

Chytrá energie



Foto: Greenpeace, dělník vybrušující tubus větrné elektrárny

Konkrétní plán ekologických organizací, jak zelené inovace a nová odvětví mohou postupně proměnit energetický metabolismus české ekonomiky – a srazit znečištění, dovoz paliv i účty za energii



„Tak jako slušný člověk pozdraví a nepohazuje odpadky na zem, tak má slušný stát zelenou energetickou politiku. Je přirozené, že energetická politika je zelená, protože energetika je bezesporu největší znečišťovatel životního prostředí. Je to prosté použití principu nedělat ostatním to, co se nelíbí nám samotným. Předložený alternativní návrh zelené energetické politiky touto principu odpovídá. Řeší politiku opravdu komplexně, neomezuje se na polemiku kolem dílčích problémů typu ‚jádro, nebo uhlí‘. Takovýto nadhled v české energetické politice zcela chyběl.“

Jiří Beranovský, ředitel,
EkoWatt



„Chytrá energie je opravdu skvělou výzvou politikům i průmyslníkům, aby se na naši energetiku dokázali podívat z jiného úhlu – nejen z hlediska produkce, ale především spotřeby – a aby se v klidu české kotliny nespokojili jako obvykle jen s ‚lenivým pokrokem‘. Publikace správně upozorňuje na možnosti, o kterých sice víme, ale které jsme dosud nevyužili. Využijme tedy těchto stránek k postupné proměně světa kolem nás.“

Libor Ambrozek, bývalý
ministr životního prostředí



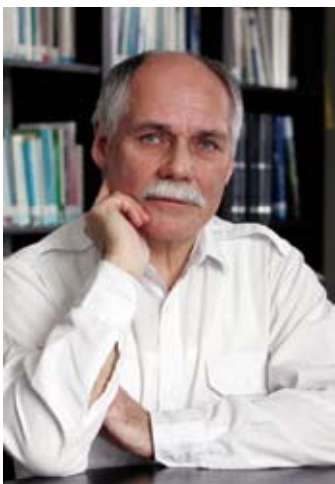
„Už dvacet let se u nás debatuje o tom, jak má vypadat zásobování elektřinou a teplem do budoucna. MŽP vždy poukazovalo na to, že musíme hledat řešení, které zajistí naše potřeby bez nadměrných ekologických škod. Takové, jež umožní razantně snížit uhlíkové emise a přitom přinese nové oživení těžbou postižených oblastí, takové, které sníží produkci radioaktivních odpadů a přitom povede k větší decentralizaci energetiky a osvobodí nás od rostoucího dovozu paliv. Ekologické organizace tady konkrétním a proveditelným návrhem potvrzují, že to jde. Určitě jej doporučuji k přečtení všem, kteří se energetikou zabývají.“

Petr Holub, ředitel odboru
udržitelné energetiky a dopravy,
Ministerstvo životního prostředí



„Celé jedno století žilo lidstvo v přesvědčení, že růst ekonomiky musí být provázen růstem spotřeby energií. Zdroje ropy a uhlí byly považovány za levné a bezendné. Postavili jsme ekonomiku na neomezené spotřebě doprovázené ničením životního prostředí, zdraví a klimatu. Měli jsme za to, že to jinak nejde. V posledních desetiletích je však stále zřetelnější, že tato cesta vede lidstvo a naši planetu do záhuby. Proto je nové tisíciletí bodem obratu. Uvažování lidí o spotřebě, dopadech vlastního chování a možnostech udržitelného života pro další generace se radikálně mění. Stáváme se zodpovědnými. Během příštích čtyřiceti let chceme výrazně omezit emise skleníkových plynů a hledáme cesty, jak toho dosáhnout. Fosilní paliva nahrazujeme obnovitelnými zdroji a zároveň hledáme způsoby razantních úspor. Víze odklonu od fosilních paliv v perspektivě čtyřiceti let je realistická, budeme-li důslední. A to je to, o čem tu běží. Většina lidí toto poselství chápe. Věřím, že také tato publikace pomůže získat této vizi další podporu.“

Martin Bursík, bývalý ministr
životního prostředí



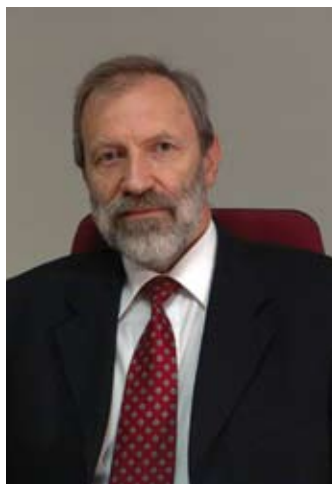
„Energetická náročnost české ekonomiky je v mezinárodním srovnání stále neúnosně vysoká, ačkoliv klesá. V současnosti i do budoucna to znamená velkou zátěž životního prostředí, zejména v globálním měřítku v důsledku emisí skleníkových plynů, zátěž finanční způsobenou vysokými dovozy, a hrozbu pro energetickou bezpečnost. Radikální, nejen současné pomalé snížení této náročnosti by proto mělo být jedním z imperativů ekonomické strategie naší země. Víťaným a důležitým příspěvkem k diskusi o energetické politice – která je přirozeně základní součástí širší strategie ekonomické – je materiál připravený na toto téma českými nevládními organizacemi. Jde o důkladnou studii zpracovanou na základě seriózních podkladů, která přináší řadu zásadních podnětů. Představuje mimořádně významný příspěvek do probíhající diskuse, jak svými závěry, tak věcností a celkově moderním přístupem. Jsem velmi rád, že tento text je na stole, v žádném případě nesmí zapadnout, nýbrž stát se součástí vážné a velmi potřebné diskuse. Autorům studie mohu k předloženému materiálu upřímně gratulovat.“

Bedřich Moldan, ředitel Centra pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy, senátor



„Plán ekologických organizací je důležitý a zajímavý příspěvek k debatě o tom, jak v České republice snižovat emise skleníkových plynů. Na nejednu bod máme odlišný názor. Ale shodneme se, že čisté technologie a nová odvětví jsou velkou příležitostí pro naši ekonomiku. ČSSD chce povzbudit český průmysl a domácnosti při zavádění obnovitelných zdrojů, zvyšování ekologické účinnosti a v energetických úsporách prostřednictvím legislativních a ekonomických nástrojů. Sociální demokraté už předložili návrh zákona po vzoru britských labouristů, který by stanovil konkrétní rozvrh snižování emisí skleníkových plynů. Všechna podporovaná opatření vytvoří desetitisíce pracovních míst, hlavně v dělnických a inženýrských profesích. Předložený návrh ekologických organizací v tomto ohledu obsahuje řadu inspirativních návrhů, o které se můžeme opřít.“

Petr Petřílek, stínový ministr životního prostředí, ČSSD



„Slovo chytrá působí v češtině trochu nabubřele, ale po přečtení několika kapitol jsem připustil, že si takový titul zaslouží. Nepřesvědčily mne tolik pasáže o rozvoji obnovitelných zdrojů, návrhy decentralizace či důraz na inovace, ačkoli i v nich najdeme dobré nápady. Největším přínosem je posun od energetických zdrojů ke spotřebě a užití energie. Zdánlivě jednoduché, přesto téměř převratné. Samotné zdroje bezprostředně většinou nepotřebujeme. Potřebujeme pouze energetické služby. Při jejich pořízování jsme neuvěřitelně neefektivní. Drtivá většina energie se nenávratně přemění na ztráty bez jakéhokoli užitku. Přesto se všechny tradiční energetické koncepce snaží tyto ztráty zabezpečit dostatečnou dodávkou energie, namísto aby se zamyslely na smysluplnosti takového počínání. Tato ‚chytrá‘ koncepce konečně klade na roveň efektivnější nakládání s energií a pořízování zdrojů energie. Už při prvním prolisování vás zarazí, že o užití energie se v ní mluví víc, než byste v energetické koncepci čekali. Kromě akcentu na spotřebu a ztráty energie najdete v koncepci množství neotřelých a zajímavých návrhů, které zasluhují pozornost. Ne s každým z nich zcela souhlasím, jistě by některé části zasloužily dopracovat nebo pozměnit. Úplně nové pojetí energetické koncepce ani nelze realizovat bez předchozí širší odborné i politické diskuse. Nicméně přinejmenším jako inspiraci bych si dovolil tuto práci doporučit širokému spektru odborníků. Jakkoli můžeme snad polemizovat s detaily, v souhrnu jde nepochybně o krok správným směrem.“

Jaroslav Maroušek, předseda správní rady, SEVE

Autoři: Karel Polanecký, Martin Mikeska, Martin Sedlák, Vojtěch Kotecký (Hnutí DUHA), Edvard Sequens (Calla), Klára Sutlovičová, Jiří Jeřábek (Centrum pro dopravu a energetiku), Jan Hollan (Ekologický institut Veronica)

Koordinace projektu: Karel Polanecký (Hnutí DUHA)

Vydavatelé: Hnutí DUHA, Calla – Sdružení pro záchranu prostředí, Greenpeace ČR, Centrum pro dopravu a energetiku, Ekologický institut Veronica

Brno–České Budějovice–Praha, duben 2010

ISBN: 978-80-86834-36-8



Sestavení a vydání této publikace umožnila laskavá finanční podpora Oak Foundation a Nadace Partnerství (v rámci projektu Česká klimatická koalice) a Nadace Heinricha Bölla.

K přípravě této publikace ekologické organizace zadaly nebo sestavily podkladové studie:

- Jakubes, J., Truxa, J., Beranovský, J., Spitz, J., et Kalčev, P.: Studie možností úspor energie v českém průmyslu, EkoWatt pro Greenpeace ČR a Hnutí DUHA, Praha 2008
- Lechtenböhmer, S., Prantner, M., et Samadi, S.: Development of alternative energy & climate scenarios for the Czech Republic, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy pro Hnutí DUHA, Wuppertal 2009
- Studie potenciálu úspor energie v obytných budovách do roku 2050, Porsenna pro Hnutí DUHA, Praha 2007
- Studie potenciálu úspor energie v terciárním sektoru do roku 2050, Porsenna pro Hnutí DUHA, Praha 2007
- Motlík, J., et al.: Čisté teplo: příležitost leží ladem. Potenciál výroby tepla z obnovitelných zdrojů, Calla–Hnutí DUHA, České Budějovice–Brno 2008
- Němcová, P., et Kotecký, V.: Ekologická daňová reforma: impuls pro modernizaci ekonomiky, Hnutí DUHA, Brno 2008

Některé dílčí pasáže v této studii vydavatelé převzali z jiných svých publikací: Čisté teplo (Hnutí DUHA–Centrum pro dopravu a energetiku–Greenpeace–Calla, 2009); Energy [r]evolution: a sustainable EU 27 energy outlook (Greenpeace, 2008); Suroviny v popelnici: spotřeba materiálů v české ekonomice a její důsledky pro odpadové hospodářství (Hnutí DUHA, 2008); Komunální odpady (Hnutí DUHA, 2006); Odpovědnost bez hranic: klima a chudoba (Adra–Calla–Sdružení pro záchranu prostředí–Centrum pro dopravu a energetiku–Člověk v tísni–ČSOP Veronica–Ekumenická akademie–Garde–Greenpeace ČR–Glopolis–Hnutí DUHA–Charita Česká republika–Nadace Partnerství–Zelený kruh, 2008); Útlum těžby: impuls k oživení Ústeckého kraje (Hnutí DUHA, 2007); Územní ekologické limity těžby v Podkrušnohoří: šance pro rozvoj kraje (Hnutí DUHA, 2006); Návrh Státní energetické koncepce (Ministerstvo průmyslu a obchodu, prosinec 2003): komentář Hnutí DUHA (Hnutí DUHA, 2003); Obnovitelné zdroje energie (Hnutí DUHA, 2006); Větrné elektrárny: mýty a fakta (Calla–Hnutí DUHA, 2006); Slepá ulice: politika dálkové přepravy zboží, její ekonomické souvislosti, ekologické důsledky a možná řešení (Zelený kruh–Hnutí DUHA, 2005).

Obsah

1. Úvod	7
2. Shrnutí	9
3. Globální změny podnebí	11
4. Uhlíková závislost	17
5. Energetická bezpečnost	19
6. Ekonomické náklady energetiky	23
7. Jak v naší koncepci uvažujeme	27
8. Energetická efektivita	39
9. Obnovitelné zdroje energie	49
10. Doprava	59
11. Jak se promění česká energetika	67
12. Jedenáct hlavních opatření	83
13. Prameny	99

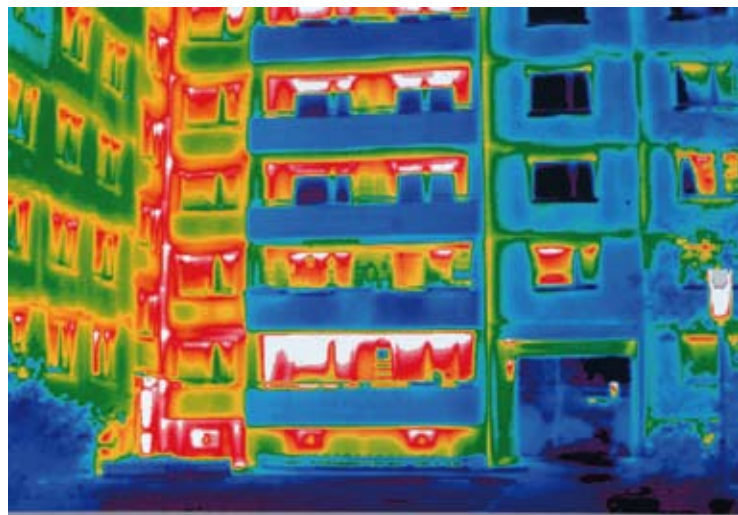


Foto: Greenpeace, iStock, Duales System Deutschland



Foto: archiv Hnutí DUHA



1. Úvod

Foto: iStock

Česká republika má problém. Velký problém. Jako kouli na noze za sebou táhne zátěž enormní energetické náročnosti. Obstarožní ekonomika nám servíruje špinavé menu mamutích uhelných dolů, velkých emisí skleníkových plynů i škodlivého smogu společně s drahou ropou a závislostí na ruském plynu.

České ekologické organizace už dvacet let navrhují důležitá dílčí řešení. Pomohly prosadit dobrý zákon o obnovitelných zdrojích energie, který rozhýbal investice do větrných či solárních elektráren nebo bioplynových stanic. Hájí takzvané územní limity těžby, jež chrání zbývající města a obce pod Krušnými horami před rozšiřováním povrchových velkodolů. Účastnily se přípravy zelené daňové reformy, která má průmyslové podniky motivovat k vysoce efektivním inovacím.

Ale nyní namísto dílčích návrhů přicházejí s koncepcí. Sestavily a představují konkrétní, propočtený a podrobný plán, jak by se v příštích desetiletích měl proměnit energetický metabolismus české ekonomiky.

Inovace jako leitmotiv

Náš návrh, *Chytrá energie*, se hodně liší od koncepcí, jež tradičně prosazují ministři průmyslu a obchodu. Nespočívá v kombinaci uhelných dolů s atomovými reaktory, ropou a zemním plynem doplněné trochou energetické efektivnosti a obnovitelných zdrojů. Jeho leitmotivem je cílevědomý a důkladný program zelených inovací. Nepřicházíme s něčím takovým jako první. Například renomovaná společnost PricewaterhouseCoopers před několika týdny publikovala konkrétní plán, jak zajistit, aby veškerou spotřebu elektřiny v Evropě v roce 2050 pokrývaly obnovitelné zdroje.¹ To je ještě o něco ambicióznější cíl, než jaký máme my. Inspirujeme se také politikami, jaké nastartovaly vlády ve skandinávských zemích, Velké Británii, USA nebo Japonsku. Nechceme vylepšit českou energetiku. Chceme ji proměnit.

Bude to trvat několik desetiletí. A má to spoustu praktických háček. Ale na konci bude ekonomika, která vyrobí více a zajistí lepší životní standard s mno-

hem menším množstvím energie. Většinu své spotřeby bude pokrývat solárními a větrnými elektrárnami, biomasou a dalšími domácími obnovitelnými zdroji. Prozatím taková koncepce vypadala jako pěkný sen. Ekologické organizace zde poprvé nechaly od renomovaných expertů spočítat, jestli (a jak) ji lze uskutečnit. Vtip tkví v tom, že většina potřebných technologií je už nyní na stole. Velké možnosti – mnohem větší, než si většinou myslíme – potvrdila už Pačesova komise. Potenciál zateplování českých domů je asi pětikrát větší než energie z kontroverzního rozšiřování uhelných dolů na Mostecku.

Příležitost, nikoli průšvih

Ekologické organizace nechtějí svým návrhem pouze hasit energetickou krizi. Vidíme v něm hlavně příležitost. Příležitost k modernizaci ekonomiky. Příležitost zařadit české podniky opět do technologické špičky. Příležitost k energetické nezávislosti. Příležitost snížit účty, které miliony domácností i firmy platí za energii. Česká republika s tradicí strojírenského průmyslu, skvělými inženýry a kvalifikovanými dělníky pro to má velmi dobrou pozici.

Co v publikaci najdete

Ekologické organizace svůj návrh připravovaly několik let. Kvůli němu si nechaly od renomovaných expertů udělat sadu podkladových studií, které propočítávaly možnosti výroby zelené energie nebo vylepšování energetické efektivnosti v České republice. V prestižním Wuppertalském institutu také zadaly sofistikované kalkulace, jež porovnávaly papírové potenciály s ekonomickou realitou: modelovaly, do jaké míry a za jakých podmínek lze těchto příležitostí k modernizaci reálně využít. Hodně jsme využili také výsledky Pačesovy komise.

Publikace se záměrně liší od energetických koncepcí, jaké obvykle sestavují ministerstva. Chtěli jsme, aby byla praktická a namísto obecných



Foto: SolarTEAM, iStock, Rockwool

konceptů kombinovala srozumitelný návrh, jak má v budoucnosti vypadat česká energetika, s plánem konkrétních opatření, která její proměnu zajistí. Má pět hlavních částí:

- **Čtyři velké české problémy:** Nejprve v kapitolách 3–6 vysvětlujeme, co chceme změnit: vysoké emise skleníkových plynů, závislost energetiky na uhelných dolech, rostoucí dovoz ropy i zemního plynu a enormní částky, jež podniky a domácnosti platí za energii.
- **Nový přístup k energetice:** Návrh ekologických organizací se od politik prosazovaných několika předchozími ministry průmyslu a obchodu liší nejen obsahem, ale také přístupem k tématu. Pro to kapitola 7 diskutuje hlavní koncepční odlišnosti: důraz na velikost spotřeby namísto odevzdaného hledání zdrojů k pokrytí prognózované poptávky, jiné uvažování o technologických inovacích a za třetí decentralizaci energetiky.
- **Příležitosti k inovacím:** Následující kapitoly 8–10 mapují příležitosti ke snižování závislosti na fosilních palivech a uranu ve třech oblastech – snižování energetické náročnosti v klíčových odvětvích (budovy, elektrospotřebiče, průmysl a recyklace materiálů), výrobě energie z obnovitelných zdrojů a dopravě.
- **Budoucnost české energetiky:** V kapitole 11 shrnujeme hlavní výsledky scénářů, které pro ekologické organizace modelovali experti z Wuppertalského institutu: *Vše při starém*, *Lenivý pokrok* a *Důsledně a chytře*. Rovněž zde diskutujeme, jakými konkrétními proměnami české energetiky by se tyto scénáře projevily.
- **Program konkrétních opatření:** Závěrečná kapitola 12 navrhuje sérii jedenácti konkrétních opatření, která je potřeba podniknout k nastartování ambiciózního programu energetické modernizace České republiky.



2. Shrnutí

Foto: Schott

Ekologické organizace navrhují, jak během čtyř desetiletí srazit dovoz ropy i zemního plynu na polovinu a tuzemské emise oxidu uhličitého snížit o více než 85 %. Plán *Chytrá energie* kombinuje tři hlavní prvky:

- systematické inovace, které podstatně sníží energetickou náročnost ekonomiky;
- důkladné využití českých příležitostí k výrobě elektřiny či tepla z obnovitelných zdrojů;
- mix rozličných opatření, která sníží závislost dopravy na ropě.

Konkrétní scénáře, na kterých je návrh založen, pro zelené organizace modelovali experti renomovaného Wuppertalského institutu v Německu. Plán se totiž neomezuje na součty potenciálů na papíře, ale konkrétně kalkuluje, kolik z nich lze v realitě české ekonomiky opravdu smysluplně využít.

Efektivnější ekonomika

Smysluplná energetická politika musí zajistit dostatek energie pro české podniky i domácnosti. Vládní energetické koncepce obvykle prognózují poptávku (a předem počítají s tím, že poroste) a posléze plánují, jakými zdroji ji pokrýt. My k úkolu přistupujeme opačně: navrhujeme, aby hlavním bodem byla velikost spotřeby a pak teprve výroba. Tedy aby prvním úkolem bylo systematické vylepšování energetické efektivity.

