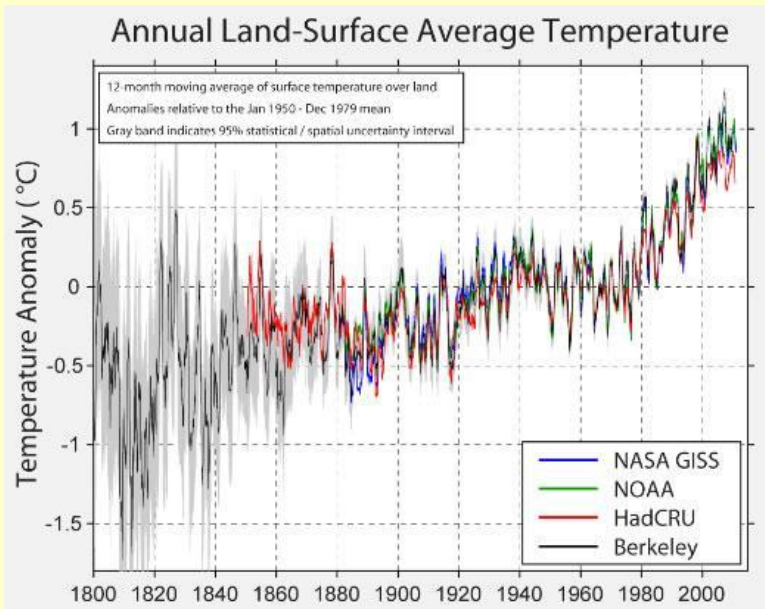
- 1) Přírůstek oxidu uhličitého je potvrzen kvalitním měřením
- 2) Jeho původ v průmyslu potvrzen třeba i měřením obsahu ^{14}C
- 3) Růst celkové teploty potvrzován měřeními
- 4) Podíl přírodních a civilizačních vlivů na vývoj klimatu otevřený
- 5) Budoucí vývoj závislý na modelu a výsledky mají odpovídající nejistoty



Měření koncentrace CO₂ na Maono Loa



Měření CO₂ a ^{14}C v ÚJF AV ČR



Změna globálních teplot

Vhodnými opatřeními může být rozvoj mokřadů i přehrad

- 5) Určitě se vyplatí opatření na omezení dopadu klimatických změn (bez ohledu na to, co je způsobuje)
- 6) Zlepšit hospodaření s vodou, získat odolnější druhy zemědělských plodin, architektura zlepšující klima ve městech ...
- 7) Opatření na snížení produkce skleníkových plynů v energetice – jen pokud nemají horší sociální dopady
- 8) Spojit s řešeními ubývání fosilních zdrojů (změna zdrojů i úspory a efektivita)
- 9) 2013 - Elektrina (**Celkově**): ropa 4,4 (32,9) %, uhlí 41,3 (30,1) %, plyn 21,7 (23,7) %, voda 16,3 (6,7) %, jádro 10,6 (4,4) %, vítr 2,7 (1,1) %, slunce 0,5 (0,2) %.

Klíčová čísla:

Celkově:	fosilní	86,7 %
	voda	6,7 %
	jádro	4,4 %
	vítr a slunce	1,3 %

Elektrina:	fosilní	67,4 %
	voda	16,3 %
	jádro	10,6 %
	vítr a slunce	3,2 %

Možné nízkoemisní zdroje

- 1) **Vodní** – jeden z nejvýznamnějších, **Výhody:** možnost využití pro regulaci a akumulaci, velké i malé decentralizované
Nevýhody: závisí na geografických podmínkách,
- 2) **Větrné** – **Výhody:** decentralizované i velké
Nevýhody: závislé na počasí (fluktuující), potřebuje vhodné podmínky,
- 3) **Solární** – **Výhody:** tepelné (velké), fotovoltaické i decentralizované **Nevýhody:** závisí na geografické poloze, fluktuující závislé na počasí
- 4) **Na biomasu** – **Výhody:** umožňují regulaci, jsou i decentralizované využívající odpad
Nevýhody: mají také emise, konkurují výrobě potravin
- 5) **Jaderné** – **Výhody:** nezávislé na počasí, na geografických podmínkách jen omezeně, umožňují regulaci
Nevýhody: pouze velké zdroje, nutnost technologicky rozvinuté společnosti, postoj veřejnosti
- 6) **Geotermální, přílivové** (zatím ve vývoji)