Dánsko během posledních dvou desetiletí zvětšilo svůj ekonomický výkon bezmála o polovinu. Během stejné doby tamní spotřeba energie stoupla o pouhou dvacetinu, hrubá spotřeba elektřiny klesla o 4 % a emise oxidu uhličitého na jednu vyrobenou kilowatthodinu jsou o 42 % menší. A to teprve začínají.

Co jde v Dánsku, platí dvojnásob u nás. Česká ekonomika na každou vyrobenou korunu HDP spotřebuje asi o 40–50 % více uhlí, ropy, plynu či uranu

než státy původní patnáctky zemí EU. Ekologické organizace proto zadaly sérii podkladových studií, které mapovaly domácí příležitosti k vylepšování energetické efektivity. Jsou enormní. Už se současnými technologiemi ve třech odvětvích – vytápění budov a ohřívání vody, elektrospotřebičích a průmyslové výrobě – lze českou spotřebu energie snížit o 37 %.

Místní energie

Struktura české energetiky by se měla během několika desetiletí proměnit. Nové technologie umožňují, co by dříve nešlo: postupnou, důkladnou decentralizaci. Velké centrální zdroje doplní tisíce kogeneračních jednotek nebo větrných farem a statisíce střech s levnými fotovoltaickými panely nebo solárními kolektory. Elektřina a teplo bude vznikat blíže spotřebitelům. Proměnění se také role zelené energetiky. Domácí obnovitelné zdroje nyní vyrábějí asi 5 % spotřeby energie. Ledaskdo je proto předem odepisuje coby sympatický, leč okrajový zdroj. Kalkulace ale potvrdily, že kolem roku 2050 mohou v kombinaci se zateplováním domů, lepšími spotřebiči nebo inovacemi v průmyslu pokrývat asi 49 % české poptávky po energii, respektive 76 % elektřiny.

Česká republika tak pokryje svoji spotřebu, aniž by rozšiřovala povrchové doly, stavěla další atomové reaktory nebo importovala velké množství fosilních paliv. Možnosti zateplování a výroby tepla z obnovitelných zdrojů jsou dokonce větší než současná spotřeba uhlí a zemního plynu k vytápění. Ne každou příležitost lze využít – ale k využití jich mnoho zbývá.

Přenosová a rozvodná soustava vznikla jako jednosměrka, která přepravuje kvanta energie z mamutích elektráren ke stovky kilometrů vzdáleným spotřebitelům. Decentralizace a mnohem větší nasazení solárních panelů či větrných turbín si vyžádá důkladnou reformu. Hlavním bodem jsou takzvané inteligentní sítě, jež umožní pružně vyrovnávat výkyvy v poptávce i výrobě. Začnou více připomínat internet s tokem (elektřiny i informací) oběma směry, aktivní rolí uživatelů a decentralizovaným rozhodováním. Koncept na první

pohled zní jako divoká fantazie odvážných inženýrů. Některá evropská i americká města jej však už zavádějí. ČEZ připravuje první projekt ve Vrchlabí.

Nový průmysl

Budeme si to moci dovolit. Inovace a masová výroba razantně snižují náklady. Komerční cena solárních panelů se ze 32 dolarů na jeden watt výkonu v roce 1979 propadla na 4,5 dolaru v roce 2009 – a dále klesá. Mezinárodní energetická agentura očekává, že už kolem roku 2015 bude průměrná megawatthodina z větru v Evropě asi o desetinu levnější než uhelná elektřina.

Přitom obnovitelné zdroje, pasivní domy nebo recyklace odpadních surovin jsou více než pouhá energetická příležitost. Vznikají rovněž nová hi-tech odvětví, kde mohou dobrou pozici získat české firmy. Výroba komponent pro sluneční elektrárny u nás už nyní zaměstnává 1500 lidí.

Doprava

Asi 70 % českého dovozu paliv tvoří ropa. Proto je klíčem k větší energetické nezávislosti v první řadě menší spotřeba benzínu a nafty. Ultraefektivní automobily nebo hybridní vozy jsou první krok. Ale během dvou nebo tří desetiletí mohou silnou pozici získat také elektromobily, které se díky technologickým průlomům stávají konkurenceschopnou alternativou. Dovolí řešit prozatím neřešitelný problém: jak pohánět silniční dopravu obnovitelnými zdroji. Česká zelená energetika sice nestačí ani k pokrytí současné spotřeby, cílenou legislativou však lze nastartovat inovace, které pomohou importovanou (fosilní) ropu nahradit importovanou (čistou) elektřinou. Přitom celková závislost na dovozu bude ve výsledku podstatně menší.

Stát také musí podpořit pohodlnou a rychlou veřejnou dopravu i pružnou přepravu nákladů vlakem – a motivovat cestující i firmy, aby nabídky využívali. Součástí musí být také investice do nových tratí a vysokorychlostních drah. Studie sestavená pro ministerstvo životního prostředí odhadla, že lze reálně počítat s přesunem 15 % kamionové dopravy na železnici do roku 2020 a 35 % do roku 2050, respektive s přesunem 15 % a posléze 50 % lidí od aut k veřejné dopravě. Hustá síť cyklostezek ve městech by několikanásobně zvýšila počet lidí, kteří na kole jezdí do práce či do školy.

Inovační trendy

Můžeme doslova proměnit ekonomiku – ale bude to trvat několik desetiletí. Podstatné snížení energetické náročnosti, plošné zateplení domů nebo obnovitelná energetika nevzniknou z roku na rok. Přitom není důležité, jak přesně bude vypadat výsledek v roce 2050. Nikdo to realisticky nemůže předpovídat: například víme, že vzniknou nové technologie, ale netušíme jaké.

Předem lze počítat pouze s tím, že hi-tech příležitostí bude přibývat a výrobní náklady budou nadále klesat. Především je ale důležité nastartovat trendy. Už současná řešení umožňují, abychom razantně snižovali závislost na fosilních palivech či uranu. Ekologické organizace v *Chytré energii* navrhuji, aby Česká republika začala těchto příležitostí využívat. Prozatím jsme vyčerpali jen zlomek z nich. Rozhýbat inovace je smysluplnější než stát, čekat a znovu a znovu přepočítávat, jak velký asi bude celkový potenciál.

Rozhodnutí, která stát učiní v příštích několika letech, předurčí, zda Česká republika využije své technické tradice a přiřadí se k inovativním zemím Evropy – nebo se stane nekonkurenceschopným energetickým skanzenem kontinentu, zemí uhelných dolů a obstarožního průmyslu.

Opatření

Příležitosti čekají na využití – ale stát pro ně musí vytvořit podmínky. Hnutí DUHA, Calla, Greenpeace, Centrum pro dopravu a energetiku a Ekologický institut Veronica proto navrhuji ambiciózní program jedenácti konkrétních kroků, které rozhýbou trh a otevrou dveře pro zelená řešení:

→ **Rámcová legislativa.** Poslanci by se měli inspirovat úspěšným vzorem a zákonem určit rámcové tempo, kterým Česká republika nastartuje čisté technologie. Ve Velké Británii se na obdobné legislativě shodla vláda a obě hlavní opoziční strany, odbory i Konfederace britského průmyslu. Zákon stanoví, jak bude země snižovat emise skleníkových plynů: rok po roku, krok po kroku. Umožní tak podnikům, aby lépe plánovaly investice – a potažmo otevře cestu pro investice do čistých odvětví.

→ **Motivační prostředí.** Ekologická daňová reforma a změny v pravidlech obchodování s emisemi musí vytvořit ekonomické prostředí, v němž bude pro investory výhodnější vložit peníze do čistých elektráren než do uhelných dolů.

→ **Cílené impulsy.** Série cílených impulsů by pak měla rozhýbat konkrétní odvětví. Speciální Fond energetické nezávislosti, kam by stát ukládal své výnosy z používání fosilních paliv, bude financovat granty, které rodinám umožní postupně zateplit bezmála každý dům v zemi. Lepší normy přimějí developery, aby stavěli pasivní domy s nízkou spotřebou. Nový zákon o obnovitelných zdrojích tepla pomůže obcím s investicemi do vytopen na biomasu a kogeneračních jednotek. Reforma mýtného motivuje firmy, aby raději posílaly své zboží po železnici než kamionem a aby více nakupovaly od místních dodavatelů. Novela legislativy o odpadech podpoří recyklaci odpadních surovin. Podobných opatření ekologické organizace navrhuji celkem sedm.



Foto: Greenpeace

3. Globální změny podnebí

„Propočty za hrozbou klimatických změn jsou přesvědčující“ – říká český Svaz průmyslu a dopravy. „Bez ohledu na další vývoj zkoumání klimatických změn a jejich příčin představují změny klimatu náležitý problém, vyžadující globální akci ke snížení emisí oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů a k adaptaci na změny klimatu,“ argumentují šéfové velkých domácích podniků.² Neúměrně velký příspěvek ke globálním změnám podnebí patří mezi hlavní problémy, se kterými se naše ekonomika musí vyrovnávat.

Spalování uhlí, ropy a zemního plynu každý rok přemísťuje do vzduchu asi osm miliard tun uhlíku, který miliony let ležel hluboko v zemi. Proto v atmosféře přibývá oxidu uhličitého (CO_2). Roste i koncentrace dalších takzvaných skleníkových plynů – a to postupně zvyšuje teplotu. To by nemusel být problém. Podnebí se měnilo, mění a měnit bude vlivem přirozených faktorů. Patří mezi ně například periodické výkyvy zemské osy a dráhy, po níž planeta obíhá kolem Slunce, nebo krátkodobé změny v intenzitě slunečního záření. Potíž tkví ve velikosti a rychlosti skoku, který nyní hrozí.

3.1. Škody

Vědci spočetli, že pokud by koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu stoupla na dvojnásobek oproti úrovni před průmyslovou revolucí (což by se při dnešních emisích stalo zhruba za osmdesát let), globální teplota stoupne přibližně o $3\text{ }^{\circ}\text{C}$.³ Pro srovnání: rozdíl mezi dneškem a vrcholem poslední doby ledové (tedy dobou, kdy současnou Varšavu, Berlín, Londýn či New York pokrýval jeden až dva kilometry silný ledový příkrov) činí asi $4\text{--}7\text{ }^{\circ}\text{C}$, samozřejmě opačným směrem.⁴

Takže by už nešlo o další z průběžných výkyvů podnebí, jaké známe z posledního tisíciletí. Přibývání skleníkových plynů by vyvolalo velký a rychlý růst průměrné globální teploty. Klimatologové spočítali,

že v příštích dvaceti letech vinou přibývání skleníkových plynů teplota stoupne asi o $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.³ S tím už se nedá víceméně nic dělat. Ale co se bude dít posléze, to záleží na velikosti dalších emisí.

Souhrnná zpráva z mezinárodního klimatologického kongresu v Kodani v březnu 2009 varovala, že „mnoho klimatických indikátorů se již dostává mimo hranice přirozené variability, v nichž se rozvinula a prosperovala současná společnost a ekonomika“.⁵

Přitom většina projekcí prozatím sahá nanejvýš jen do konce století. Ale pokud bude skleníkových plynů přibývat i poté, teplota samozřejmě dál poroste – a eskalovaly by i následky.

Sucho a úroda

Rozsáhlá proměna podnebí by přirozeně měla vážné humanitární důsledky pro životy stamilionů lidí. Především se změní srážky, na kterých závisí živobytí mnoha zemědělců. V některých místech – hlavně v Arktidě, Kanadě, na Sibiři či v části vlhkých tropů – by pršelo (či sněžilo) ještě více než doposud.³ Ale většina už nyní suchých subtropických oblastí by musela počítat s dalším úbytkem dešťů. Voda by chyběla hlavně ve velkých částech Afriky či Asie, ve Středomoří, Střední Americe i Mexiku nebo na jihozápadě USA.³

K tomu se ještě přičte ubývání horských ledovců. Nejsou pouze magnetem pro horolezce. Více než šestina světové populace – asi miliarda lidí – závisí na vodě z řek, které odtud vytékají.⁶ Sněhové srážky ledovou masu průběžně opět doplňují. Jenomže v teplejším podnebí by bílé čepičky And, středoasijských pohoří nebo Himálají odtávaly – mnohem rychleji než polární ledové masy. Jen v povodí Gangy a Brahmaputry žije půl miliardy lidí.⁷

Úbytek dešťů a méně vody v řekách znamená slabší úrodu. Odborníci propočítali, že při zvýšení globální teploty o pouhý jeden stupeň Celsia by začala klesat produkce kukuřice, pšenice i rýže v tropických

a subtropických zemích – a od tří stupňů nahoru už i globální úroda.⁸ Mezinárodní institut pro výzkum rýže na Filipínách zjistil, že růst průměrné noční teploty o každý stupeň snižuje výnosy o desetinu.⁹

Extenzivní, drobné zemědělství v Africe, Asii nebo Latinské Americe je obzvláště citlivé na podnebí. Chudí farmáři nemají peníze na nákladné zavlažování a vysoké dávky průmyslových hnojiv. Devadesát procent afrických polí je plně závislých na dešti coby zdroji vody. Stačí mírná změna v chodu počasí a celé vesnice tu přijdou o úrodu, svůj jediný zdroj obživy. Kolik lidí bude trpět nedostatkem vody, záleží na velikosti emisí. Ale ukazuje se, že pokud bude skleníkových plynů nadále přibývat, v polovině století by sucho postihovalo přibližně o jednu až dvě miliardy lidí více než dnes.⁶

Šíření tropických chorob

V teplejším podnebí by se šířily tropické choroby. Lékaři spočetli, že budou-li emise pokračovat (a potažmo poroste teplota), malárie nově zamoří oblasti s 200–440 miliony obyvatel.¹⁰ Komáři, kteří nemoc přenášejí, se objeví na doposud zdravých vysočinách jižní a východní Afriky. Přibývání oxidu uhličitého ve vzduchu o pouhé 1 % ročně zvětší počet lidí žijících v místech, kde se vyskytuje nebezpečná virová horečka dengue, o 40–70 %.¹¹

Mořská hladina

Nížiny kolem ústí velkých řek patří mezi nejhustěji osídlená – a také nejúrodnější – místa na Zemi. V Bangladéši, který leží při ústí Gangy a Brahmaputry do oceánu, se na každém čtverečním kilometru tísní v průměru více než tisíc lidí. Tání polárních ledovců a hlavně takzvaná tepelná roztažnost vody (teplejší voda má o trochu větší objem) jsou důvody, proč by kvůli oteplování stoupla mořská hladina. Při rapidním růstu emisí do konce století přibude asi půl metru, při pomalejším zhruba 20–40 centimetrů.³

Čísla na první pohled vypadají nevinně. Ale pokud hladina oceánů stoupne o pouhých 30 centimetrů, jenom v Číně se pod vodou ocitne plocha větší než Česká republika.¹²

Extrémní meteorologické jevy

Teplejší atmosféra snižuje stabilitu klimatického systému. Proto s přibývajícím znečištěním přibudou také extrémní projevy počasí – povodně, vlny mimořádného sucha nebo horka, zesílí hurikány, tajfuny či vichřice.

Co už najisto víme – a co ještě ne

Vzájemný vztah mezi skleníkovými plyny a teplotou je komplikovaný. Nicméně o hlavních bodech není sebemenších pochyb:

- ➔ Oxid uhličitý i další skleníkové plyny ve vzduchu zachycují teplo, které vyzařuje zemský povrch. Proto větší koncentrace těchto látek v atmosféře zvyšuje globální průměrnou teplotu – a menší koncentrace teplotu snižuje. Nejde o žádný horký objev posledních let, nýbrž o učebnicovou banalitu, kterou zjistil britský vědec John Tyndall v roce 1858. Příčinou jsou fyzikální vlastnosti skleníkových plynů.
- ➔ Spalování fosilních paliv – uhlí, ropy a zemního plynu – zvyšuje koncentraci skleníkových plynů ve vzduchu. Přemisťuje do atmosféry uhlík, který po miliony let ležel hluboko v zemi. Koncentrace oxidu uhličitého v polovině roku 2009 činila 389,4 ppm a každý rok přibývají další asi 2 ppm.

Otázka tudíž už půldruhého století není, zda ano, nebo ne: koncentrace skleníkových plynů bezsporně roste a jejich vyšší koncentrace nesporně ohřívá planetu. Opravdu důležitá otázka zní: Jak moc se klima změní? Hodně, nebo jen málo? Odpověď je zásadní. Kdyby totiž oteplení bylo jen malé, projevilo by se pouze ve statistikách a nemělo by žádné praktické důsledky.

Svante Arrhenius, švédský nositel Nobelovy ceny za chemii, se jako první pokusil spočítat, jak velký nárůst teploty nastane, když koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu stoupne na dvojnásobek oproti době před průmyslovou revolucí. Svě výpočty dělal na papíře. Současní vědci ke stejnému úkolu používají komplikované počítačové modely, které simulují mnoho různých (přírodních i umělých) faktorů, jež globální podnebí ovlivňují. Nicméně ani oni neznají přesný výsledek. Nedovedou zatím zabodnout prst do jednoho místa na teplotní stupnici a říci: přesně tolik to bude. Nicméně už umí:

- ➔ Spočítat správnou hodnotu s přesností plus mínus 1,5 °C;
- ➔ přičemž toto rozpětí je správné s devadesátiprocentní pravděpodobností. Každý – i sebevíc přesvědčený – klimatolog potvrdí, že pořád zůstává pětiprocentní možnost, aby růst teplot byl menší (nebo také větší) než spočtené rozpětí.

Rozpětí výsledků lze ještě zúžit (takže dostaneme ještě přesnější hodnotu), pokud nám stačí menší, třeba šedesátiprocentní jistota, že jsou správné.

Kdo může za minulost?

Globální průměrná teplota za posledních sto let stoupla o 0,8 °C. Rapidně ubývá polárního ledu v Arktidě, roste četnost horkých dní, vln sucha i extrémních srážek. Mnoho lidí si myslí, že právě takhle vědci objevili hrozící nebezpečí. Řada diskutérů si představuje, že odborníci sledovali stoupající čísla na teploměrech, začali uvažovat o příčině a usoudili: že by skleníkové plyny? Jenomže historie byla přesně opačná.

Nejprve Tyndall objevil, že skleníkové plyny ohřívají planetu (1858). Posléze Arrhenius upozornil, že spalování uhlí tudíž povede k oteplování (1896). Později vědci začali varovat, že výhledově jde o velmi vážný problém s velkými následky (šedesátá léta). Ale současný rapidní růst teploty byl vidět až zhruba před třiceti lety, tedy mnohem později. V době, kdy odborníci i politici věc už dávno řešili.

Současné prognózy oteplování totiž nejsou založeny na sledování (a extrapolaci) dosavadních trendů. Naopak. Vypočítávají se na základě očekávané budoucí koncentrace skleníkových plynů a přibližných znalostí jejich účinku. Započteny jsou samozřejmě také další, převážně přirozené faktory, které klima ovlivňují.

Jak moc se na růstu teplot v posledním století podílely emise, je tedy sice zajímavá, ale spíše akademická otázka. Přesný podíl jednotlivých příčin ještě není dopočtený. Ale hrubé výsledky už máme. Vědci spočetli, že s devadesátiprocentní pravděpodobností většinu oteplování po roce 1950 nelze vysvětlit pouze přirozenými faktory.¹³ Tudíž skleníkové plyny mohou za více než polovinu naměřeného růstu teplot. Navíc klimatologové zjistili, že v posledních dvaceti letech sluneční záření vykazuje přesně opačný trend než globální teploty.¹⁴ Takže kdyby záleželo pouze na něm, planeta by se nyní patrně mírně ochlazovala – a nikoli ohřívala.



Foto: US Center for Disease Control

3.2. Snížování emisí

Nelze úplně zabránit globálním změnám podnebí. Za prvé vždy budou vznikat přirozené výkyvy. Za druhé v atmosféře již přibýlo tolik skleníkových plynů, že k nemalému skoku teplot dojde už pouhou setrvačností. A navíc emise nelze úplně zastavit z roku na rok.

Proto se mezinárodní společenství shodlo na pragmatickém cíli: chce růst teplot vyvolaný přidáváním skleníkových plynů zastavit na hodnotě plus 2 °C. Sofistikované propočty ukázaly, že pokud toho chceme dosáhnout s více než padesátiprocentní pravděpodobností, nesmí už v atmosféře přibýt více než 700 miliard tun oxidu uhličitého.¹⁵ Což lze splnit, pokud, například, do roku 2050 víceméně lineárně snížíme světové emise CO₂ o polovinu.

Lze to udělat. Ekonomové a inženýři v Mezinárodním panelu pro změny klimatu dali dohromady doposud provedené studie. Spočetli tak, že technicky lze do roku 2030 snížit emise skleníkových plynů o 16–31 miliard tun ročně, tedy přinejmenším zhruba o polovinu.¹⁶ Rovněž Mezinárodní energetická agentura zmapovala balíček technologií, který do půli století omezí roční emise o 50 %.¹⁷ K podobným číslům se ve své vlivné studii dostali Stephen Pacala a Robert Socolow, profesori Princetonské univerzity (více na str. 30–31).¹⁸

Tabulka 1: Kterými technologiemi lze snížovat globální emise: dva ilustrativní scénáře

Technologie	Mezinárodní energetická agentura, 2008	Pacala a Socolow, 2004
Vylepšování energetické efektivity	36 %	20 %
Obnovitelné zdroje energie	21 %	27 %
Jaderná energetika	6 %	7 %
Ukládání uhlíku	19 %	20 %
Účinnější používání fosilních paliv	18 %	13 %
Zemědělství a lesnictví	Neuvažuje	13 %

Zdroj: IEA 2008¹⁷, Pacala et Socolow 2004¹⁸

Hlavní část úkolu je na průmyslových zemích. Samozřejmě nemůže nikdo chtít, aby Indie (s jednou tunou CO₂ na obyvatele a rok) snižovala emise stejným tempem jako Česká republika (se 12 tunami).

Ekonomika

Český prezident někdy namítá, že snižování emisí nebude zadarmo. Proto – argumentuje Václav Klaus – bychom měli nejprve srovnat hrozící škody s potřebnými náklady. Pak teprve můžeme rozhodovat, jestli se vyplatí omezovat znečištění, nebo raději podstoupíme následky velkých změn podnebí a závislosti na importu paliv. Je to zcela správná připomínka – ale ekonomové i politici se propočítáváním kladů a záporů zabývali už řadu let.

Britské ministerstvo financí před několika lety pověřilo tým vedený profesorem Nicholasem Sternem, bývalým hlavním ekonomem Světové banky, aby prověřil kalkulace, jež do té doby udělali ostatní badatelé, a náklady i škody opět důkladně přepočítal.¹⁹ Sedmisetstránková zpráva dospěla k závěru, že účet za významné snížení emisí bude zhruba 1 % globálního HDP (navíc část opatření je rovnou zisková). Necháme-li znečišťování (a potažmo i změnám podnebí) volný průběh, přímé finanční škody by činily nejméně 5 % HDP. Pokud připočteme rovněž další náklady, například zdravotní důsledky, účet by stoupl na zhruba 11 % světového ekonomického výkonu.

3.3. Role České republiky

Česká republika patří se 12 tunami oxidu uhličitého na obyvatele a rok k evropským rekordmanům v emisích skleníkových plynů. Pro srovnání: USA vypouští asi dvacet tun na hlavu, Německo nebo Velká Británie asi deset, EU kolem devíti, Čína čtyři tuny, Indie jednu tunu a Keňa 300 kilogramů.

Ekonomické porovnání je pro Českou republiku ještě horší. Na každých 1000 dolarů hrubého domácího produktu (HDP) vypustí asi 0,325 kg oxidu uhličitého.²⁰ Zaujímá tak po Austrálii druhou příčku v žebříčku států OECD – tedy vyspělých průmyslových zemí světa.²⁰

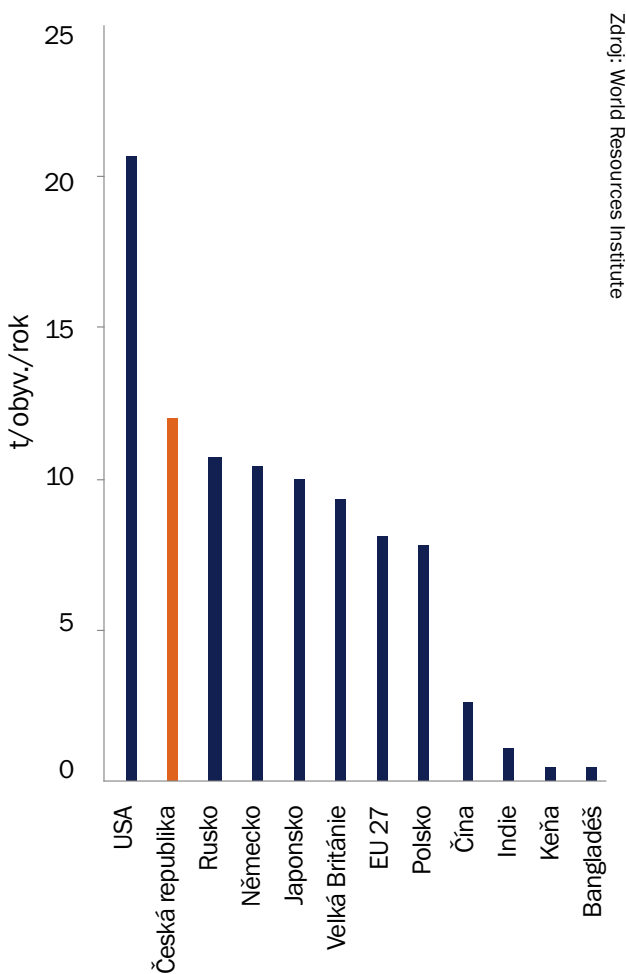
Přitom v absolutních číslech patříme mezi malé znečišťovatele. S asi 140 miliony tun tzv. CO₂ ekvivalentu skleníkových plynů náš podíl na globálním znečišťování činí zhruba 0,3 %. Jenomže absolutní čísla nejsou příliš smysluplným měřítkem. Malý stát má samozřejmě poměrně malé emise.

Hlavním zdrojem českých emisí jsou uhelné elektrárny. Čtrnáct bloků každoročně vypouští přes 50 milionů tun oxidu uhličitého, tedy více než třetinu domácích emisí. Pruněřov – největší fosilní zdroj ČEZ – chrlí do vzduchu skoro devět milionů tun ročně, tedy skoro tolik, jako všechna česká osobní auta dohromady. Hned na

druhém místě v seznamu příčin je vytápění špatně izolovaných domů.

Někteří politici se obávají, že větší ekonomická prosperita vyžaduje větší a větší znečištění. Tudíž, soudí, si musíme vybrat. Ale právě české statistiky jsou perfektním dokladem, že se politické špičky bojí zbytečně. Hrubý domácí produkt mezi roky 1998 a 2008 stoupl o 85 %; dynamicky rostla také hrubá přidaná hodnota v průmyslu. Přitom emise oxidu uhličitého ve stejné době solidně stagnovaly.

Graf 1: Emise oxidu uhličitého na jednoho obyvatele v České republice a vybraných zemích světa



Úkol pro Českou republiku

Pačesova komise konstatovala, že pokud potřebné snížení emisí rozpočteme mezi jednotlivé země, pro Českou republiku z toho vyplývá úkol do roku 2050 omezit znečišťování o 66–93 %. Proto ekologické organizace v zadání tohoto plánu pracovaly se střední hodnotou tohoto rozpětí, tj. s redukcí o 80 %. Navrhují také, aby se stala součástí české legislativy (viz kapitola 12.1).

Musíme přitom počítat s tím, že vědci své propočty postupně upřesňují. Tudíž nelze vyloučit, že během několika let bude potřeba cíl pozměnit o několik procent tím nebo oním směrem.

Česká republika má velké možnosti ke snižování emisí. Podrobně je diskutujeme v kapitolách 8 až 10. Posléze popisujeme výsledky renomovaného Wuppertalského institutu, který pro české ekologické organizace modeloval, jak by bylo reálně možné těchto potenciálů smysluplně využít (kapitoly 11).

Druhým úkolem jsou adaptace

Potřebujeme snížit emise, aby v atmosféře časem přestalo přibývat skleníkových plynů. Ale také máme druhý úkol: připravit se na měnící se podnebí. Nic jiného nám nezbývá. Dokonce i kdyby veškeré emise ihned z ničeho nic úplně přestaly (což se nemůže podařit z důvodů technických i ekonomických), setrvačnost klimatického systému způsobí, že teplota do konce století stoupne ještě asi o 0,6 °C.³

Stát proto musí investovat do opatření, jež pomohou zadržovat vodu v krajině – obnovovat rozptýlenou zeleň v polích, mokřady, meandrující koryta řek a podobně. Zemědělství se musí připravovat na nové plodiny. Lesy bychom měli rychle převádět ze smrkových monokultur, jež v teplejším podnebí masivně uhynou, na odolnější smíšené a listnaté porosty.

Globální změny podnebí však mnohem více postihnou chudé, rozvojové země. Právě ony však na adaptace nemají potřebné prostředky. Proto jim musí pomoci bohatší státy, které nesou odpovědnost za většinu znečištění (kapitola 12.4).



Foto: Greenpeace, NASA



Foto: Miloš Žihla

4. Uhelná závislost

Foto: I. Bracegirdle/Dreamstime

Vysoké emise skleníkových plynů mají dvě hlavní příčiny: vysokou energetickou náročnost ekonomiky a velký podíl uhlí na výrobě elektřiny i na vytápění. Velkou spotřebou energie – a příležitostmi, které z ní vyplývají – se zabýváme v kapitolách 7.1 a 8. Na tomto místě se zevrubněji podíváme na druhý problém: závislost na uhelných dolech, jež proměňují velké části naší země v měsíční krajinu.

Role uhlí v české energetice

Navzdory poklesu spotřeby v devadesátých letech uhlí zůstává nejvýznamnějším energetickým zdrojem České republiky. Jeho podíl na spotřebě primárních zdrojů energie činí téměř 45 %, z toho asi tři čtvrtiny připadají na hnědé uhlí.²¹

Významnou roli hraje uhlí především v energetice: 59 % české elektřiny vyrábí uhelné elektrárny a podíl na centrálním zásobování teplem činí 69 %.²¹ Během devadesátých let výrazně poklesl podíl na lokálním vytápění (kamna a kotle v domácnostech). Současné odhady se pohybují kolem 50 petajoulů (PJ) ročně^{22 23}, což je asi 6 % české spotřeby suroviny. Poptávka po uhlí k technologickým účelům v průmyslu se odhaduje na 120 PJ.²⁴ Hlavní podíl připadá u černého uhlí na výrobu oceli, u hnědého na chemický průmysl.

Podíl na emisích skleníkových plynů

Spalování uhlí je rovněž hlavním českým zdrojem skleníkových plynů. Vytváří asi polovinu emisí. K produkci samotného oxidu uhličitého přispívá asi 70 milionů tun (57 % emisí v roce 2005).²⁵

Potřebný pokles emisí skleníkových plynů tudíž nelze uskutečnit bez razantního omezení české závislosti na uhlí. Aby se do poloviny století podařilo snížit znečištění na potřebnou úroveň, bude nutné redukovat spotřebu uhlí na 7 % současného stavu. Proto zde s jeho využitím počítáme především v průmyslu. Ve výrobě tepla a elektřiny je bude potřeba postupně, krok po kroku zcela nahradit. Propočty Wuppertalského institutu potvrzují, že je to možné (podrobnosti v kapitole 11).

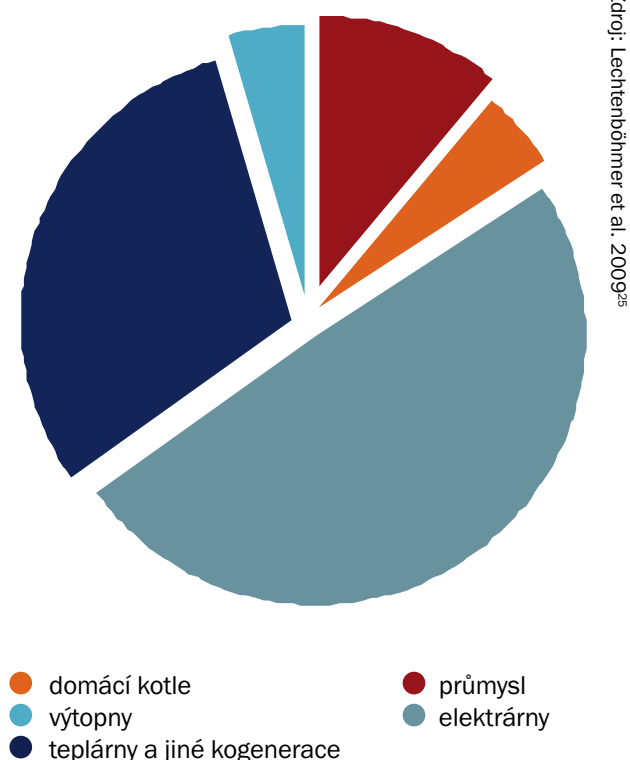
Tabulka 2: Struktura spotřeby uhlí v České republice (2005, PJ)

	Výroba elektřiny	Výroba dálkového tepla	Decentralizované vytápění	Průmysl (bez závodní energetiky)	Celkem
Hnědé uhlí	394	133	30	41	598
Černé uhlí	103	29	15	82	229
Celkem	497	162	45	123	827

Zdroje: NEK 2008²³, Jakubes et al. 2007²⁴

Poznámka: Spotřeba uhlí v podnikové energetice je zahrnuta v položkách Výroba elektřiny a Výroba dálkového tepla. Kogenerace je rozpočtena mezi elektřinu a teplo.

Graf 2: České emise oxidu uhličitého ze spalování uhlí podle sektorů (% v roce 2005)



Uhelné doly

Spalování uhlí za sebou zanechává i další velké ekologické škody. Doly v posledních desetiletích doslova převracejí naruby stovky čtverečních kilometrů krajiny v některých částech republiky. Více než 80 obcí a měst v Podkrušnohoří bylo od války vystěhováno, aby povrchová těžba měla volnou cestu. Severozápadní Čechy se během osmdesátých let staly synonymem pro smog, kyselá deště a kilometry pustiny.

Ale posléze se mnohé změnilo. Účinný zákon o ovzduší úspěšně přiměl ČEZ, aby srazil emise oxidu siřičitého, prachu a dalších škodlivin. A vláda na podzim 1991 schválila další důležitý bod z programu na ozdravení kraje: takzvané územní ekologické limity těžby, které chrání obce před dalším rozšiřováním dolů. Později je ještě potvrdil územní plán Severočeské hnědouhelné pánve.

Limity určují hranice, které doly nesmí překročit. Společnost tak na několik desetiletí dopředu udělala generální dohodu. Rozhodla, kolik uhlí budou mít doly v příštích desetiletích ještě k dispozici – a naopak, kolik krajiny ještě obětuje těžbě.

Limity byly kompromisem mezi uhelnými společnostmi a obcemi. Místní lidé museli v některých místech udělat velké ústupky a úplně obětována byla vesnice Libkovice, která v době vyhlášení limitů ještě kompletně stála. Stejně tak padne například vrch Farářka, který by jinak mohl tvořit přirozenou ochranu Droužkovic na Chomutovsku před hlukem a prašností

z přibližujícího se dolu Libouš.

Ale těžební společnosti se uhlí pod vesnicemi nevzdaly. Czech Coal vytrvale usiluje o prolomení limitů, zbourání Horního Jiřetína i Černic a rozšíření dolu ČSA. Pod obcemi totiž leží 287 milionů tun nadprůměrně výhřevného hnědého uhlí.

Záměr se setkal s razantním odporem. Občané v Horním Jiřetíně a Černicích v referendu 96% hlasů odmítli vystěhování a zbourání města. Posléze se proti plánům Czech Coal postavilo také krajské zastupitelstvo, velké politické strany a veřejné mínění. Státní energetická koncepce z března 2004 požadovala „racionální přehodnocení“ limitů. Ministerstva provedla revizi a doporučila mírné úpravy hranic na dole Bílina (Mostecko). Na podzim 2008 vláda návrh schválila a zároveň limity potvrdila.

Těžba za územními limity podle plánů Czech Coal by se také významně promítla do bilance emisí skleníkových plynů. Spálení uhlí, které zde firma hodlá do roku 2060 vytěžit, by vytvořilo skoro 11 milionů tun oxidu uhličitého ročně. Dohromady s plány těžby v dalších dolech by prolomení limitů vyloučilo potřebné snížení emisí – a to i za naprosto nereálného předpokladu, že znečištění z dopravy, průmyslu a zemědělství bude nulové.

Oživení Ústeckého kraje

Územní limity těžby nejen chrání obce a města. Rovněž pomohly proměnit ekonomické směřování severočeského regionu. Ústecký kraj i díky nim mohl opustit výlučné zaměření na těžký průmysl a masivní povrchové doly. Ochrana domovů místních lidí měla také vytvořit dlouhodobou jistotu pro další rozvoj.

Kraj se skutečně mění. Limity těžby umožnily, aby se začal zbavovat punce beznadějných míst, kde se nedá žít a nemá smysl podnikat. Investice, diverzifikace, nová odvětví a čistější průmysl přestaly být pouze vágními plány.

Agentura CzechInvest zde během dvanácti let udělila investiční pobídky projektům, které daly práci bezmála 21 000 lidí.²⁶ Přestalo tak platit dilema mezi rypadly a nezaměstnaností. Potvrdilo se, že nová odvětví dovedou vytvořit více pracovních míst, než kolik zajišťovaly uhelné doly, a to často v sektorech, jež pomohou snížit závislost na energii z fosilních paliv. Knauf v Krupce u Teplic postavil závod na materiály k zateplování domů; Kyocera v kadaňské průmyslové zóně zaměstná 300 lidí při produkci fotovoltaických panelů k výrobě solární elektřiny.²⁷

Přitom pokračování v těžbě nemá ekonomickou perspektivu. Výzkumný ústav hnědého uhlí poznamenal, že problém se snižováním počtu zaměstnanců v dolech případné prolomení limitů pouze „odsouvá zhruba o 15 let“.²⁸



5. Energetická bezpečnost

Foto: U. Baatz/Greenpeace

„Válka o plyn. Část Evropy mrzne“ – anonsoval devět dní po Novém roce 2009 titulek přes první stránku nejčtenějšího ze seriózních českých deníků.²⁹ Krize se stupňovala, kohoutky zůstávaly zavřené, politici pendlovali mezi Moskvou a Kyjevem a rodiny s napětím čekaly, zda vychladnou radiátory.

Uplynulo dalších devět dní a kohoutky se opět otevřely. Plyn znovu proudí. A bude proudit. Až do příští krize.

Česká politická debata se celkem shoduje, že energetická bezpečnost patří mezi největší problémy země. Ale také se celkem shoduje, že bude svorně opomíjet hlavní příležitosti k řešení. Soustřeďuje se jen na některé, dílčí části problému, zatímco jiné přehlídí; mluví o opatřeních, která vůbec nepomohou; volně zaměňuje různá odvětví a paliva, jež spolu prakticky nesouvisí; podléhá lobbistickým zájmům.

Zemní plyn je nejvíce vyhocený případ české závislosti na importu energie. Ale problém energetické bezpečnosti má více rovin. Ve skutečnosti není příliš důležité, zda paliva pocházejí z domova nebo ze zahraničí. Ani domácí zdroj nezajistí pravidelné dodávky, pokud je nespolehlivý – a vice versa, ne každý dovoz nezbytně představuje riziko.

Hrozbou pro energetickou bezpečnost může být nedostatek surovin i vysoká cena, havárie v infrastruktuře nebo politicky motivované omezení dodávek. Ale rozdíl mezi domácími a cizími zdroji je důležitý prakticky jen v posledním případě.

Centralizace zdrojů

Česká debata o energetické bezpečnosti má dvě velké chyby: mluví se v ní jenom o geopolitice a pouze o zdrojích.

Energetická bezpečnost neznamená (jen) dobrá čísla ve statistikách dovozu a vývozu. Jde v ní o něco jiného: o spolehlivé dodávky do konkrétních domácností a továren. Příčinou blackoutů obvykle není import z ciziny. Proto bezpečnost není pouze

nezávislost. Problémy často mohou mít i jiný důvod, který s dovozem vůbec nesouvisí. Třeba vysokou centralizaci zdrojů, a tedy příliš dlouhé vedení ke spotřebiteli. Nebo závislost dodávek na jediném mamutím zdroji.

Ani pokud zajistíme dostatek energie, nelze vyloučit občasný výpadek v důsledku havárií. Poškození – náhodné či záměrné – hrozí především elektrickým vedením. Nicméně nehoda může vyřadit z provozu také další důležitá zařízení, například ropovody a plynovody nebo velké teplárny. Koncem roku 2002 desetitisíce lidí v Hradci Králové a okolí mrzly, protože nehoda poškodila (českou) elektrárnu Opatovice, která spaluje (české) uhlí.

Současné zásobování elektřinou spočívá v poměrně malém počtu velkých uhelných či atomových zdrojů a v dálkovém vedení. Centralizace zvyšuje zranitelnost a potažmo riziko. Stačí malá nehoda – a statisíce domácností jsou bez proudu. Největší blackout v Evropě v posledních letech nezpůsobil Kreml ani dovoz energie z Blízkého východu. Příčinou výpadku na podzim 2003 byla havárie na vedení vysokého napětí, které vedlo kvanta francouzské jaderné elektřiny přes Alpy do Itálie.

„Energetická bezpečnost je „zajištění kontinuity nezbytných dodávek energie a energetických služeb pro zajištění...zájmů státu (životů a zdraví lidí, majetku a životního prostředí). Nelze ji omezovat pouze na problematiku opatření ropy a zemního plynu...[ale] celý řetěz od získávání prvotní energie až po její konečné užití.“

Zdroj: konzultační společnost CityPlan pro Ministerstvo průmyslu a obchodu³⁰

Rizika i dopady výpadků v zásobování elektřinou lze proto omezovat, pokud stoupne počet a výkon decentralizovaných zdrojů a přibude-li možností přejít



Foto: J. Kehnscherper/Greenpeace

na nouzové zásobování. Pokud dojde k poškození přenosové soustavy nebo neočekávanému výpadku velkého zdroje, decentralizované zdroje mohou zásobovat části distribučních sítí pracující v krizovém ostrovním režimu.³⁰ Důležitou roli přitom budou hrát místní obnovitelné zdroje energie. Pozoruhodné technologické příležitosti a trendy podrobněji diskutujeme v kapitolách 7.3 a 9.