Úspěšné přechody k nízkoemisní elektroenergetice

Kombinace obnovitelných a jaderných zdrojů

Ontario 2014 - konec uhlí v elektroenergetice – rekonstrukce reaktorů CANDU na další čtvrt století (ještě v roce 2003 čtvrtina elektřiny z uhlí), 19 reaktorů s výkonem 13,5 GWe, jádro 62 % elektřiny

Francie - během zhruba deseti let nízkoemisní elektroenergetiku, 58 reaktorů, 63 GWe, od devadesátých let minimum emisí, nyní stále více doplňováno OZE

Švédsko, Švýcarsko – kombinace jaderné a vodní elektřiny už řadu desetiletí

Slovensko – jádro a voda 87 %, Mochovce podíl nízkoemisní elektřiny zvýší

Touto cestou se vydaly také Finsko a Velká Británie



Mořská větrná farma ve Švédsku



Kanadská elektrárna Bruce B

Klíčové sdělení

**Kombinací jaderných a obnovitelných zdrojů lze vybudovat
nízkoemisní elektroenergetiku v libovolně velké zemi s
libovolnými geografickými podmínkami**

Prokázáno na řadě příkladů fungujících řadu desetiletí

**Pokud se podaří elektrifikace dopravy, lze vyřešit
nízkoemisní energetiku obecně**

Neúspěšné (zatím?) cesty k nízkemisní energetice

Pouze obnovitelné (nutnost využít fosilní zdroje): **Německá Energiewende, Dánsko**

Německo – 1) Politický zákaz využívání jaderné energetiky.

2) Spoléhání dominantně na fosilní zdroje a vítr (míra využití větru závisí na postavení dálkového propojení sever jih).

3) Velmi intenzivní budování fotovoltaických zdrojů (velké výkony ale i tak relativně malé zastoupení v celkové výrobě elektřiny) s masivním využitím dotovaných výkupních cen.

4) Hlavně v pozdějším období spoléhání na dovoz elektřiny ze zahraničí (~~projekt DESERTEC~~, napojení na severské hydroelektrárny).



Uhelná elektrárna Moorburg nahrazuje jádro na severu Německa Mořská větrná farma Baltik I

Německá „Energiewende“ (poučení)

- 1) Hlavní priorita – odstavení jaderných zdrojů
- 2) Další požadavek – maximalizovat podíl obnovitelných zdrojů

Nehledá se sociálně ekologické optimum:

- 1) Sociálně dostupná energie (efektivita její výroby)
- 2) Ekologicky šetrná produkce energie

Výsledek:

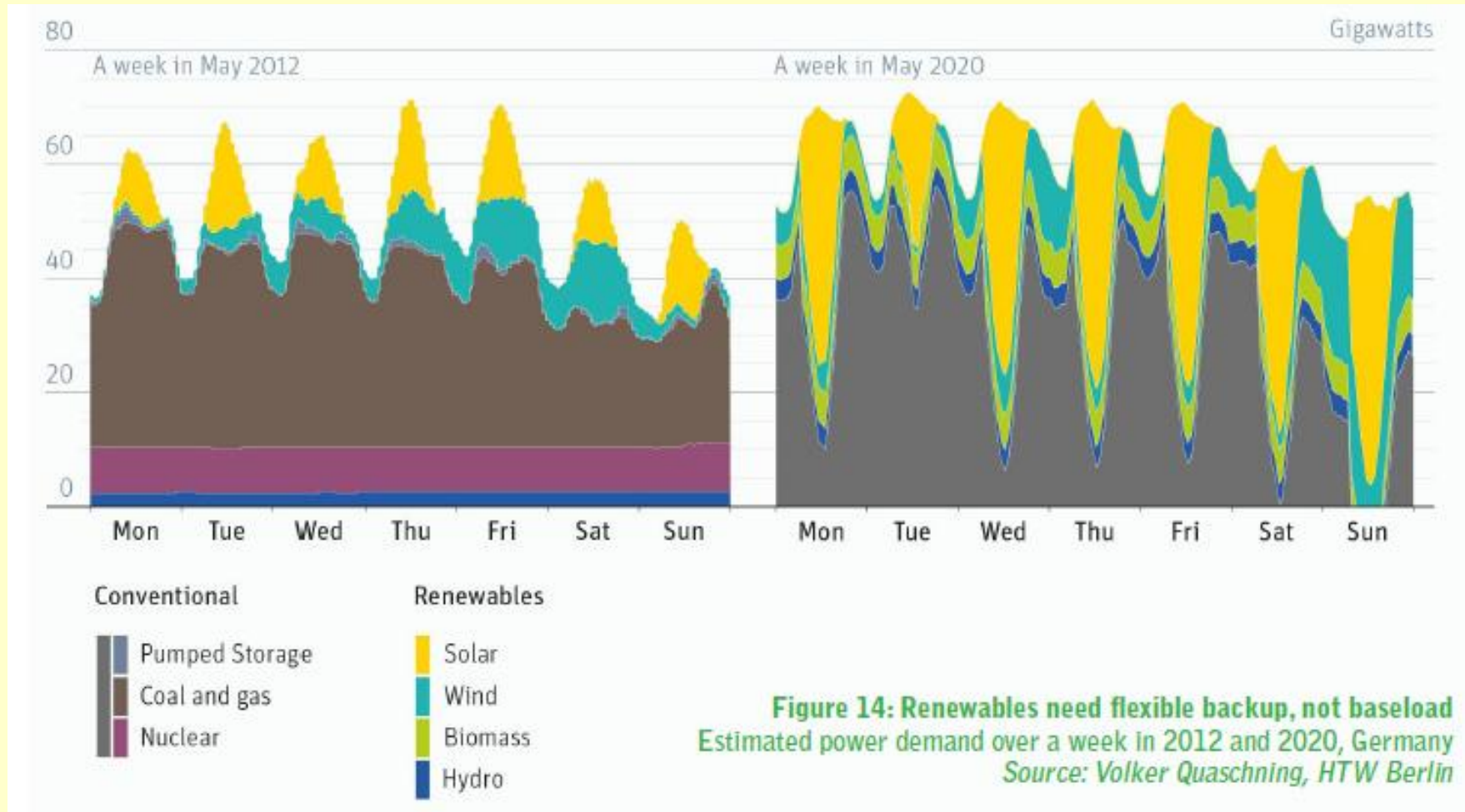
- 1) Intenzivní deformace trhu dotacemi OZE (nevypatí se stavba žádných nedotovaných zdrojů) – obrovský přebytek nevyužitého výkonu
- 2) Intenzivní produkce z fosilních zdrojů, poslední tři roky hlavně z uhlí
- 3) Růst cen elektřiny pro spotřebitele (neefektivní využití i velmi drahých zdrojů)
- 4) Masivní přetoky elektřiny přes hranice ohrožující sousedy



Německá uhelná elektrárna Neurath je druhá největší v Evropě

Základní problém Energiewende v praxi

I když v určité době dokáží solární a/či větrné zdroje všechny potřebný výkon, velkou část elektřiny musí dodat stabilní regulovatelné zdroje (fosilní, jaderné, vodní, biomasové)



Klíčové sdělení

Kromě velice specifických geografických podmínek (Norsko, Island ...) se nízkoemisní elektroenergetiku postavenou pouze na obnovitelných zdrojích zatím vytvořit nepodařilo.

**V Německu trvá Energiewende už více než 15 let
a podíl jednotlivých zdrojů je:**

**Fosilní 55,9 % (uhlí 42,2 %), jaderné 14,1 %,
OZE 30 % (vítr 13,3 %)**

**Pokud se nepodaří vyřešit problém s ukládáním energie,
zůstane zde vysoký podíl fosilních zdrojů**

Možnosti úspor – chytré sítě? chytrá města?

- 1) Úspory jsou důležitou – potenciál každé z nich nutno posuzovat realisticky (úsporné žárovky mohou vést k vyššímu počtu světél, stejně s elektronikou)
- 2) Všechn průmysl by nebylo dobré přesunout do Číny
- 3) Spotřeba v domácnosti: Co jde posunout? Vaření? Žehlení? Zábavu?
- 4) Chytré domy, města – větší využívání elektroniky
- 5) Kritická možnost ukládání
- 6) Větší elektronizace, chytré domy – nyní často místo cesty k úsporám je statusovým symbolem
- 7) Nutnost technologického rozvoje – zatím pouze v testovací fázi

Klíčové sdělení:

Úspory a přechod k decentralizaci založené na chytrých sítích – značný potenciál, ale nutno posuzovat realisticky