Klíčovým receptem na energetickou bezpečnost, na spolehlivost dodávek i nezávislost na dovozu, je ale samozřejmě nižší spotřeba. Každá kilowatthodina elektřiny, krychlový metr plynu nebo barel ropy, jež domácnosti a podniky nepotřebují, je kilowatthodinou, krychlovým metrem či barelem, které není potřeba zajistit (nespolehlivé zdroje) ani dovézt (riskantní přeprava). Příležitosti k řešení jsou enormní. Česká ekonomika na každou vyrobenou korunu hrubého domácího produktu spotřebuje asi o polovinu více energie než patnáct států původní EU. Možnosti zateplování domů jsou velké jako dvouapůlnásobek atomové elektrárny Dukovany. Poptávku po ropě pomohou snížit efektivnější automobilové motory, kvalitní a pohodlná veřejná doprava, cyklostezky ve městech a motivace, aby firmy dopravovaly své zboží po železnici namísto kamiony. Příležitosti ke zvyšování energetické efektivity diskutujeme v kapitole 8 a dopravu (potažmo ropu) v kapitole 10.

Snížování energetické náročnosti přitom omezuje i zranitelnost spotřebitelů v případě, že dojde k nejhoršímu a neočekávaný výpadek skutečně nastane. Nejlepším preventivním opatřením u zásobování teplem je kvalitní budova. V pasivních domech neklesne teplota ani při úplném dlouhodobém výpadku vytápění v zimních měsících pod 13–15 °C.³¹ Přerušení dodávek tepla pak znamená dočasné nepohodlí, ale nikoli kritickou situaci.

Závislost na dovozu

Nicméně nezávislost na importu je bezesporu důležitým bodem energetické bezpečnosti. Česká republika každý rok spotřebuje asi 1850 PJ primárních energetických zdrojů, z toho asi polovina se použije k výrobě elektřiny. Přibližně 43 % primárních zdrojů pochází z dovozu.³²

Nejvyhrocenější problém představuje ropa a zemní plyn, protože zde lze dodávky velmi rychle přerušit. Proto stát skladuje nouzové zásoby ropy tak, aby v případě potřeby vydržely nejméně 90 dní. Navíc v obou případech velká většina českého dovozu závisí na jediném zdroji: Rusku. Riziko ještě potvrzuje nestabilita v některých tranzitních zemích nebo spory mezi Ruskem a Ukrajinou.

Ale závislost na dovozu z nestabilních zemí se netýká pouze fosilních paliv. Sedm zemí – včetně Kazachstánu, Ruska, Nigeru, Uzbekistánu či Namibie – kontroluje 90 % světové produkce uranu³³, a také zde trh podléhá velkým výkyvům. ČEZ uzavřel kontrakty, podle kterých počínaje rokem 2010 přechází výhradně na ruského dodavatele jaderného paliva. Strategická volba je extrémně nejistá. Samot Rusko nemá zásoby ani ve výši vlastní současné spotřeby a surovinu nakupuje z Kazachstánu. Palivo pro atomové reaktory tvoří jen 10–15 % výrobní ceny jaderné elektřiny, takže výkyvy cen mají méně dramatické důsledky, a hlavně: lze je skladovat. Nicméně, ne každý dodavatel umí vyrobit každé palivo, a tudíž jej nelze vyměnit z měsíce na měsíc. Aby předešel problémům s dodávkami, stát zařadil jaderné palivo do strategických rezerv. Protože nemá potřebná zařízení na skladování, musí si je pronajmout od ČEZ a platit energetické společnosti za to, že pro ni – a za ni – nakupuje zásoby.

Ekonomické důsledky

Rostoucí import má vážné ekonomické i politické důsledky. S každou dovezenou tunou (či krychlovým metrem) roste záporný sloupeček ve statistikách obchodní bilance. Přitom objem je enormní. Česká ekonomika v roce 2009 každý den utratila 246 milionů korun jen za import ropy a ropných výrobků.

Vysoká spotřeba fosilních paliv zvyšuje nejen emise skleníkových plynů, ale také zranitelnost ekonomiky vůči cenovým šokům. Dramatické výkyvy na mezinárodním trhu s ropou a zemním plynem působí finanční ztráty velkým českým společnostem i drobným podnikatelům. Podrobněji se tím zabýváme v kapitole 6. Že jde v drtivé většině o dovážené

komodity, je pouze shoda náhod. Platí to i pro domácí dodavatele. Moravské naftové doly – hlavní český producent ropy i zemního plynu – samozřejmě vytěženou surovinu prodávají za světové ceny, stejně jako to činí ČEZ s elektřinou.

Politická rizika

Česká republika kvůli dovozu paliv závisí na nevyzpytatelných dodavatelích, bizarních vládách a krutých diktaturách.

Pravidelné krize – nebo hrozby krizí – v dodávkách plynu názorně demonstrují, proč je pro zemi nebezpečné, jsou-li hlavními dodavateli nespolehlivé státy. Obchod s energetickým zbožím se stává předmětem politického vydírání. Přitom nejde pouze o ruský zemní plyn, ačkoli zde je situace nejvyostřenější právě kvůli mimořádné míře závislosti na jediném zdroji. Devět z deseti největších výpadků v dodávkách ropy během posledních padesáti let mělo politické příčiny – jedinou výjimkou je hurikán Katrina.³⁴

Asi 92 % světových konvenčních zásob ropy leží v zemích s potenciálně nepřátelskými či nestabilními režimy.³⁵ S postupným vyčerpáváním některých ložisek poroste v příštích desetiletích míra, ve které jsou zbývající rezervy koncentrovány do dvou míst: Ruska a Blízkého východu.³⁶ Už nyní je 70 % zásob ropy a 65 % zemního plynu soustředěno v pásu od Blízkého východu přes Kaspické moře po severozápadní Sibiř.³⁷ Polovinu plynu mají pod kontrolou pouhé tři, navíc nepříliš spolehlivé státy: Rusko, Írán a Katar.³⁴

Rostoucím rizikem je rovněž dálková přeprava surovin. Čím delší potrubí či trasy tankerů, tím větší hrozba, že se někde po cestě objeví vojenský konflikt nebo jiná překážka. Čtyři hlavní strategická, a přitom nebezpečná místa představují Malacký průliv mezi Malajsií a Sumatrou, Hormuzský průliv v ústí Perského zálivu a oba vstupy do Rudého moře: Suezský průplav a Bab al-Mandab. Nyní přes ně putují lodě, jež vezou 39 % spotřebovávané ropy; v roce 2030 už tudy popluje bezmála šest z každých deseti barelů.³⁶ Stoupá tedy pravděpodobnost, že k přerušení dopravy skutečně dojde. Kdyby se to stalo, důsledkem nebude jen fyzické zastavení části dodávek. Především by stouply ceny paliv.

Republika tak žije v soustavné nejistotě, zda se zítra neotočí kohoutky nebo jestli nevyskočí ceny. Navíc musí obchodovat a udržovat přátelské vztahy s vládami, jež mají úplně odlišné hodnoty a s nimiž by nejraději neměla nic společného.

Peníze z každého desátého litru benzínu či nafty, který načerpají do nádrže svého auta, posílají Češi korupcí prolezlému režimu dynastie Alijevů v Ázerbajdžánu.³⁸ Špatně izolované české domy, ze kterých uniká teplo, financují impérium mocné a neprůhledné ruské státní společnosti Gazprom. Mezi hlavní alternativy, o kterých jsou evropští politici nuceni jednat, patří

spolupráce s bizarní diktaturou ve středoasijském Turkmenistánu.

Americký zahraničněpolitický komentátor Thomas Friedman poukázal na to, že vysoká cena ropy – a peníze, jež za ni demokratický svět platí – během posledního desetiletí náhle posílila autoritativní režimy v Nigérii, Íránu, Rusku, Venezuele i jinde.³⁹ Politologové už dříve psali o pozoruhodném fenoménu. Čím více ekonomika závisí na exportu ropy, tím horší místo zaujímá země v žebříčcích demokracie. Potvrdila to statistická analýza 113 zemí světa v letech 1971–97.⁴⁰ Platí to i pro státy mimo Blízký východ nebo Afriku. Jev má více příčin. Bohatí ropní vládcí mohou platit silný represivní aparát, utiňují společnost nízkými daněmi a nákladnými sociálními programy, v zemi nevzniká střední třída a závislost na těžbě brání modernizaci.⁴⁰ Friedman připomněl, že represe v řadě zemí během posledních let viditelně (a měřitelně) přitvrdily a že jev má důsledky i pro demokratické státy. Ceny surovin na trhu stouply, takže autoritářům rostou příjmy. Proto vystupují vůči ostatnímu světu i vlastním občanům s větším sebevědomím. Svobodný svět se svých nepřátel (a navíc i své závislosti na jejich rozmarech) nezbaví, dokud je nepřestane přímo financovat vysokou spotřebou energie, argumentuje Friedman.

Použití dovážených paliv

Má-li Česká republika snížit závislost na importu paliv, musí se soustředit na její hlavní příčiny. Ale debata o dovozu se většinou zaměřuje na elektřinu a na dilemata, která s ní souvisí. To je dost vážná překážka smysluplnému řešení, protože se tak diskuse mýlí se sektory, kde problém skutečně vzniká. Importovaná paliva totiž pohlcují především dvě úplně jiná odvětví: automobilová (i kamionová) doprava a vytápění budov.

Ilustrativní byla vládní debata o energetické koncepci v letech 2003–2004. Ministerstva životního prostředí a průmyslu a obchodu připravila své vlastní scénáře. Oba zajišťovaly dostatek energie pro české domácnosti a průmysl. MPO ovšem navrhovalo stavbu dvou jaderných reaktorů a prolomení územních ekologických limitů těžby a MŽP oba projekty zamítalo. Přesto rozdíl v dovozu mezi oběma plány v perspektivě roku 2030 činil pouhých 4 %. Jaderná elektrárna totiž nemá prakticky žádný vliv na spotřebu energie pro vytápění a dopravu, takže její spuštění se v dovozu ropy a plynu prakticky nepromítne.

Bezmála 70 % účtů za český import energie tvoří ropa. Z toho se 64 % používá k pohonu osobních a nákladních automobilů.³⁶ Pokud máme úspěšně omezit dovozní závislost země, vláda a zákonodárci musí připravovaná řešení zaměřit právě sem. Příležitosti ke snížení spotřeby ropy diskutujeme v kapitole 10.

Asi dvě třetiny zemního plynu se používají v domácnostech nebo ve službách – k vytápění, ohřívání vody, vaření a podobně.



Foto: K. Smid, B. Nimtsch/Greenpeace

Severočeské uhlí není řešením

Někteří politici navrhnou, aby energetickou nezávislost posílilo větší využití ložisek hnědého uhlí – i za cenu bourání dalších obcí a vystěhování tisíců lidí (viz kapitola 4). Ale studie sestavená na zakázku ministerstva průmyslu a obchodu poznamenává, že prolomení limitů by mělo „spíše podnikatelský význam pro vlastníky uhelných společností než dlouhodobě národohospodářský“.³⁰

Zachování takzvaných územních limitů těžby hnědého uhlí v Ústeckém a Karlovarském kraji energetickou nezávislost země prakticky nezhorší. Těžba uhlí za limity by totiž do energetické bilance přinášela pouze asi 100 petajoulů v období 2015 až 2060. Pro srovnání, Pačesova komise spočetla reálně využitelný potenciál energie z jediného obnovitelného zdroje – biomasy – na přibližně dvouapůlnásobek, 276 PJ ročně.

ČEZ plánoval, že kdyby vláda kývla na vystěhování dalších obcí na Mostecku a prolomení územních ekologických limitů těžby, postaví oproti dosavadním plánům další uhelné elektrárny s výkonem 1320 megawattů.⁴¹ Pokud by stejnou kapacitu vybudoval v plynových zdrojích, český účet za dovoz paliv skutečně stoupne. Konkrétně: o šest procent.



6. Ekonomické náklady energetiky

Foto: Greenpeace/Langer

Česká republika na každou vyrobenou korunu hrubého domácího produktu spotřebuje o 40–50 % více energie než patnáct států staré EU. Vysoká energetická náročnost je drahé závaží, které za sebou ekonomika táhne jako kouli na noze.

Větší spotřeba energie zvyšuje náklady průmyslu, a tak podkopává pozici českých podniků na globálních trzích. „Vysoká energetická náročnost průmyslové výroby by mohla při vzrůstu cen energií dramaticky oslabit českou konkurenceschopnost,“ varovalo MPO.⁴² Ekonomika zbytečně přichází o příležitosti i pracovní místa. Domácnosti musí utrácet velkou část svých příjmů za benzín či naftu, teplo, plyn a elektřinu. Navíc jsou více vystaveny nepředvídatelným výkyvům.

Energetická náročnost

Přitom průměr europatnáctky je poněkud zavádějící číslo, protože zahrnuje výkonné i slabší ekonomiky. Podrobnější pohled na jednotlivé země ukazuje ještě hroznivější čísla. Ve srovnání s Německem, kam v roce 2009 směřovala přesně třetina českého exportu⁴³, je naše energetická náročnost v přepočtu podle parity kupní síly o 57 % vyšší; vůči Rakousku nebo Velké Británii o 83 %.²⁰ Pouze tři státy unie jsou na tom hůře než Česká republika: Bulharsko, Rumunsko a Slovensko. A dokonce i Čína je o 16 % lepší.²⁰

Energetická náročnost české ekonomiky postupně klesá. Spotřeba energie je totiž plus minus stejná, ale hrubý domácí produkt průběžně roste. Tudíž na jednu korunu připadá méně a méně jouľů, kilowatthodin či barelů ropy. Na první pohled se proto zdá, že se dříve nebo později problému zbavíme. Ale jen na první pohled.

Český statistický úřad totiž poukázal, že optimistický obrázek se rozpadá, pokud se namísto spotřeby energie podíváme na důležitější údaj: výdaje za energii. Množství spotřebované energie na jednu vyrobenou korunu HDP sice klesá, ale vinou

rostoucích cen ropy, plynu či elektřiny se skoro nemění částka, kterou za ni podniky zaplatí, a to ani relativně. ČSÚ varuje, že „rychlejší růst cen energie než cen výrobců v posledních letech prakticky eliminuje pokles energetické náročnosti měřené ve fyzikálních jednotkách energie a stává se významnou determinantou konkurenceschopnosti české ekonomiky“.⁴⁴

A statistiky se nelepší, ani pokud jde o velikost ekologických škod. Pro ně totiž vůbec není důležitá relativní energetická náročnost, nýbrž absolutní spotřeba. Tuna emisí je tuna emisí (respektive kilowatthodina elektřiny je kilowatthodina elektřiny) bez ohledu na to, kolik HDP s ní vyrobíme. Protože snižování energetické náročnosti se děje pouze růstem ekonomického výkonu (jmenovatele), nikoli poklesem spotřebované energie (čitatele), prakticky se nic nemění.

Náklady domácností

Špatně izolované domy, málo efektivní spotřebiče nebo auta s velkou spotřebou jsou zbytečně drahé také pro miliony českých rodin. Každý rok je přijdou na tisíce korun. Energie (včetně benzínu a nafty pro auta) pohltní 14 % výdajů průměrné české domácnosti: více než 17 000 korun na osobu a rok. Důchodci na ni musí vyčlenit 18 % svých příjmů.

Ceny přitom postupně rostou. Energie na českém trhu byly v prosinci 2009 o 34 % dražší než o čtyři roky dříve. Cena jednoho gigajoulu tepla stoupla mezi léty 1994 a 2008 o 244 %.⁴⁵ České domácnosti i podniky totiž závisí na nestabilních globálních trzích. Protože jsou více či méně racionálně provázány, výkyvy v dodávkách či cenách ropy ovlivňují také částky, které domácnosti a podniky musí platit za zemní plyn a dokonce za elektřinu.

Rezervy fosilních paliv

Asi 55 % české spotřeby energie pokrývá zemní plyn a ropa: fosilní paliva, jejichž ceny jsou dlouhodobě nestabilní. Má to více příčin. Rapidní růst globální poptávky, poháněný hlavně státy jako Indie a Čína, se kombinuje s politickými faktory, včetně cílevědomé manipulace, již organizuje OPEC.

Ilustrativní je výkyv z let 2007–2008, kdy se během osmnácti měsíců cena ropy vyšplhala ze zhruba 50 dolarů na více než 145 dolarů za barel – a posléze opět rychle klesla. Tento výkyv však nebyl první a celkem jistě ani poslední. Přesto se něčím liší. Předchozí šoky měly evidentní politické důvody, například izraelsko-arabskou válku v roce 1973 nebo iránskou revoluci o šest let později. Ale tentokrát byla patrně příčinou směs ekonomických faktorů, mezi které patřila rostoucí spotřeba asijských zemí i spekulace na komoditních trzích.

Geologové i ekonomové vedou kontroverzní debatu, nakolik zbývající zásoby ropy vůbec mohou pokrýt rostoucí poptávku. Diskusi komplikuje nedostatek informací. Údaje o rezervách jsou chaotické, nekonzistentní a nevěrohodné. Běžně publikovaným datům lze proto věřit jen v omezené míře. Má to příčiny historické, právní či geologické, ale také politické a komerční. Především státní firmy, které nejsou vystaveny dohledu auditorů a regulátorů akciového trhu, prakticky nepodléhají nezávislé kontrole. Země OPEC v minulosti vědomě a masivně falšovaly data, aby dostaly větší produkční kvóty. Devět států Blízkého východu mezi roky 1985 a 1990 zvýšilo své rezervy o 53 %.⁴⁶

Už tak zamotaný problém ještě dále komplikuje převážně akademická, leč velmi živá diskuse o takzvaném ropném zlomu. Světové dodávky ropy do roku 2005 rostly a od té doby stagnují. Těžba každého neobnovitelného přírodního zdroje z podstaty věci musí mít začátek, vrchol a konec. Problém je ovšem spíše ekonomický než geologický. Konec celkem určitě nebude znamenat vyčerpání: surovina nedojde, nýbrž se stane s tenčící se produkcí příliš drahou na to, aby se vyplatilo ji používat, a trh přejde na něco jiného. Nicméně debatu o ropném zlomu zajímá něco jiného: kdy nastane vrchol?

Ubývání dodávek by mělo následovat s nějakým zpožděním poté, co vyvrcholí objevy nových rezerv. Geolog M. King Hubbert přišel v roce 1956 s (správnou) prognózou, podle které americká kontinentální produkce vyvrcholí do roku 1970. Řada expertů soudí, že takzvanou Hubbertovu křivku lze konstruovat také pro světové zásoby. Nejvíce ložisek ropy bylo objeveno během šedesátých let. Geologové a těžaři proto diskutují, kdy ropné vrty začnou vysychat. Někteří autoři si myslí, že k tomu už došlo, možná i před několika lety; jiní soudí, že vrchol přijde až za dvě nebo tři desetiletí a navíc po něm nebude následovat pokles, nýbrž jen konec růstu a dlouhodobě

vyrovnaná těžba.⁴⁷ Odhady ještě komplikuje, že pokud produkce opravdu začne klesat a cena poroste, ropné společnosti zároveň budou mít novou motivaci k dalším geologickým průzkumům a hlavně otevírání chudších, hůře dostupných a potažmo nákladnějších ložisek.

Ekonomické škody

Ještě větší nejistotě podléhají odhady, jak se budou vyvíjet ceny. Nehrozí, že by světové – a potažmo české – ekonomice úplně chyběla ropa. Hrozí, že bude drahá. Vysoké ceny a hlavně dramatické výkyvy na globálním trhu už nyní komplikují život milionům domácností a podkopávají hospodářskou prosperitu.

Debata se celkem shoduje, že doba levné ropy už skončila. Ilustrativní je prognóza amerického ministerstva energetiky pro příští dvě desetiletí. Cenu 50 dolarů za barel považuje za spodní odhad; střední scénář očekává, že částku 100 dolarů překročí před rokem 2015 a pak už soustavně poroste, aby v roce 2030 činila 130 dolarů.⁴⁸

Ropa je důležitá sama o sobě. Tvoří 22 % české spotřeby energie. Ale důsledky jsou mnohem širší než v dopravě a chemickém průmyslu, dvou klíčových odvětvích moderní ekonomiky, která nyní na kapalných palivech prakticky životně závisí.

Ekonomové už několik desetiletí studovali, zda a jak moc se ropné šoky podepisují na ekonomickém výkonu – respektive zda recese, které po nich následovaly, vyvolala přímo cena ropy, nebo monetární politika vlád. Empirický výzkum potvrdil, že prudké skoky v cenách ropy od konce čtyřicátých let skutečně byly přímou a hlavní příčinou následujících hospodářských propadů.⁴⁹ Experti Mezinárodní energetické agentury ve spolupráci s OECD a Mezinárodním měnovým fondem spočetli, co s globální ekonomikou udělá růst cen ropy o 40 %. V prvních dvou letech sníží HDP ve vyspělých průmyslových zemích, jako je Česká republika, o 0,4 % a inflace stoupne o půl procentního bodu.⁵⁰ Londýnská obchodní komora odhadla, že krátká ropná krize v září 2000 stála britskou ekonomiku v přepočtu 14,5 miliardy korun denně.⁵¹

Ropa a ostatní energetické zdroje

Ceny ropy má smysl pečlivě sledovat ještě z jednoho důvodu. Jakkoli to není příliš racionální, na mezinárodním trhu jsou na ně úzce navázány ceny zemního plynu. Jeden instalovaný kilowatt větrných či solárních elektráren jenom proto, že částečně nahradí plynové zdroje, při ropných šocích ušetří 200 dolarů na ztrátách HDP; biomasové zdroje je sníží o 800 US\$/kW.⁵² Pokud by výroba z obnovitelných zdrojů v USA a EU stoupla o 10 %, škody, jež na jejich ekonomikách zanechají výkyvy v cenách fosilních paliv, budou menší o 29–53 miliard dolarů.⁵²

Ale nejen to. Cena ropy také navíc nepřímo ovlivňuje cenu elektřiny. Ropné šoky se tudíž projevují v nákladech, které energeticky náročná česká ekonomika a domácnosti platí za dopravu, průmyslové výrobky, teplo, světlo i pohon elektrospotřebičů. Pokud se má společnost těchto škod zbavit, vláda i zákonodárci musí přijít s ambiciózním programem vylepšování energetické efektivity.



Foto: J. Řezáč, J. Kehnscherper/Greenpeace. iStock



Foto: J. Kehnscherper/Greenpeace



Foto: VE group

7. Jak v naší koncepci uvažujeme

Koncepční přístup, který ekologické organizace k sestavování tohoto plánu použily, se v některých důležitých bodech liší od energetických politik, jaké obvykle sestavují ministerští úředníci. Proto v této kapitole vysvětlujeme, jak jsme při jeho přípravě uvažovali. Diskutujeme postupně tři témata:

- V našem plánu se zabýváme v první řadě velikostí spotřeby a až poté, ve druhém plánu, energetickými zdroji, které spotřebu pokryjí.
- S technologiemi nepočítáme staticky, nýbrž k nim přistupujeme s ohledem na budoucí inovace.
- Počítáme s postupnou decentralizací energetiky.

7.1. Efektivnost jako nové paradigma

Ministerstva životního prostředí (MŽP) a průmyslu a obchodu (MPO) na podzim 2003 představila dva propracované, propočtené scénáře Státní energetické koncepce. Sestavila je stejná firma (Enviros) pomocí stejného ekonomického modelu a se stejnými předpoklady o růstu ekonomiky a příjmů. Oba by zajistily kompletní spotřebu energie v českých domácnostech i průmyslu. Oba také počítaly s bezmála stejným importem. Přesto se ve dvou bodech diametrálně lišily. Návrh MPO obsahoval rozšiřování uhelných dolů na Mostecku a dva nové jaderné reaktory⁵³; plán MŽP ani jedno z toho. Jak to?

Byl mezi nimi totiž ještě jeden rozdíl. Scénář MŽP sázel na cílevědomé vylepšování energetické efektivnosti. Tak by zajistil, že česká ekonomika by v roce 2030 k vyrobení jedné koruny hrubého domácího produktu potřebovala o 9 % méně energie.⁵⁴

Tato postarší epizodka dobře ilustruje české diskuse o energetice. Velikost spotřeby považují za víceméně danou a soustřeďují se na hledání zdrojů. A priori předpokládají, že s ekonomickou prosperitou soustavně poroste také poptávka po palivech.

Nové paradigma

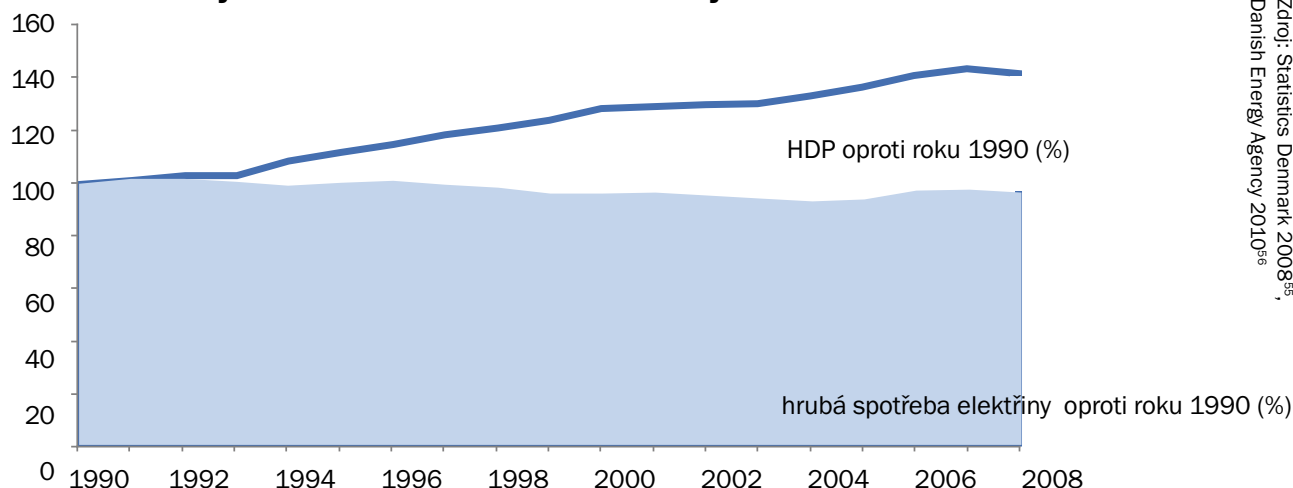
Jenomže závislost ekonomické prosperity na větší spotřebě energie neplatí. Ilustrativní je příběh Dánska. Ekonomický výkon se tam od roku 1990 zvětšil bezmála o polovinu.⁵⁵ Ale spotřeba energie stoupla o pouhých 5 % a hrubá spotřeba elektřiny dokonce klesla o 4 %.⁵⁶ Ministři a zákonodárci v Kodani se totiž soustředili na vylepšování energetické efektivnosti. Hlavním úkolem bylo snížit objem spotřeby – a teprve ve druhém plánu rozhodovat, čím ji pokrýt.

Ekologické organizace navrhuji obdobně proměnit hlavní paradigma české energetické politiky.

Platná Státní energetická koncepce sice vágně požaduje „maximalizaci energetické efektivnosti“, což prohlašuje za: „Cíl číslo jedna.“⁵⁷ Nicméně počítá, že spotřeba nadále poroste.⁵³ Příčina je očividná. Navzdory proklamacím chybí konkrétní opatření. Koncepce obsahuje pouze vágní, heslovité body typu: „Zpřísnění požadavků na hospodárné užití energie v budovách“ – a dokonce i ty jsou pouze v příloze.⁵⁷ Právě tomuto hluboko zakořeněnému dogmatu musí dát vládní politika vale, pokud má ambici snížit emise, dovoz a náklady.

Ekologické organizace navrhuji, aby byla hlavním tématem napříště velikost spotřeby a teprve po ní složení zdrojů. Leitmotivem i tohoto plánu jsou proto systematické impulsy pro inovace, které zajistí prosperitu a vysokou životní úroveň s menší spotřebou energie. Není to pouze otázka abstraktních konceptů a proklamativních cílů. Dánský příklad dobře ilustruje, že podmínkou úspěchu jsou konkrétní, ambiciózní programy, které rozhýbou investice.

Graf 3: Dánsko vyrábí více z menšího množství elektřiny



Zdroj: Statistics Denmark 2008⁵⁵,
Danish Energy Agency 2010⁵⁶

Efektivnost je větší než zdroje

Velikost spotřeby je hlavní, opravdu důležitou otázkou energetické politiky. Je naprosto legitimní a důležité debatovat o nových elektrárnách nebo plynovodech. Ve srovnání s možností snižování spotřeby je to však podružný problém a poměrně malá příležitost.

Možnosti snižování náročnosti domů na vytápění jsou pětikrát větší než energie, kterou by dodávalo kontroverzní rozšíření uhelných dolů na Mostecku a bourání dalších obcí. Průmysl může se současnými technologiemi snížit energetickou náročnost o ekvivalent dvou jaderných elektráren v Dukovanech. Proto je diskuse o nových zdrojích mnohem méně důležitá než debata o velikosti spotřeby.

Energetické služby

Cílevědomé a propracované úsilí o menší závislost na vysoké spotřebě je nutné dovést do důsledků. Měl by se proměnit také trh, respektive role energetických společností na něm.

Energetické společnosti prozatím plní jedinou základní funkci: vyrábějí a prodávají elektřinu, plyn nebo teplo. Stát by je měl motivovat, aby svůj předmět podnikání postupně přeměňovaly na takzvané energetické služby. Ve Velké Británii legislativa ukládá dodavatelům energie, aby domácnostem nabízeli úsporné technologie, a pomohli jim tak dosáhnout stanoveného vylepšení energetické efektivity.

Role energetických společností se tak posouvá. Jejich *raison d'être* postupně už nebude výroba elektřiny nebo dodávky plynu, nýbrž služby. Zákazník neplatí například za dodávky tepla, nýbrž za to, aby doma měl teplo. Na první pohled může jít o rozdíl ve slovíčkách, ale ve skutečnosti je to velký konceptuální skok. Teplo totiž lze zajistit topením – nebo snížením tepelných ztrát budovy.

Koncept energetických služeb přináší i novou

možnost, jak financovat úsporná opatření. Metoda označovaná zkratkou EPC (*energy performance contracting*) vznikla v USA během osmdesátých let.⁵⁹ Nikoli náhodou pochází ze země s tradičně liberalizovanou energetikou. Některé společnosti svým zákazníkům financují třeba opatření, jež sníží spotřebu energie (například zateplení domu nebo výměnu spotřebičů); klienti jej potom splácejí z ušetřených peněz. Pro domácnosti a podniky je takové řešení samozřejmě výhodnější. Ale vyplatí se i energetickým firmám, protože mají zajištěný soustavný příjem, aniž by musely investovat do nových elektráren.

Prognózy rostoucí poptávky

Prozatím však byly hlavním kritériem pro rozhodování o budoucí výrobě energie prognózy poptávky. Výroba se jim má přizpůsobit. Stát především hledá, které zdroje by ji mohly zaplnit, a přinejlepším s laxní rezignací podniká nenáročné kroky k posílení efektivity.

Přitom oficiální prognózy se většinou vůbec netrefily. MPO na přelomu let 1992–1993 varovalo, že pokud nebude Temelín spuštěn do roku 1995, lze v roce 1997 očekávat řádově tři týdny až 100 dní výpadků v dodávkách elektřiny.⁶⁰ Vláda na základě této zprávy rozhodla o dostavbě jaderných reaktorů. Ale blackoutu nenastaly v pětadevadesátém ani sedmadevadesátém roce, nenastaly ani o několik let později, kdy se Temelín pořád nedařilo dokončit, a Česká republika se naopak zařadila mezi světové rekordmanky v exportu elektřiny. Podobně ČEZ v roce 1994 očekával, že „[p]okud bude hrubý domácí produkt ČR růst ročně o 3,5%, bude to znamenat roční nárůst ve spotřebě elektřiny o 2 až 3 %“.⁶¹ Ekonomický růst byl posléze sice slabší, nicméně slušný – jenomže spotřeba elektrické energie během devadesátých let klesala.

Někdy jde navíc o evidentní vědomé manipulace. Bývalý ministr průmyslu a obchodu vyvolal velký poprach, když v únoru 2007 před podnikatelskou elitou

Předpovídali nedostatek elektřiny...



...v roce 1997



...v roce 2010



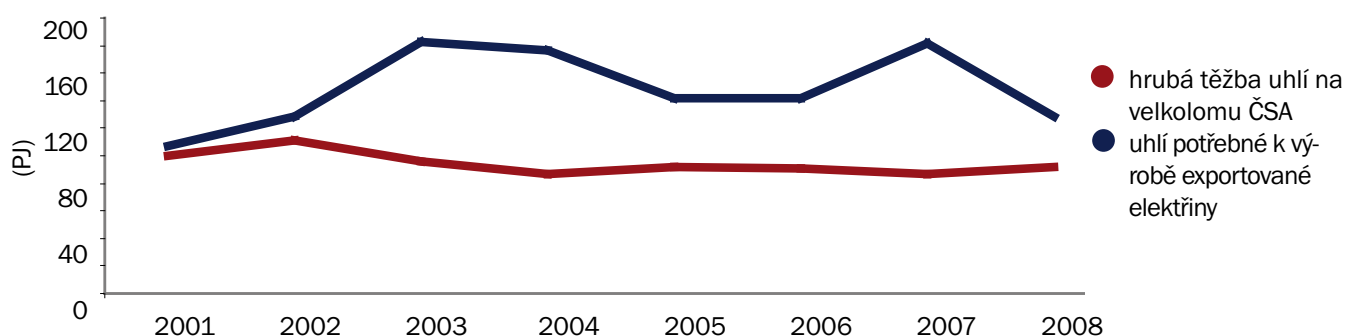
...v roce 2012

na Žofínském fóru tvrdil, že během několika let hrozí nedostatek elektrické energie.⁶² Noviny jej citovaly: „Už na přelomu desetiletí...budeme spotřebovávat víc elektřiny, než dokážeme vyrobit.“⁶³ Avšak o pouhé tři měsíce později předložil vládě zprávu, kde anoncoval, že přebytek (čistý export) naopak stoupne z tehdejších 13 TWh na 18 TWh v letech 2010–2012. Potvrdil to také ředitel odboru elektroenergetiky na MPO: „Ministerstvo průmyslu a obchodu odhaduje výši exportu elektřiny vyrobené v České republice na cca 18 TWh v roce 2012.“⁶⁴ Motivace pro dramatický rozpor v prognózách byla evidentní. První předpověď, která očekávala kritický deficit, sloužila jako argument pro rozšiřování uhelných dolů. Druhá, kde stejný ministr ve stejné době hlásil velké přebytky (a růst výroby), vznikla coby podklad pro žalobu proti verdiktu Evropské komise, podle něhož český průmysl nemá dále zvyšovat emise oxidu uhličitého; tudíž měla důvod nadsazovat očekávanou produkci.

Menší znečištění, větší prosperita

Obdobně neplatí souvislost mezi ekonomickou prosperitou a znečištěním. Právě české statistiky jsou toho perfektním dokladem. Hrubý domácí produkt mezi roky 1998 a 2008 stoupl o 85 %; dynamicky rostla také tovární výroba měřená hrubou přidanou hodnotou v průmyslu. Ale emise oxidu uhličitého ve stejné době stagnovaly.

Graf 4: Uhlí spotřebované k výrobě exportované elektřiny versus těžba dolu u Horního Jiřetína



Vysoká výroba za každou cenu

Rozhodování o budoucí produkci se řídí prognózami spotřeby. Ale to ještě jen v lepším případě. V horším někteří špičkoví politici otevřeně usilují o vysokou – co největší – výrobu za každou cenu. Některé důležité kroky energetické politiky motivovalo úsilí o velké zakázky pro domácí dodavatele uhlí a elektřiny, nikoli snaha pokrýt českou poptávku.

ČEZ velkou část své výroby vyváží, přidává další elektrárny, a posiluje tak exportní kapacitu. Malá Česká republika je v posledním srovnání třetím největším exportérem elektřiny v Evropě a pátým na světě – po Francii, Paraguay, Kanadě a Německu.²⁰ V posledních letech vyváží mezi 11–16 terawatthodinami (15–20 % výroby) ročně. Ekologické organizace řadu let poukazují, že vývoz je nevýhodný. Země se tak zbytečně zbavuje nedostatkových paliv. Přitom doma zůstávají desítky tisíc tun oxidu siřičitého a oxidů dusíku, desítky tun vysoce radioaktivních odpadů i krajina poškozená těžbou milionů tun uhlí a statisíců tun vápence.⁶⁵ Ale vlády se proti tomu nepokoušely zasáhnout. Naopak: při pokusu o privatizaci ČEZ na přelomu let 2001–2002 kabinet dokonce chtěl prodej podmínit závazkem kupce, že nesníží výrobu elektřiny, nenahradí uhelné a jaderné elektrárny čistými zdroji a neomezí odběr uhlí z českých dolů.⁶⁶ Česká republika se kvůli profitu ČEZ a těžebních společností stává elektrárnou a dolem Evropy.

První podmínkou smysluplné energetické politiky je proto naprostý obrát priorit: namísto snahy o vysokou výrobu za každou cenu musí nastoupit cílevědomé úsilí o nízkou spotřebu, nemluvě o vývozu.

7.2. Technologické inovace

„...imaginární, ale dost dobře možná konverzace z poloviny osmdesátých let...“

A: „Během dvaceti let si budeme moct koupit přenosný telefon menší než balíček karet, který půjdou používat kdekoli na světě, a taky s nimi fotit, filmovat, poslouchat hudbu a dokonce koukat na televizi.“

B: „To je pitomost. Telefony přece už máme. Stejně tak kamery, walkmany a přenosné televizory. A co baterie? To by musely být tak velké, že bychom je nosili v kufří. Tohle se nikdy nestane.“

A: „Hm, asi máš pravdu. Mimochodem, slyšels někdy o finské firmě Nokia?“

B: „Jasně, ti vyrábějí pneumatiky. Co s tím vším mají společného?“...“

Gary Kendall: *Plugged in. The end of the oil age*⁶⁷

Stephen Pacala a Robert Socolow, dva profesori Princetonské univerzity, otiskli v roce 2004 v prestižním vědeckém časopise *Science* studii o snižování emisí skleníkových plynů.¹⁸ Brzy se stala patrně nejvlivnější prací v oboru. Sice jenom mapovala dostupné technologie, ale autoři zde zároveň zavedli schéma takzvaných stabilizačních klínů. Elegančně na něm ilustrovali několik konceptů, jež jsou důležité i pro přístup, který používá také tento plán. Stejně dobře jako pro snižování emisí totiž platí při uvažování o budoucnosti energetiky. Každý z nich je vlastně poměrně banální.

Kombinace různých řešení. Každá rozumná energetická politika musí kombinovat různá řešení. Nemá sebemenší smysl propočítávat, kolik bychom museli postavit řekněme větrných turbín, abychom pokryli kompletní poptávku po elektřině.

Pacala a Socolow poukazují, že žádná dílčí technologie nezajistí být jen čtvrtinu potřebného snížení emisí. Přitom mapují patnáct různých opatření, která jsou už nyní na stole – takže nemusíme čekat na hypotetické vynálezy – a každé z nich může do roku 2050 snížit globální emise zhruba o miliardu tun uhlíku (3,6 miliardy tun CO₂) ročně. Pro Českou republiku platí prakticky totéž v menším.

Vlastně nejde o nic jiného než o dobře známý koncept energetického mixu. Ale česká debata často do jednorozměrného uvažování upadá. Dobře to ukazuje její monotematické soustředění se na jaderné reaktory coby ústřední téma energetiky. „Ceny fosilních paliv budou nutně růst a jádro je jejich jedinou alternativou,“ napsal jeden z bývalých náměstků ministra průmyslu a obchodu.⁶⁸ Bezesporu

lze debatovat o tom, zda atomové elektrárny sta- vět, nebo nikoli. Ale je evidentní, že nemohou být jediným ani hlavním řešením. Možnosti vylepšování energetické efektivity v průmyslu nebo domácnostech jsou několikanásobně větší než ambiciózní nukleární projekty.

K vyčerpání nových technologií je daleko.

Bude trvat desítky let, než se podaří využít velkou část potenciálu jednotlivých technologií. Ani při sebevětší snaze by nešlo zateplit české domy během jednoho desetiletí a potrvá také velmi dlouho, než vyčerpáme příležitosti k výrobě energie z obnovitelných zdrojů.

Křivky využití fosilních paliv nebo jaderné energetiky na jedné straně a nových technologií na straně druhé v příštích desetiletích vypadají úplně odlišně. Zavedená odvětví budou prakticky stagnovat: může jich trochu přibývat nebo postupně ubývat (uhlí). Ale obnovitelné zdroje nebo řešení, která snižují energetickou náročnost budov, jsou nyní skoro na začátku. Více či méně rychle jich přibývá a bude přibývat. Proto Pacala a Socolow hovoří o stabilizačních klínech: idealizovaný graf každého z dílčích opatření má tvar klínu.

Má to naprosto praktické důsledky pro uvažování o potenciálech různých řešení. Pačesova komise spočetla, že z obnovitelných zdrojů – větrnými turbínami, solárními panely, spalováním biomasy a podobně – lze v České republice výhledově vyrobit necelých 50 terawatthodin elektřiny, tj. zhruba dvě třetiny současné spotřeby. Někteří experti s tím nesouhlasí a považují kalkulaci za nadsazenou. Je to bezesporu relevantní názor, o kterém lze vést odbornou debatu. Nicméně současná výroba zelené elektřiny činí asi 6 terawatthodin. Není sebemenšího sporu, že k využití potenciálu máme ještě desítky let daleko. Zda skutečné možnosti činí padesát, nebo řekněme čtyřicet terawatthodin, má smysl řešit, až budeme využívat třeba pětatřicet – ale v okamžiku, kdy jsme na šesti terawatthodinách, je to veskrze akademická a po praktické stránce nepříliš důležitá diskuse.