Energetika v globálním kontextu

- 1) Energetiku zatím dominují fosilní paliva.
- 2) Jejich postupné nahrazení je pravděpodobně možné, ale pouze s intenzivním využitím všech efektivních možností nízkoemisních zdrojů a úspor.
- 3) Energetické koncepce je nutné volit podle geografických a dalších podmínek
- 4) Příkladem, jestli a v jakém časovém horizontu se to povede, je Čína
- 5) Pomůže i nahrazení uhlí plynem (příklad USA), ovšem pouze snížení emise CO₂ na hodnoty mezi třetinou a polovinou
- 6) Nutnost vědeckého a technologického rozvoje (poznání vývoje klimatu a jeho příčin, nutnost nových technologií nejen v energetice)
- 7) Vědecký a technologický pokrok – ve všech oborech, ale priorita ukládání energie
- 8) Velmi silný vliv ideologického aktivismu – nutnost prosazení racionálního přístupu založeného na vědě

Situace v České republice

- 1) Zásoby uhlí docházejí a pokud se nemají překročit těžební limity, tak je třeba poměrně velice rychle omezit jeho využívání pro produkci elektřiny.
- 2) Možnosti vodních zdrojů už z dominantní části využity.
- 3) Větrná mapa Česka je relativně velmi chudá (nemáme mořské pobřeží).
- 4) Biomasa – omezené možnosti (konkurence potravinám a ekologii)
- 5) Nejde o tak ekonomicky silný stát, velmi silná závislost na průmyslu a exportu, větší sociální citlivost obyvatel ke zvyšování cen elektřiny.
- 6) Německý velký výkon ve větru a fotovoltaike v době vhodného počasí zaplavuje region přebytky elektřiny
- 7) Značné množství uhlénné produkce elektřiny v okolí (Německo a Polsko) – škodlivé emise neznají hranice



Situace v regionu v současnosti

Stát	celková produkce [TWh]	fosilní [%]	jádro [%]	obnovitelné [%]	vítr [%]	slunce [%]
Polsko	148	90	0	10	3	
Německo	594	55	15,5	26	8,4	4,7
Česko	80,8	52	35,9	11,6	0,5	2,2
Maďarsko	28,6	44	50,7	6	1	
Slovensko	28,2	26	51,7	20		
Rakousko	70,4	25	0	66	4	

Česko, těžba uhlí klesla mezi lety 1993 a 2013 o 43 %

Rok 2000:

Česko uhlí: 70,5 %
Fosilní celkem: 72 %

Němci uhlí: 50,5 %
Fosilní celkem 59 %

Rok 2013:

Česko uhlí 49 % a
fosilní celkem 52 %

Němci uhlí 45,2 %
Fosilní zhruba 55 %
Pořád 15,5 % jádro



Jaderná elektrárna Isar bude poslední v Bavorsku

Aktualizovaná státní energetická koncepce

Schválení aktualizace Státní energetické koncepce – 18. května 2015

Základní téze:

- 1) Postupné odstoupení od využívání fosilních paliv
- 2) Přejít k využívání nízkoemisních zdrojů (jaderných a obnovitelných)
- 3) Jaderné – velké, obnovitelné – decentralizované pro místní spotřebu
- 4) Maximalizace využití úspor a zvyšování efektivity

Co je třeba udělat pro realizaci této koncepce?

- 1) Nutnost nalezení způsobu financování nízkoemisních zdrojů
- 2) Nalezení široké a stabilní podpory pro SEK (rozumět problematice)

Rok 2040 výroba elektřiny: 46 až 58 % jaderná energetika, z 18 až 25 % obnovitelné zdroje, z 11 až 21 % černé uhlí a zemní plyn z 5 až 15 %.



Česká republika a nízkoemisní energetika

Možnosti:

- 1) Větrné, fotovoltaické zdroje – dominantně malé decentralizované, omezeno přírodními podmínkami a situací v Německu
- 2) Biomasa – malé decentralizované využívající odpad ze zemědělství
- 3) Určitě nestavět velké větrné či solární zdroje (pouze decentralizované pro místní spotřebu)
- 4) Jaderné zdroje: Dukovany možnost provozu dalších 20 let, Temelín pak 35 možnost rozšíření o dva bloky v Temelíně a jeden v Dukovanech, případně další