Možnosti rostou. Asi to zní jako banalita, ale v roce 2030 nebudeme používat technologie roku 2010. Přesto možnosti, které Česká republika má, velmi často posuzujeme prizmatem současnosti. Máme tendenci se dívat na dnešní techniku, dnešní ekonomiku a dnešní ceny.

Nemá to velký smysl. Potenciál jednotlivých řešení se postupně rozšiřuje. Inovace a masová výroba razantně snižují náklady. Výrobní cena energie z obnovitelných zdrojů je mnohem nižší než před deseti nebo dvaceti lety. Inženýři a ekonomové očekávají, že trendy budou pokračovat také v příštích desetiletích. Proto nemá smysl na některé technologie předem rezignovat jen proto, že jsou dnes drahé (například solární elektrárny).

Jakkoli je to nepohodlné, musíme přitom počítat s tím, že některé inovace zatím neznáme. Stačí se

podívat o třicet let nazpátek. Koho by v roce 1980 napadlo, že v každé domácnosti bude osobní počítač? Kdo by před pouhými dvaceti lety tipoval, jakou roli budou dnes hrát mobilní telefony v kombinaci s internetem? V tomto plánu počítáme pouze s už známou technikou – a zároveň jsme si vědomi, že je to naprosto nerealistické. Platí to hlavně pro snižování energetické náročnosti. Spotřeba nejlepších ledniček a mrazáků v obchodech je asi třetinová ve srovnání se zbožím, které bylo ke koupi v roce 1990. Trend patrně bude pokračovat. Nyní můžeme pouze kalkulovat, jak by se na spotřebě promítlo, kdybychom současné chladničky v českých domácnostech nahradili nejlepší současnou technologií. Ale také je evidentní, že za dvacet nebo třicet let bude na trhu (a tudíž také v rodinách) ještě mnohem efektivnější zboží. O kolik efektivnější? Netušíme.

Víme, že dokážeme daleko více, než s čím počítáme v tomto plánu. Ale nevíme, o kolik více to bude. Proto musíme brát v úvahu technologie roku 2030, ale nemá smysl je zde plánovat.

Čisté řešení se někdy nerovná dobré řešení.

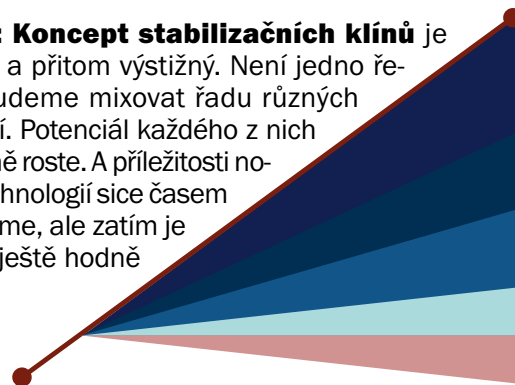
Nikde není řečeno, že každá čistá technologie musí a měla by být vždy použita. Pokud chceme srazit dovoz ropy a zemního plynu nebo dostatečně snížit emise skleníkových plynů, musíme použít většinu opatření, o kterých nyní víme – nicméně ne všechna. Nezávislost na fosilních palivech není jediné kritérium, podle něhož bychom opatření měli posuzovat. Některé technologie, které se nabízejí jako řešení, mohou být kontraproduktivní nebo vyvolat nepřijatelné škody jinde. Proto i v tomto plánu předpokládáme, že nebudeme chtít použít několik opatření: většinu současných kapalných agropaliv, jaderné reaktory, špatně umístěné větrné elektrárny nebo řekněme necitlivé zateplování historických památek.

Navíc v tomto plánu stavíme ještě na třech dalších principech, které z konceptu stabilizačních klínů nevyplynou, ale jsou neméně důležité:

Není energie jako energie. Tuzemská diskuse je zavádějící, protože často shrnuje veškerý energetický metabolismus ekonomiky na jednu hromadu. Ale to dost dobře nejde. Jde o několik odvětví, která tvoří spojené nádoby. Souvislost mezi ropou, potažmo dopravou (většinu ropy spotřebuje doprava a většinu dopravy pohání ropa) a řekněme elektrárnami je velmi malá. Měnit se to začne až s nástupem elektromobilů (a případně vodíkových aut) v příštích desetiletích (viz kapitola 10). Proto většina velkých českých energetických debat – o uhelných dolech či atomových reaktorech – nemá skoro žádnou souvislost s velkou většinou našeho dovozu paliv. V menší míře totéž platí také pro jiné příklady.

Nejde pouze o energii. Ekologické organizace nehledají pouze způsob, jak zajistit poptávku českých domácností, průmyslu a dopravy bez velkých škod a závislosti na dovozu. Díváme se o krok dál. Reforma energetiky může také rozhýbat průmysl, posílit

Graf 5: Koncept stabilizačních klínů je banální a přitom výstižný. Není jedno řešení: budeme mixovat řadu různých opatření. Potenciál každého z nich postupně roste. A příležitosti nových technologií sice časem vyčerpáme, ale zatím je k tomu ještě hodně daleko.



jeho konkurenceschopnost a vytvořit pracovní místa ve městech i na venkově. Dánsko v osmdesátých a devadesátých letech nastartovalo výrobu elektřiny z větru. Nyní tak pokrývá 20 % své poptávky. Ale nezůstalo jen u toho. Vzniklo tak nové exportní odvětví. Výrobci z malé, pětimilionové země ovládají asi třetinu světového trhu s větrnými elektrárnami.

Energii půjde skladovat. Návrh, se kterým ekologické organizace přicházejí, sází na domácí obnovitelné zdroje energie. Mohly by realisticky pokrývat 50 % spotřeby energie a 80 % elektřiny v roce 2050. Kompletnímu využití potenciálu zelené energetiky nyní brání dvě bariéry. Za prvé je drahá. Ale inovace a masová výroba soustavně snižují ceny, které se v příštích desetiletích stanou konkurenceschopnými (viz str. 49-50). Za druhé větrné či solární elektrárny nevyrábějí stabilně, nýbrž pouze v době, kdy fouká vítr nebo svítí slunce. Vyřešit to pomohou vznikající inteligentní sítě: dynamické řízení poptávky, sofistikovaná koordinace malých zdrojů, které se vzájemně doplňují, a koncept virtuálních elektráren. Podrobněji je diskutujeme v kapitole 7.3. Druhou částí řešení je – v uvozovkách – skladování elektřiny. Elektrickou energii lze zatím skladovat pouze dvěma způsoby: v malém množství v bateriích a ve velkém v přečerpávacích vodních elektrárnách, které v době nízké spotřeby využívají elektřinu z jiného zdroje k pumpování vody do výše položené nádrže a během špičky s ní pohánějí turbínu.

Ale vznikají další pozoruhodné technické koncepty, které by umožnily de facto skladovat elektřinu, a tak se vypořádat s nestálou výrobou větrných a solárních zdrojů. Energetický koncern RWE spolu s General Electric přišel s nápadem spojit větrnou turbínu s elektrárnou poháněnou stlačeným vzduchem. Při přebytku elektrické energie z větru bude zařízení stlačovat vzduch do podzemních zásobníků a za bezvětří pak pohánět turbínu (více na str. 57). Důležitým řešením jsou také elektromobily, jejichž baterie budou sloužit jako sklad elektřiny. V době, kdy jsou zaparkované a připojené k nabíjení, mohou vracet uloženou energii do sítě.

7.3. Decentralizace energetiky

Třetím důležitým prvkem, se kterým musí do budoucna počítat hlavně česká elektroenergetika, je decentralizace výroby a naprostá proměna sítě. Ačkoli to na první pohled možná vypadá abstraktně, ve skutečnosti to bude v každodenním životě domácností vidět více než záměna zdrojů nebo menší spotřeba.

Nejenže paliva – uhlí, uran, ropa či plyn – nyní pocházejí od několika málo vzdálených dodavatelů: dolů, zemí nebo firem. Rovněž současná evropská elektroenergetika se opírá o mamutí elektrárny s kapacitou v řádu stovek megawattů, které většinou stojí daleko od velkých měst a továren. Rozvodné sítě pak velká kvanta elektřiny přenášejí ke stovky kilometrů vzdáleným drobným spotřebitelům. Slouží jako „jednosměrky pro dopravu elektřiny z velkoelektráren do domácích zásuvek“. ⁶⁹ Už po desetiletí v nich nedošlo k podstatnějším inovacím. Světové ekonomické fórum poznamenává, že ačkoli umřel před 79 lety, Thomas Alva Edison by klidně dovedl řídit dnešní elektrickou síť. Tak málo se od jeho doby změnilo. ⁷⁰

Nyní ale elektroenergetiku čekají stejně velké proměny, jako byl přechod od sálových počítačů k milionům uživatelských PC a laptopů. Běžný život mohou změnit podobně jako nedávno mobilní telefony.

Nový trend má asi čtyři příčiny, které shodou okolností začaly působit zhruba ve stejnou dobu. IT a telekomunikační revoluce otevřely úplně nové možnosti v organizaci sítí. Liberalizace elektrárenského trhu proměnila vztah mezi spotřebiteli a dodavateli. Snižování emisí a potřeba energetické nezávislosti posiluje poptávku po decentralizaci a obnovitelných zdrojích. A konečně, radikálně inovativní technologie výroby poprvé umožnily, abychom o těchto řešeních reálně uvažovali.

Inteligentní sítě

Klíčovým bodem v proměně elektroenergetiky jsou takzvané inteligentní sítě. Ještě před několika lety vypadaly jako odvážná, teoretická vize některých inženýrů. Ale teď už konkrétní praktické projekty fungují ve stotisícovém americkém městě Boulder, v Drážďanech, nizozemském Amsterdamu nebo jinde. ČEZ anoncoval, že první českou inteligentní síť začne budovat ve Vrchlabí a okolních obcích. ⁷¹

Inteligentní sítě jsou shrnující termín pro široký koncept vzájemně souvisejících opatření spíše než specifický projekt. Spočívají především v tom, že soustava začne více připomínat internet s tokem (elektřiny i informací) oběma směry, aktivní rolí uživatelů a decentralizovaným rozhodováním. Mohou (a nemusí) zahrnovat nové měřiče v domácnostech, nové rozvody, nové digitální řízení i nové zdroje. Konkrétní řešení se

proto může skládat z výběru z řady různých prvků s odlišnými účely:

Dynamické řízení poptávky. Současné elektrospotřebiče jsou pasivní. Spotřebič začne odebírat elektřinu – a trvale běží až do příštího cvaknutí vypínače. Televizor nebo lampa ani jinak nemohou, protože musí stále pracovat. Ale například lednička by bez problémů mohla chladit jen někdy. Stačí, když bude udržovat stanovenou teplotu. Ale není důležité, kolikrát se během dne zapne a vypne.

Kdyby se všechny ledničky automaticky vypnuly vždy, když dostanou dálkový pokyn, ať na chvíli přestanou chladit, protože se právě musí připojit velký spotřebitel, operátoři by mohli lépe řešit několik problémů. Nemuseli by udržovat v chodu tolik záložních elektráren, které pracují naprázdno a jsou neustále připraveny nahradit chybějící výkon v případě, že některý zdroj vypadne. Namísto připojení zálohy by síť mohla operativně snížit spotřebu. Obdobně by šlo omezovat poptávku ve špičce, a tudíž omezit potřebu špičkových zdrojů. Ze stejného důvodu by bylo snadnější zapojení větrných nebo fotovoltaických elektráren, které sice vyrábějí bez emisí a neplatí za palivo, ale nemohou zaručit soustavný výkon. Síť by mohla pružně, automaticky řídit výrobu i poptávku a uzpůsobovat je aktuálním potřebám. Technologicky to není příliš komplikované. Už nyní lze ovládat spotřebiče na dálku (a elektrické bojlerů či topná tělesa může zapínat a vypínat dispečink). Napříště by tak nečinil majitel občas, nýbrž počítač podle aktuálních potřeb sítě.

Cena podle spotřeby a nabídky. Proč by na to spotřebitelé přistupovali? Protože tím ušetří spoustu peněz. Už nyní někteří za elektřinu platí podle toho, ve které části dne ji odebírají. Inteligentní síť dovolí, aby se tarify měnily nikoli v pevně daných časových pásmech, nýbrž v reálném čase podle aktuální spotřeby a podle toho, kolik zdrojů (a které zdroje) právě vyrábí. Nejenže tak soustava ušetří velké náklady na zálohy. Elektřina také může být levnější třeba ve chvíli, kdy dodává čistší elektrárna, například větrná turbína nebo fosilní zdroj s větší účinností. Vybrané spotřebiče by se pak automaticky připojovaly a odpojovaly podle zvoleného tarifu.

Statisíce malých elektráren. Druhým důležitým prvkem inteligentních sítí je proměna výroby. Domácnosti, školy, nemocnice, úřady, obchody a malé podniky by se staly nejen odběrateli, ale rovněž dodavateli elektřiny. „Pokud by všechny domácnosti disponovaly 1 kW zdrojem elektřiny [tedy zhruba stejným, jako je jeden hořák na sporáku], podobně jako jsou vybaveny pračkou a dalšími spotřebiči, činil by jejich instalovaný výkon téměř 4000 MW [tj. dva Temelíny].“ ⁶⁹ Nebo jiný příklad: kdyby každá česká domácnost měla fotovoltaické panely o průměrné ploše 5 m², přičemž polovina jich stála na střechách a polovina na jižních fasádách, vznikne zdroj s roční výrobou necelých dvou terawatt hodin, tj. asi 14 % kompletní spotřeby domácností (k ceně solární elektřiny viz str. 49-51 a Graf 11).



Decentralizovaná energetika

Kombinace prověřených decentralizovaných technologií, efektivnějšího využívání energie a čisté výroby elektřiny ve velkém mohou zajistit spolehlivé zásobování měst a obcí. Účinné kogenerační jednotky vyrábějí teplo i elektrickou energii. Část své spotřeby pokrývají přímo jednotlivé budovy; ale většinu zajišťují místní zdroje, které přednostně zásobují lokální síť, a dodávky zelené energie z větší vzdálenosti. Přebudovat energetiku bude trvat několik desetiletí – ale právě proto by Česká republika měla začít co nejdříve.

1. **Fotovoltaické fasády:** mohou se stát běžným prvkem na kancelářských i obytných budovách. Cena solárních panelů rychle klesá, budou levnější, a lepší design umožní chytré využití v architektuře.
2. **Renovace srazí spotřebu energie:** zateplení, nová okna, moderní větrání a další opatření mohou snížit energetickou náročnost domů až o 80 %.

3. **Solární kolektory:** vyrábějí teplou vodu pro celý dům a případně i pro sousední budovy.

4. **Kogenerační jednotky:** dodávají teplo i elektřinu. Lze je vyrábět v různých rozměrech: od malého zařízení ve sklepě po stanici, která může zásobovat celou čtvrť nebo menší město.

5. **Čistá energie:** místní výroba nestačí. Ke hladkému provozu soustavy je potřeba, aby část spotřeby města nebo obce pokrývaly dálkové dodávky z větrných farem, bioplynových stanic, solárních elektráren v slunnějších zemích a podobně. Sofistikované inteligentní sítě dovolí vyrovňovat výkyvy ve výrobě.

6. **Město pro lidi:** rychlá a pohodlná veřejná doprava, cyklostezky a příjemné prostředí pro chodce snižují závislost na autech – a potažmo na dováženém ropě.

Soustava bude kombinovat různé typy zdrojů: velké centrální, malé decentralizované zdroje (například klasické větrné elektrárny s výkonem kolem 2 MW) a miniaturní domácí. Nemusí přitom jít pouze o solární panel nebo větrnou turbínu, ale také třeba o mikrokogeneraci: výrobu elektřiny v domovních kotlích pomocí připojeného Stirlingova motoru. Kotel na dřevo tak může celou zimu na 10 kW tepelného výkonu dodávat až 3 kW elektřiny.⁷² Nebo hybridní či elektrické automobily s obousměrným připojením, jež mohou v případě nutnosti vracet elektřinu do sítě v době, kdy jsou zaparkované a připojené k nabíjení. Kdyby polovinu elektrické energie v USA dodávaly větrné turbíny, k zajištění stability sítě stačí, aby 8–38 % vozového parku (záleží na typu nabíjení) tvořily elektromobily a v každý okamžik jich polovina parkovala.⁷³ Připojení nových zdrojů bude něco stát – ale podstatně méně než prostředky, které se tak ušetří, například na ztráty v sítích nebo náklady na zálohy.⁷⁴

Přitom nejde pouze o nová vedení. Současná síť může integrovat určité množství větrných či solárních elektráren, ale ne desítky tisíc malých zdrojů. Není na ně designována. Během několika desetiletí se bude muset podstatně proměnit koncepce, systém a organizace rozvodné soustavy.

Virtuální elektrárny. Výroba mnohých decentralizovaných obnovitelných zdrojů je obtížně předvídatelná. Částečně to může řešit operativní zapínání a vypínání vybraných spotřebičů (viz výše). Ale další možností bude společná regulace velkého množství malých

elektráren. Tisíce větrných turbín, fotovoltaických panelů, plynových mikroturbín, kogeneračních jednotek na biomasu, bioplynových stanic či palivových článků lze spojit do jednoho systému, virtuální elektrárny. Kombinovaným řízením, nasazováním či odpojováním a vzájemným doplňováním mohou vytvořit ekvivalent velkého konvenčního zdroje se stálým výkonem, ačkoli součástí jsou i technologie, které závisí na aktuálních přírodních podmínkách.

Ostrovni soustavy. Decentralizované zdroje propojené inteligentní sítí rovněž umožní vybudovat malé, lokální soustavy s nízkým napětím a zdroji o výkonu stovek kilowattů až jednotek megawattů.⁷⁵ Běžně budou napojeny na elektroenergetickou síť. Pokud by však došlo ke krizové situaci, jež dnes vede k blackoutu, mohou automaticky přejít do místního ostrovního provozu a dočasně zajišťovat nouzové zásobování.⁶⁹

Aktivní distribuční sítě. Inteligentní síť tedy už nebude jednosměrnou dálnicí vedoucí od elektráren ke spotřebitelům. Může „působit jako vyrovnávací článek mezi rozptýlenými místy s přebytkem a deficitem výroby“⁶⁹, mezi domácnostmi a dalšími malými spotřebiteli a drobnými výrobci, jednotlivými lokálními soustavami a velkými elektrárnami. Bude pružně nasazovat a odpojovat mamutí i miniaturní zdroje, zapínat a vypínat spotřebiče, reagovat na zvýšení a snížení odběru i výpadky elektráren. Kontrola bude rozložena do sítě uzlů v soustavě. Systém bude vyžadovat novou, sofistikovanou regulační techniku pro dodavatele, spotřebitele i operátory.

Rozdílné řízení. Pokud má vzniknout koncept inteligentních sítí a velké množství malých větrných či solárních elektráren, musí se elektroenergetická soustava zásadně proměnit. Změny se nebudou týkat pouze uspořádání sítí, ale také pravidel jejich provozu. Současný model postavený na kombinaci zdrojů pro základní zatížení (jaderné a uhelné elektrárny, které běží na stabilní výkon) a špičkových (běží pouze v době, kdy je velká poptávka) není pro takovou energetiku vhodný. Místo základních a špičkových se budou zdroje dělit spíše na flexibilní a nepružné.⁷⁶

V budoucí síti budou výrobci ve spolupráci s dispečinkem pokrývat celodenní poptávku pomocí pružného nasazování jednotlivých zdrojů a řízení poptávky. V době dostatku větrné a solární elektřiny budou tyto zdroje využívány přednostně. Zdroje nezávislé na počasí budou vykrývat období s nepříznivými povětrnostními podmínkami. Technicky to lze provést. Ale vyžaduje to úplně odlišný přístup k řízení.

Souboj o stávající síť

V zemích s velkým podílem obnovitelných zdrojů na výrobě elektřiny už nyní narážejí na limity stávající soustavy. Překvapivě ale neřeší nedostatek, nýbrž přebytek elektrické energie.

Ve Španělsku za příznivých podmínek obnovitelné zdroje pokrývají 40 % celodenní poptávky po elektřině. Soustava se s tím vypořádá, takže nedošlo k žádným výpadkům nebo větším technickým potížím. Nastal ovšem problém ekonomický. Čistě energetiky totiž přibývá – ale kvůli ekonomickým zájmům neodpojili adekvátní výkon uhelných elektráren. Španělsko má tudíž nadbytek zdrojů a výrobní kapacita podstatně převyšuje poptávku.

Uhelné elektrárny v minulosti ve Španělsku sloužily jako zdroje pro základní zatížení – po většinu času běžely na plný výkon. S pronikáním obnovitelných zdrojů na trh se potřeba zdrojů pro základní zatížení snižuje. Majitelé uhelných bloků nemají odbytu pro tolik megawatthodin, kolik plánovali, a navíc nemohou své zdroje provozovat v režimu základního zatížení, což zvyšuje výrobní náklady.⁷⁶

Větrné turbíny a solární panely tedy plní přesně to, k čemu měly sloužit: snižování závislosti na uhlí. Provozovatelé uhelných elektráren, kterým ohrožují investice, se však proti čisté energii brání. Integrace velkého množství obnovitelných zdrojů do sítě je tak spíše ekonomický než technický problém.

Koncept inteligentních sítí má tudíž několik důležitých přínosů. Především sníží spotřebu energie. Umožní lépe regulovat spotřebiče, dovolí zmenšit rozdíl mezi poptávkou během špičky a mimo ni nebo posilovat spotřebu v době, kdy jsou nasazeny účinnější zdroje, a hlavně omezí velikost nezbytných záloh.

Za druhé posílí odolnost sítí. Operativní řízení nabídky a poptávky, obousměrná komunikace, ostrovní soustavy schopné nezávislého nouzového provozu, nasazení statisíců malých decentralizovaných zdrojů a další prvky vylepší ochranu proti blackoutům. Současný centralizovaný systém, kde malý počet elektráren jednosměrně dodává energii spotřebitelům vzdáleným často stovky kilometrů, je velmi náchylný na technické havárie i záměrné útoky. Inteligentní síť sníží počet spotřebitelů, které poškodí vedení zasažené vichřicí, výpadek elektrárny, nehoda drobné součástky v soustavě, nečekaný nárůst odběru nebo teroristický útok. Poradní výbor amerického ministerstva energetiky odhadl, že škody, jež výpadky způsobují podnikům, tak mohou klesnout asi o 90 %.⁷⁷

Výhledově možná nejdůležitějším přínosem inteligentních sítí je, že umožní masivní nasazení obnovitelných zdrojů. Současná soustava je designována na malý počet velkých elektráren. Systém se už nyní s omezeným množstvím větrných nebo fotovoltaických zdrojů dokáže vypořádat (podrobněji viz str. 50-51). Navíc předpovídání počasí už umožňuje výkony velmi dobře předvídat. Ale větší rozvoj zelené energetiky bude vyžadovat podstatnou reformu. Pružnost, kterou zajistí inteligentní síť, dovolí spotřebu přizpůsobovat výrobě, a tudíž i proměnám přírodních faktorů.

Decentralizované zdroje

Decentralizace zdrojů má i důležité ekologické a společenské přínosy, přímé i nepřímé, které se sítěmi bezprostředně nesouvisejí.

Decentralizované zdroje jsou často obnovitelné. Může jít o kogenerační jednotky na biomasu, ohřívání vody solárními kolektory, větrné elektrárny i jiné technologie (viz kapitola 9). Proto důraz na místní energetiku implicitně sníží emise oxidu uhličitého.

Centralizovaná energetika je závislá na dovozu zemního plynu, uranu či jaderného paliva a částečně ropy. Místní zdroje tak snižují riziko, že se spotřebitelé stanou rukojmími vzdálených politických konfliktů nebo ekonomických výkyvů, se kterými nemají nic společného. Realisticky nijak nemohou ovlivnit dramatické skoky cen na globálním trhu a nezbyvá jim než zaplatit. Nejenže decentralizované zdroje paliv jsou méně citlivé na výkyvy trhu s ropou nebo na politické změny v Rusku či Perském zálivu. Drobní odběratelé mohou také na lokálním trhu přinejmenším vybírat mezi dodavateli a případně ovlivnit ceny. Navíc solární, větrná a geotermální energie na žádné ceně paliv nezávisí.

Nicméně, patrně nejdůležitějším přínosem decentralizace je, že posiluje místní ekonomiku. Energie tvoří důležitou položku ve výdajích podniků i domácností. Nyní peníze za paliva odtékají z obcí a měst pryč, na konta velkých energetických společností, v lepším případě do Prahy, v horším do zahraničí. Pokud za ni platí lokálním firmám, finance zůstávají v místní ekonomice, kde se dál točí, a vznikají pracovní místa. Platí to především pro teplo, kde se domácnosti i obce prakticky ocitají před volbou ze čtyř možností. Mohou odebírat palivo od místních zemědělců a případně jej doplňovat solárními kolektory, které ohřívají zadarmo, případně si pořídit investičně nákladnější tepelné čerpadlo. Nebo prostřednictvím uhlénného skladu nakoupí od Czech Coal či Sokolovské uhelné. Nebo si vyberou plyn od RWE a Gazpromu. Stejně tak ale decentralizované zdroje elektřiny, zejména komunitní elektrárny, zajistí, že místní ekonomika ze sítě nakupuje, ale také do ní prodává. Domácnostem decentralizace dovolí, aby za elektřinu nejen platily, ale také na ní vydělávaly.

Dálková vedení

Elektroenergetickou soustavu nelze postavit pouze na malých, decentralizovaných zdrojích. Komplementárně s nimi musí být nasazeny také větší systémové elektrárny. Aby však bylo možné i zde použít nové technologie a čisté zdroje, bude nutné investovat do posílení a rozšíření přenosové soustavy.

Není pochyb, že ještě řadu let budou coby systémové elektrárny sloužit především konvenční zdroje. Nicméně musíme hledat možnosti, jak výhledově snížit závislost soustavy na fosilních palivech a uranu. V kapitole 11 diskutujeme scénář české energetiky, který modeloval Wuppertalský institut. Předpokládá, že kolem roku 2050 bude asi pětinu české spotřeby elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů zajišťovat import z míst s příhodnějšími přírodními podmínkami. Přesto je podíl dovozu na celkové spotřebě energie ve variantě *Důsledně a chytře* menší, než s jakým počítá referenční scénář.

Pro Evropu připadají v úvahu hlavně dvě řešení: větrné parky v Atlantském oceánu a solární koncentrační elektrárny ve Středomoří a na Sahaře. Devět států už podepsalo dohodu, podle které vytvoří koordinovanou síť desítek tisíců větrných turbín v Severním moři. Může realisticky vyrábět více než 240 terawatthodin ročně, tj. asi čtyřnásobek kompletní české spotřeby, a dodávat i do evropských distribučních soustav v rámci UCTE (Sdružení provozovatelů přenosových soustav).⁷⁸ Technické propočty potvrdily, že rozložením elektráren vzdálených od sebe stovky kilometrů lze v tamních meteorologických podmínkách zajistit rovnoměrnou dodávku elektřiny. Středomořský projekt na využití solární energie *Desertec* diskutujeme na str. 55.

Obě možnosti vyžadují nová vedení pro přepravu velkého množství elektřiny. Severomořský projekt



Foto: iStock, P. Langrock/Zenit/Greenpeace

by vyžadoval vybudovat na mořském dně asi 6200 kilometrů dálkových vedení s nákladem 15–20 miliard eur.⁷⁸ Částka je poměrně rozumná, vzememe-li v úvahu, že umožní dodávky odpovídající zhruba dvacetinásobku Temelína. Nedávno otevřené šestisetkilometrové vedení mezi Norskem a Nizozemskem stálo 600 milionů eur a vydělává 800 000 eur denně.⁷⁸

Solární koncentrační elektrárny by podle propočtů, které si nechala udělat německá vláda, realisticky mohly dodávat asi 60 terawatthodin ročně v letech 2020–25 a zhruba 700 TWh v polovině století.⁷⁹ Nicméně pokud by využívaly současných vedení střídavého proudu, byť posílených a rozšířených, mohou pokrýt jen 3,5 % evropské poptávky a ztráty budou činit 45 %. Proto projekt *Desertec* vyžaduje investice do úplně nových vedení – vysokonapěťových stejnosměrných systémů (HVDC), které omezují přenosové ztráty. Už od osmdesátých let je v komerčním provozu stejnosměrné přenosové vedení 600 kV; společnost ABB testuje zvýšení napětí na 800 kV, které má dále omezit ztráty.⁸⁰ Dvacet nových vedení s kapacitou po 5000 MW může do roku 2050 dodávat elektřinu při ceně 0,05 eura za kilowatthodinu a ztráty klesnou na 10 %⁷⁹ Nezbytné investice do přenosové soustavy budou činit asi 45 miliard eur.



Foto: B. Hoff/Greenpeace



Foto: Václav Vašků

Jaderné reaktory

Plán ekologických organizací nepočítá s novými jadernými reaktory. Současné elektrárny doslouží do konce své životnosti, a posléze budou uzavřeny. Atomová energetika má některé výhody, například poměrně nízké emise skleníkových plynů. Pokud započteme i těžbu a přepracování uranu, na jednu vyrobenou kilowatthodinu připadá zhruba stejné znečištění jako v solárních či větrných elektrárnách.⁸¹

Ekologické organizace soudí, že minusy jaderných reaktorů převažují nad plusy. Máme k tomu čtyři hlavní důvody: závislost sítě na špatně regulovatelných velkých zdrojích, radioaktivní odpady, ekologické škody z těžby uranu a riziko zneužití k výrobě nukleárních zbraní.

Scénář, na kterém je tento plán ekologických organizací založen, s výstavbou nových reaktorů nepočítá – ale především kvůli nezájmu investorů. Nepředpokládá totiž vládní podporu v podobě garantovaných cen elektřiny ani záruk za bankovní úvěry.

Centralizace energetiky

Různé typy elektráren vyžadují různé koncipované elektrické sítě. Mezi decentralizovanou kombinací desítek tisíc obnovitelných zdrojů a velkými jadernými reaktory je přitom fundamentální rozdíl.

Podmínkou vysokého využití obnovitelných zdrojů v elektroenergetické soustavě je, aby šlo pružně přizpůsobovat potřeby sítě aktuální výrobě. Jak to lze udělat, podrobně diskutujeme v kapitole 7.3. Naopak jaderné elektrárny potřebují stabilní odbyt, protože vyrábějí pořád stejné množství elektřiny.

Operativně měnit jejich výkon je technicky velmi obtížné a ekonomicky nerentabilní. Vyžadují totiž enormní investice. Moody's uvádí, že atomové reaktory jsou dvakrát dražší než nové uhelné elektrárny a třikrát nákladnější než paroplynový cyklus.⁸² Cena větrných turbín je ještě

nižší.⁸³ Kvůli vysokým nákladům na výstavbu je v zájmu vlastníků, aby elektrárny provozovali pokud možno neustále na plný výkon.

Zásobování elektřinou může mít do budoucna dvě podoby: buď pružnou síť s vysokým zastoupením obnovitelných zdrojů a možnostmi řízení poptávky, nebo soustavu s jadernými elektrárnami provozovanými v základním zatížení s uhelnými či plynovými a velkými vodními zdroji k vykrývání výkyvů v poptávce. Předložený scénář modeluje první variantu.

Potom se nabízí samozřejmá otázka: a proč tedy nevybrat druhou možnost? Atomové reaktory mají poměrně nízké emise skleníkových plynů, takže bychom mohli energetiku postavit na nich a většinu obnovitelných zdrojů prostě vyloučit. Důvodů je několik. Výhledově se to nevyplatí. Cena větrných nebo solárních elektráren rychle klesá a nejspíše během dvou desetiletí také v českých podmínkách prolomí hranici konkurenceschopnosti, takže nebudou potřebovat finanční pomoc státu. Náklady na jaderné bloky se už desítky let nedaří snížit a bez masivních státních intervencí o ně investoři nemají zájem. Za druhé by to vyžadovalo nasazení nemalé kapacity uhelných (znečištění a doly) nebo plynových (dovoz paliva) elektráren k vykrývání výkyvů. A za třetí, nukleární reaktory za sebou zanechávají nevyřešené ekologické škody.

Těžba uranu

Dobývání uranu vyvolalo – a vyvolává – velké ekologické škody v řadě zemí od střední Asie po USA. Nevyhnula se jim ani Česká republika. Hlubinnou těžbu doprovázejí haldy hlušiny, jaké jsou k vidění na Příbramsku. Zpracování rudy se neobejde bez mnohahektarových odkališť (Mydlovary, Dolní Rožínka). Nejzávažnějším ekologickým problémem tuzemských uranových dolů je ovšem kontaminace podzemních vod vinou chemického loužení ve Stráži pod Ralskem. Kvůli dlouhodobému vtlačování kyseliny sírové do těžebních vrtů zde v podzemí zůstaly 4 miliony tun nebezpečného roztoku.

Náklady na sanaci chemické těžby přijdou státní rozpočet každoročně na 2 miliardy korun a potrvají nejméně do roku 2030.

Pro pohon případných nových reaktorů domácí ložiska nevystačí. Pačesova komise uvádí, že těžitelné zásoby činí asi 50 tisíc tun.⁸⁴ Už současné bloky v Temelíně a Dukovanech potřebují ekvivalent 610 tun ročně. ČEZ by dříve či později musel používat importovanou surovinu. Ale dovoz uranu problém neřeší – naopak. Pouze exportuje škody. Přitom české doly jsou poměrně malé a dobývání probíhá v hloubi země. Povrchová těžba v Austrálii, Namibii nebo Spojených státech i jinde má ještě mnohem větší ekologické následky pro místní lidi.

Radioaktivní odpady

Vyhořelé palivo z jaderných reaktorů patří mezi nejnebezpečnější materiály vůbec. Jeho radioaktivita po vyjmutí z reaktoru je tak vysoká, že člověk, který by se s ním náhodou dostal do kontaktu, obdrží smrtelnou dávku ozáření během několika sekund. Proto je potřeba vysoce radioaktivní odpad perfektně izolovat po dobu asi 100 000 let. Potřebná perspektiva se vymyká lidské zkušenosti. Pro ilustraci: před pouhými 30 000 lety vůbec neexistoval Lamanšský průliv a současnou Varšavu či Berlín pokrývaly jeden až dva kilometry polárního ledovce.

Česká vláda i další státy prosazují uložení odpadu do zemských hlubin. Žádné podobné zařízení na světě ovšem zatím není v provozu. Místo pro úložiště musí splňovat řadu kritérií: rozsáhlý masiv horniny neporušené prasklinami a štěrbinami, kde je vyloučeno zemětřesení a která zabezpečí odvod tepla. Musí zaručit stabilitu po celou dobu, kdy radioaktivní odpad bude nebezpečný. Musí vyloučit průniky podzemní vody do úložiště, protože postupná koroze by poškodila kontejnery s odpadem. Proudění podzemních vod by pak mohlo vynést radioaktivní a toxické látky na povrch nebo kontaminovat zdroje pitné vody.

Někteří odborníci proto směřují k jiným variantám. Nejčastěji zmiňovanou alternativou je přepracování vyhořelého paliva, při kterém se vyrábí recyklovaný uran a takzvané MOX palivo. Různé fyzikální důvody obvykle omezují počet recyklací na tři.⁸⁵ Kvůli technické náročnosti, vysokým nákladům (přírodní surovina je levnější), kontaminaci prostředí a riziku krádeže radioaktivního materiálu se na světě přepracovává pouze asi desetina vyhořelého jaderného paliva. Další metoda, transmutace, je pouze teoretický koncept. Nevýhodou by byla opět vysoká produkce vedlejších radioaktivních odpadů. Transmutační zařízení se neobejde bez linky

na přepracování paliva. Problém odpadu tedy pouze zmenší, leč nevyřeší.

Do stejné kategorie teoretických řešení spadají také nové reaktory tzv. čtvrté generace. Nikdo neví, kdy a zda vůbec se je podaří uvést do komerčního provozu. Experti obvykle mluví o letech 2040–2060.

Dukovany a Temelín vyrobí během svého plánovaného provozu přibližně 4000 tun vyhořelého jaderného paliva. Česká republika tedy musí problém vyřešit tak jako tak. Zvyšování množství radioaktivního odpadu bude další komplikací. Ale konfrontační postup Správy úložišť radioaktivního odpadu (SÚRAO), kterou vláda pověřila výstavbou úložiště, vyvolal otevřený střet postižených obcí s úřady. Pětadvacet místních referend odmítlo projekt v každé lokalitě, o které SÚRAO uvažovala.

Šíření radioaktivních materiálů

Jak souvisí íránské zbrojení s novými bloky v Temelíně? Na první pohled by se mohlo zdát, že české jaderné elektrárny nijak nezvyšují riziko šíření zbraní hromadného ničení. Atomové bomby u nás nikdo dělat nechce, rizikové technologie obohacování uranu či přepracování vyhořelého paliva Česká republika neprovozuje a reaktory jsou pod velmi dobrou kontrolou.

Jenomže výroba paliva pro české reaktory se neobejde bez obohacování uranu. Pro Dukovany a Temelín pracují obohacovací závody v Rusku – a rázem je tu úplně jiný příběh.

Jaderný průmysl se globalizoval, podobně jako jiná odvětví. Dodavatelem technologie pro íránskou jadernou elektrárnu je ruský Atomstrojexport, stejný podnik, který se hlásí do tendru na výstavbu nových bloků v Temelíně. Zakázku na stavbu reaktorů ve Spojených arabských emirátech získala koncem roku 2009 jihokorejská firma, když dostala přednost před francouzskou společností a americko-japonským konsorciem. Riziko zneužití je ovšem také globální. Otec pákistánské jaderné pumy Abdul Kádír Chán ukradl dokumentaci potřebnou k vybudování technologie na obohacování uranu nizozemské firmě Urenco. Vedle práce pro pákistánskou armádu ovšem také nabízel vědomosti a technologie dalším zemím – Íránu, Lybii či Severní Koreji.

Bezpečnostní experti soudí, že nelze snižovat riziko šíření atomových zbraní a zároveň zvyšovat zisk z vývozu civilních jaderných technologií.⁸⁶ Mezinárodní regulace civilních programů, která by vylučovala jejich zneužití, dosud neexistuje.



Foto: Rockwool



8. Energetická efektivita

Foto: iStock

Hlavním bodem plánu, se kterým ekologické organizace v této publikaci přicházejí, je razantní vylepšení efektivity – energetické účinnosti hospodářství. Česká ekonomika bude vyrábět více s menším množstvím energie. Na několika dalších stranách proto diskutujeme příležitosti ve čtyřech klíčových oblastech: budovách, elektrospotřebičích, průmyslu a recyklaci odpadních surovin.

8.1. Budovy

Enormní (a navíc relativně levné i poměrně rychlé) jsou především možnosti snižování energetické náročnosti domů. Asi 28 % české poptávky po energii připadá na budovy.⁸⁷ Propočty Pačesovy komise²³ a výsledky dvou studií, které vypracovala pražská konzultační společnost Porsenna^{87 88}, jsou víceméně identické. Došli k závěru, že roční spotřebu energie v českých domech lze postupně snížit o 173 PJ, respektive 175 PJ.

Studie společnosti Porsenna ale rozebrala potenciál podrobněji: 144 PJ možností k úsporám připadá na vytápění. Z toho 124 PJ jsou obytné domy a dalších 20 PJ činí příležitosti v budovách využívaných takzvaným terciálním sektorem (školy, nemocnice, úřady, obchody a podobně). Zbývajících 31 PJ tvoří ohřívání vody a elektrospotřebiče.

Ani jedna ze studií nerozlišovala příležitosti k úsporám v budovách připojených k centrálnímu vytápění od domů vytápěných individuálně. Nicméně protože potenciál se vypočítává podle fyzikálních vlastností budov, lze jej zhruba rozdělit proporcionálně. Možnosti úspor tepla v budovách připojených k centrálnímu vytápění tak lze odhadnout na 60–70 PJ.

Spotřebu energie pro vytápění budov lze snižovat pomocí standardních technických opatření. Příležitosti jsou trojího typu:

→ stavební vylepšení stávajících budov (zateplení, výměna oken a další opatření k lepší izolaci domů);

→ lepší topení ve stávajících domech (regulace či výměna kotlů v zateplených domech za menší, efektivnější);

→ nové domy stavět v nízkoenergetickém a později pasivním standardu.

Studie konzultační společnosti McKinsey spočetla, že izolace domů má v českých podmínkách největší potenciál ze všech opatření ke snižování emisí skleníkových plynů, která mají záporné náklady.⁸⁹ Zamezení emisím jedné tuny oxidu uhličitého v českých podmínkách přinese podle typu budovy čistý zisk 50–100 €/tCO₂. Přitom McKinsey kalkuluje pouze ty přínosy z ušetřených nákladů na vytápění, které vzniknou do roku 2030, ovšem životnost stavebních úprav bude podstatně delší.

Zateplování: Rekonstrukce domů na velmi nízkou spotřebu (30 kWh/m² ročně na topení) jsou technicky zvládnuté. Je třeba důkladně izolovat obvodové stěny, střechy i podlahy (nebo základy), použít kvalitní okna s nízkým prostupem tepla, vše dokonale utěsnit, přidat mechanické větrání s účinnou rekuperací a upravit topnou soustavu. Provozní zkušenosti potvrzují, že i nepříliš ambiciózní české projekty zateplení bytových domů snižují spotřebu tepla zhruba na jednu třetinu původní úrovně.