Současná situace a potřeba

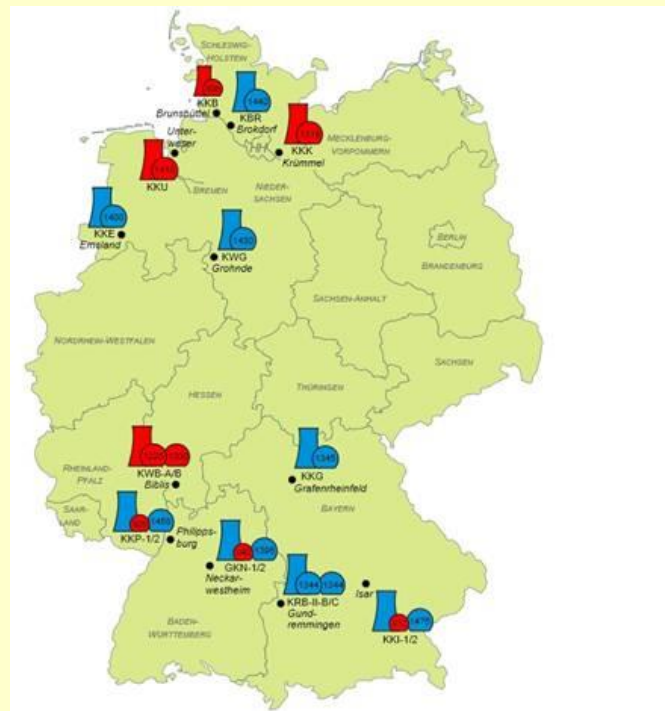
- 1) Jaderné zdroje 36 %, větrné 0,5 %, fotovoltaika 2,2 %
- 2) Nyní přebytek zdrojů, uzavírání uhelných, nutnost udržet Dukovany a najít náhradu za uhelné bloky,
- 3) Paroplynové –

Možnosti příspěvku k nízkoemisní energetice (podle přijatých cílů)

- 1) Mírný – udržet Dukovany a spoléhat na Německo
- 2) Střední – podle ASEK udržet soběstačnost a pomáhat regionu
- 3) Silný – rozvojem jaderné energetiky pomoci nahradit uhelné zdroje hlavně v Polsku a Německu

Bavorsko – modelový příklad pro Česko

- 1) Bavorsko polohou, velikostí, průmyslovým zaměřením odpovídá Česku, má téměř 50 % elektřiny z jádra, výhoda – Alpy a vodní zdroje, zatím vývozce elektřiny
- 2) Odstavení jádra má nahradit dovoz, plyn a místní FV a vítr
- 3) Chybí vedení 800 km ze severu na jih – silné protesty (termín až 10 let)
- 4) Snížení dotací do větru a FV – odstavení Bavorska (menší efektivita větrných zdrojů tam), „10H“ pravidlo – těžko nové větrníky
- 5) Opravdu se jaderné bloky odstaví?
- 6) Jestli ano – nutnost dovozu elektřiny, i z Temelína



Fotovoltaika opravdu
jádro nenahradí

Po odstavení Jaderné elektrárny Grafenrheinfeld
postupně začnou Bavorsku problémy

Zatím se odstavování jádra Bavorska moc
netýkalo

Závěr

- 1) **Růst množství CO₂ a jeho průmyslový původ jsou jasně prokázány**, růst globální teplot také, podíl antropogenních vlivů a budoucí vývoj je otevřenější
- 2) Opatření zvyšující odolnost společnosti vůči klimatickým změnám (pomohou v každém případě), přechod k nízkoemisní energetice (nutnost srovnávat náklady a dopady)
- 3) **Různé geografické, geologické i podnebné podmínky vyžadují různé energetické koncepce a strukturu zdrojů.**
- 4) **Řada příkladů ukázala, že je možné vybudovat nízkoemisní elektroenergetiku založenou na kombinaci jaderných a obnovitelných zdrojů.**
- 5) **Není zatím příklad nízkoemisní elektroenergetiky založené pouze na OZE**
- 6) **Česká republika se s docházejícím uhlím a neexistencí oblastí s pravidelným stabilním prouděním nemůže spolehnout na uhlí a vítr . Těžko se obejde bez jádra v případě, že chce přispět k nízkoemisní energetice a má pomáhat k udržení stability sítě v středoevropském regionu.**
- 7) **Stabilními zdroji, kterými jsou její jaderné elektrárny, a podporou budování odolné a dostatečně kapacitní sítě může Česká republika pomoci řešit problémy, které vznikají nedostatkem zdrojů elektřiny, hlavně stabilních zdrojů, které udržují síť v provozu.**