Rekonstrukce panelových domů, které jsou velmi důležité hlavně pro teplárenství, dosahují i podstatně lepších výsledků, než požaduje nízkoenergetický standard.³¹ Brněnská městská část Nový Lískovec během několika let důkladně zateplila paneláky s 384 byty. Celková spotřeba tepla klesla asi o 60 %.³¹ Technicky byl připraven i sofistikovanější projekt, který by jeden z panelových domů proměnil na pasivní budovu – nepodařilo se jej uskutečnit pouze proto, že chyběly peníze na investice.

Na energetickou efektivnost budov coby velkou, rychlou a levnou příležitost se soustřeďují masivní programy některých evropských států. Britská vláda plánuje, že do roku 2020 kompletně zateplí sedm milionů domů.⁹⁰ Tam, kde se to bude hodit, na ně

instaluje také solární kolektory nebo jiné obnovitelné zdroje energie. Po dalších deseti letech má důkladnou rekonstrukci projít skoro každá budova v zemi. Přitom už v roce 2015 bude izolován každý strop a každá dutina v dvouplášťové stěně, pokud je to praktické a majitel souhlasí.

Nové budovy. Neméně důležité než zateplování a další opatření ve stávajících domech jsou lepší standardy při výstavbě nových budov. Roční spotřeba k vytápění novostaveb budovaných podle platné české legislativy by měla být do 100 kilowatthodin na jeden čtvereční metr.

Ale takzvané nízkoenergetické domy mají spotřebu 50 kWh/m² a pasivní budovy dokonce maximálně 15 kWh/m² ročně. Účty za energii v pasivním domě jsou tedy oproti běžné stavbě o 80–90 % nižší. Pro ilustraci: rok vytápění a ohřívání vody pro byt v pasivním domě vyžaduje jeden až dva krychlové metry dřeva.³¹

Přitom nejde o žádnou fantastickou architekturu s vizáží science fiction. V Rakousku stálo tisíc pasivních domů už v roce 2006 a do konce desetiletí mají naši jižní sousedé budovat v pasivním standardu více než čtvrtinu všech novostaveb. Neméně důležité jsou rekonstrukce starších budov na pasivní. Rakušané jsou evropskými lídry v této technologii, stejně jako Němci, Španělé a Dánové vedou v obnovitelných zdrojích energie.

V České republice už stojí desítky pasivních domů. Některé jsou v obcích nedaleko Třebíče, Brna či Slavkova, v Bruntále, Novém Jičíně, Klášterci nad Orlicí i jinde.⁹¹ Vesměs jde o rodinné domky. Nemuselo by však jít pouze o ně. Na nízkoenergetický nebo pasivní standard lze rekonstruovat školy či školky, kancelářské budovy a podobně.

Náklady na stavbu nízkoenergetického domu – který oproti současným obvyklým budovám srazí účty za vytápění asi o 30–40 % – jsou víceméně stejné jako u běžných staveb.⁹² Vícenáklady na pasivní domy činí 5–10 %.⁹³

Komfortní život umožňuje použití naprosto jednoduchých principů, které nejen šetří energii: kvalitní izolace, těsnost a větrání s rekuperací. Vysoká tepelná pohoda v domě během léta i zimy a stálý přívod čerstvého vzduchu bez průvanu také o hodně vylepšují kvalitu života. Technologie sice využívají sofistikované materiály a zařízení, ale nekladou vysoké požadavky na obsluhu. Tepelné ztráty jsou tak nízké, že běžné vytápění není vůbec potřeba. Slunce plus teplo vyzařované lidmi a elektrospotřebiči v domě pohodlně vytopí celou budovu po většinu roku.⁹⁴

Život v pasivním domě

Pasivní dům není žádný zázrak. Zvenčí může vypadat jakkoliv. Spočívá v lépe izolujícím zasklení a větrání, které nepustí teplo ven a horko dovnitř. Pasivní domy nepotřebují klimatizaci. Používají jen čerstvý venkovní vzduch, který zbaví nečistot včetně alergenních pylů. Za horkých dnů umí i chladit využitím faktu, že půda je už v hloubce jednoho metru studená. Větrací systém nepustí dovnitř ani hluk. Pokud však venku není prašno ani hlučno a teplota vzduchu je příjemná, samozřejmě se otvírají okna a elektricky poháněné větrání se vypíná. Pokud se dům za letní noci vychladí průvanem a ráno se okna zavřou, příjemný chládek vydrží do večera.

Je potřeba jen zajistit, aby se domy nepřehřály sluncem. V novostavbách se toho docílí tak, že velké trojitě prosklení míří rovnou k jihu. Vysoké polední slunce se přes sklo dovnitř téměř nedostane. Problém dělají jen okna obrácená hodně k východu nebo západu; pokud se jim nelze vyhnout, musí být opatřena automatickým vnějším cloněním.

Komfort, který ještě před dvaceti lety nebyl myslitelný, se tak dnes v desítkách tisíc evropských bytů a kanceláří stal samozřejmostí. Dokonale utěsněné budovy poskytují čistý, čerstvý vzduch i v době, kdy nelze mít okna dokořán. V mrazech zde může být vzduch dostatečně vlhký (nad 40 %), aby nepůsobil dýchací potíže a aniž by hrozilo, že v koutech či za skříněmi začnou zdi vlhnout a plesnivět – jsou totiž díky slušné izolaci prakticky stejně teplé jako zdi vnitřní. Celý interiér je zcela útulný, i když zrovna netopíme a venku mrzne.

Snížování ztrát v rozvodech. Energetickou náročnost vytápění lze snížit i mimo samotné budovy, při rozvodu tepla. Řada toplostrojních soustav vznikla v sedmdesátých letech, některé i dříve. Potrubí často nejsou dostatečně izolována. Úroveň ztrát v rozvodech proto přesahuje 20 %. Úpravou izolací stávajících potrubí lze snížit minimálně o čtvrtinu. Náročnější technická opatření (kompletní přestavba parní sítě na horkovodní s kvalitní izolací) ovšem mohou omezit velikost ztrát až o čtyři pětiny.

Opatření k omezení ztrát v rozvodech jsou investičně poměrně náročná. Na úrovni krajského města by šlo o stovky milionů korun, přičemž lepší opatření budou také dražší. Odhadujeme, že by bylo možné tímto způsobem ušetřit přinejmenším několik petajoulů primárních zdrojů ročně.

Lepší regulace v toplovodství. Plýtvání palivem lze také snížit, pokud toplostrojní společnosti investují do lepší regulace celého systému. Pražská

konzultační společnost RAEN odhadla, že v teplovodních soustavách lze dosáhnout úspory 5–15 % pouze instalací vhodných regulátorů a oběhových čerpadel.⁹⁵ V horkovodních soustavách lze pomocí regulačních prvků řídit teplotu i množství topné vody v systému, a uspořit tak 8 % spotřeby primárního paliva.⁹⁵ Možnosti regulace jsou u horkovodních a teplovodních soustav podstatně lepší než u parních. To může být dalším silným důvodem k přechodu od parních soustav k horkovodním.

Koncepční městské programy. Aby zateplování opravdu využilo příležitosti a snížilo spotřebu uhlí nebo plynu, mělo by být součástí koncepčního městského programu, který zahrne více projektů. Rekonstrukce velkých bytových domů, případně celých sídlišť, je organizačně náročnější než úpravy rodinných domů. Navíc teplárenské firmy vnímají zateplování jako ohrožení svého podnikání – jejich zisk závisí na odběru tepla. Optimalizace teplárenské soustavy (která musí kombinovat zateplení domů, lepší izolaci rozvodů i nový zdroj) však není možná bez aktivní spolupráce vlastníků domů s dodavateli tepla.

Ohřívání vody

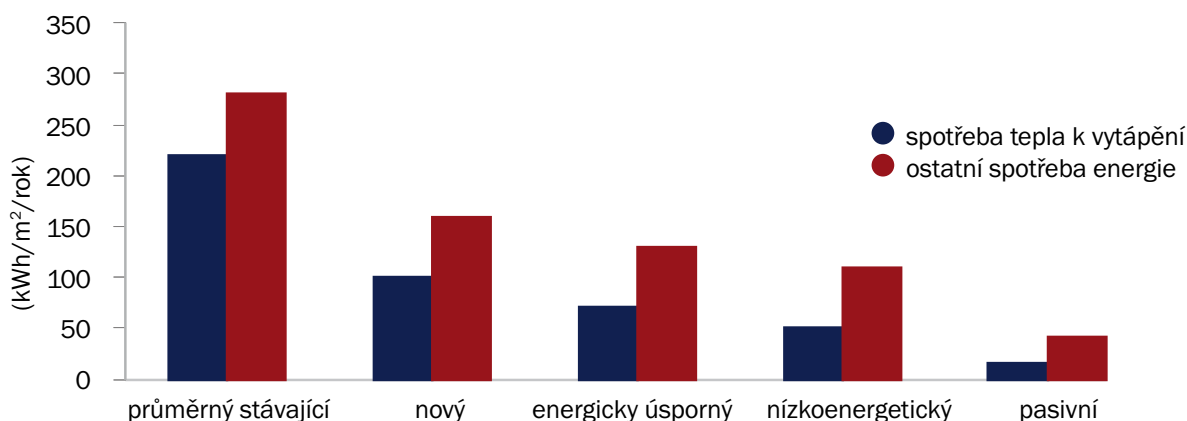
Asi desetina konečné spotřeby energie v českých domácnostech (25 petajoulů) připadá na ohřívání vody ke koupání, mytí nádobí či úklidu.⁸⁷ Je to více než všechny elektrospotřebiče dohromady. Služby pohlcují dalších asi 5 petajoulů, zejména v nemocnicích, hotelech nebo sportovních zařízeních.⁸⁸

Spotřebu energie pro přípravu teplé vody lze omezit pomocí následujících opatření:

- lepší izolace rozvodů teplé vody;
- omezení cirkulace teplé vody v době, kdy budova není v provozu;
- instalace elektrických ohřivačů vody s vyšší energetickou účinností. Náhradou starého ohřivače za energeticky efektivní lze snížit spotřebu až o 35 %. Průměrná domácnost ušetří více než 1000 kWh za rok.

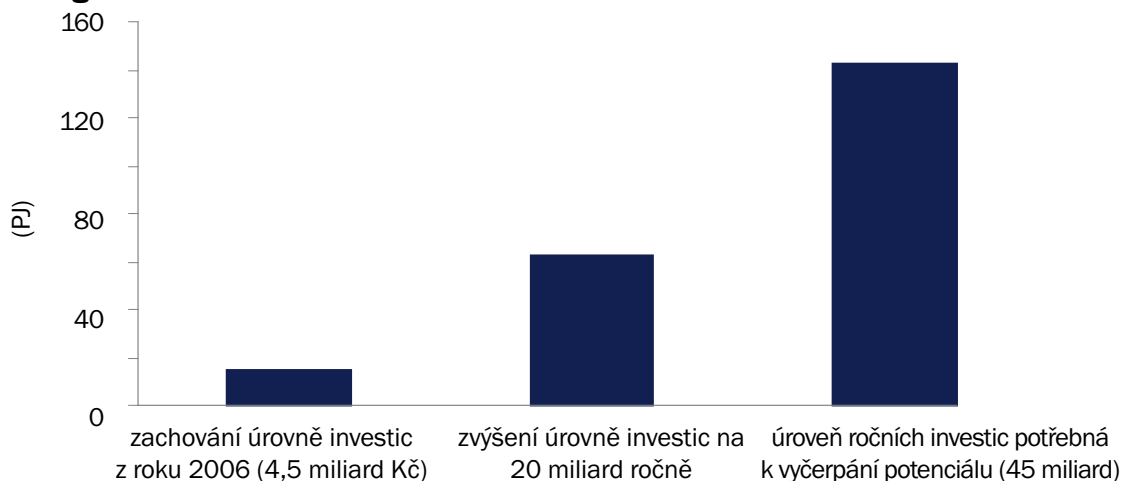
Porsenna spočetla, že tyto tři typy opatření mohou snížit spotřebu energie v domácnostech o více než 4 PJ a ve službách o 0,3 PJ. Navíc podstatnou část energie potřebné k ohřívání vody lze opatřit solárními kolektory (viz kapitola 9).

Graf 6: Spotřeba energie v různých typech domů: typické české budovy



Zdroj: Porsenna 2007⁸⁷

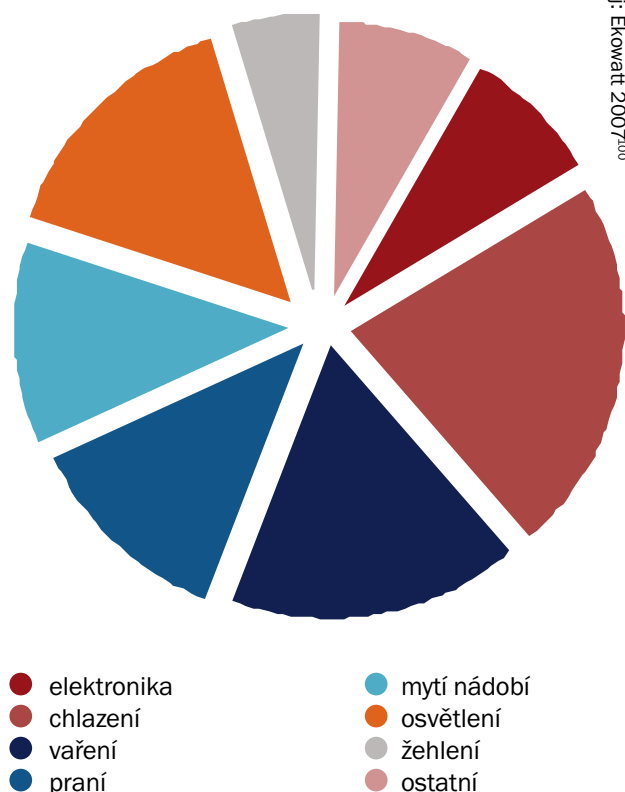
Graf 7: Jakého snížení spotřeby lze dosáhnout při různých objemech ročních investic do zvýšení energetické efektivity v budovách



Zdroj: Porsenna 2007⁸⁷

Graf 8: K čemu používá elektřinu běžná česká domácnost

Zdroj: Ekowatt 2007¹⁰⁰



8.2. Elektrospotřebiče a vaření

Asi 8 % spotřeby energie v českých domácnostech připadá na provoz rozmanitých elektrospotřebičů: svítidel, ledniček, praček, televizorů, počítačů, čerpadel atd. Pohlcují tak zhruba 5 TWh elektřiny – více než kompletní výrobu uhelných elektráren Ledvice a Tušimice dohromady. Dalších skoro 6 TWh spotřebujeme na vaření, na kterém se ovšem významně podílí i plynové sporáky.

Spotřebu ovlivňují dva protichůdné trendy. Na jedné straně výrobci rychle vylepšují efektivnost svého zboží. EU před osmnácti lety zavedla štítkování elektrospotřebičů podle účinnosti. Nejlepší produkty spadaly do kategorie A, nejhorší dostaly označení G. Ale konstrukce se natolik vylepšuje, že dnes už na evropských trzích nejsou prakticky žádné ledničky původních tříd B až G. Počínaje červencem 2010 dokonce bude ilegální prodávat chladničky horší než kategorie A. Nejlepší současné televizory jsou o 46 % lepší než hranice třídy B, jak ji navrhuje Evropská komise.⁹⁶ Unie postupně vytvořila nové kategorie A+, A++ a A+++, aby ve štítkování vůbec bylo možné pokračovat.

Na druhé straně roste vybavenost domácností. Ledničku má skoro každý, ale lidé je mění za nové, sice relativně úspornější, ovšem často také větší. A hlavně se rychle rozšiřují dříve nevídané typy spotřebičů. Přibývá počítačů, set-top boxů nebo plazmových televizorů.

Legislativa a další programy proto mohou být velkou příležitostí, pokud za prvé účinně přimějí výrobce, aby vylepšovali své zboží rychlejším tempem, za druhé pomohou domácnostem s obměnou starých výrobků za moderní. Wuppertalský institut ve svých scénářích počítá, že v roce 2050 bude celková spotřeba domácích elektrospotřebičů v České republice navzdory jejich vyššímu počtu mírně nižší než dnes. Mezinárodní energetická agentura odhaduje, že pokud by stávající elektrospotřebiče (nejen v domácnostech) nahradily nejlepší z už nyní dostupných technologií, kolem roku 2030 bude světová poptávka po elektřině zhruba stejná jako dnes, růstu životní úrovně navzdory.⁹⁷ Pro bohaté průmyslové země – včetně České republiky – to přirozeně znamená podstatné snížení účtů za elektřinu.

Stand-by. Televizory, hi-fi věže, počítače a další přístroje pohlcují elektřinu, i když nejsou používány. Takzvaný pohotovostní (stand-by) režim totiž udržuje spotřebič v chodu také v době, kdy nepracuje. Výkon set-top boxu v pohotovostním režimu činí 8 W, u plazmových televizorů 3–4 W a spotřeba uspaného laptopu se pohybuje kolem 20 W.⁹⁸ Sice se jedná o jednotky wattů, ale spotřeba je prakticky neustálá. Mnoho spotřebičů tak ve skutečnosti vyčerpá více energie po dobu, kdy jsou v klidu, než během několika hodin denně, během kterých pracují.

Na stand-by režim připadá 8 % spotřeby domácností ve střední a východní Evropě.⁹⁹ Běžná česká domácnost, kde veškerá elektronika dohromady má stand-by výkon 20 wattů, tak přijde o zhruba 175 kWh elektřiny ročně.¹⁰⁰ To jsou řádově stovky korun navíc. Ale výrobci elektroniky rychle vylepšují technologie. Spotřeba televizorů, které byly na evropském trhu k dostání v roce 1996, v pohotovostním režimu činila asi 6 W.¹⁰² Nyní je to méně než 0,5 W.¹⁰³

Žárovky. ČEZ odhaduje, že svícení pohltí 4 % české spotřeby elektřiny.¹⁰⁴ Přitom ve většině světel jsou dodnes obstarožní žárovky, kterými se svítí už více než 100 let. Až pětadevadesát z každé stovky spotřebovaných kilowatthodin žárovky vyplývají na teplo bezúčelně vyzařované do okolí. Navíc mají poměrně krátkou životnost: jen asi 1000 hodin. Pokud je rodiny nahradí kompaktními zářivkami, které lze koupit v nejrůznějších tvarech a provedeních, ušetří 80 % energie.¹⁰⁵ Vydrží asi šestkrát až patnáctkrát déle.¹⁰⁴ Středisko pro efektivní využívání energií (SEVEN) spočetlo, že kdyby každá česká domácnost vyměnila jednu jedinou stowattovou žárovku za adekvátní úspornou zářivku, emise oxidu uhličitého klesnou stejně, jako kdyby na silnicích ubylo 365 tisíc osobních aut.¹⁰⁴

Evropské standardy razantně snižují energetickou náročnost svícení. Počínaje zářím 2009 z trhu zmizely stowattové žárovky, které patří do kategorie D nebo horších, tedy všechny klasické vláknové žárovky. Postupně budou přicházet na řadu také žárovky s menším výkonem, takže do podzimu 2012 nebudou v obchodech žádné. Ale kompaktními zářivkami technologická revo-

luce ve svícení nekončí. Na trhu už jsou LED svítidla se spotřebou pouhých několika wattů a životností 50 až 100 tisíc hodin.

Další energii lze ušetřit i jinak než náhradou špatných žárovek. Pomůže také promyšlené využívání denního světla (včetně architektonických úprav při opravách domů), lepší lustry nebo automatické vypínání světel v době, kdy nikdo není v místnosti.

Bílé zboží. S lepší technickou kvalitou spotřebičů, jež postupně nahrazují starší výrobky, rapidně klesá spotřeba elektřiny v nových ledničkách nebo pračkách i v dalším zboží. Chladničku s mrazničkou o objemu do 315 litrů lze nyní koupit s roční spotřebou do 200 kWh (tedy poloviční oproti sortimentu běžnému v osmdesátých a devadesátých letech, který řada domácností ještě používá).¹⁰⁶ Dnešní ledničky a mrazáky kategorie A++ mají spotřebu asi třetinovou oproti průměrnému zboží, jaké bylo na trhu v roce 1990.¹⁰² Při dobré motivaci výrobců může být trend ještě lepší. Průměrná energetická náročnost ledniček na japonském trhu během pouhých čtyř let – mezi roky 2001 a 2005 – klesla o 55 %.⁹⁷ Náhrada staré pračky efektivním spotřebičem ušetří 57 % energie.⁸⁸ Spotřeba plazmových televizorů je asi poloviční oproti zboží prodávanému ještě v roce 2004, u LCD televizí ani ne dvoutřetinová.¹⁰²

Avšak ne vždy výměna spotřebiče za nový znamená úsporu. Platí to hlavně u obdobného, ale technologicky odlišného zboží. Populární plazmové televizory mají ve srovnání s konvenčními trojnásobnou spotřebu (a dvojnásobnou ve srovnání s LCD).⁹⁸

Porsenna odhaduje, že kdyby české domácnosti nahradily staré spotřebiče současnou technickou špičkou, ušetří více než 1 TWh elektřiny. Ale protože se efektivnost zboží dodávaného na trh v příštích letech a desetiletích bude ještě podstatně vylepšovat, výhledově mohou své účty za elektřinu snížit mnohem více.

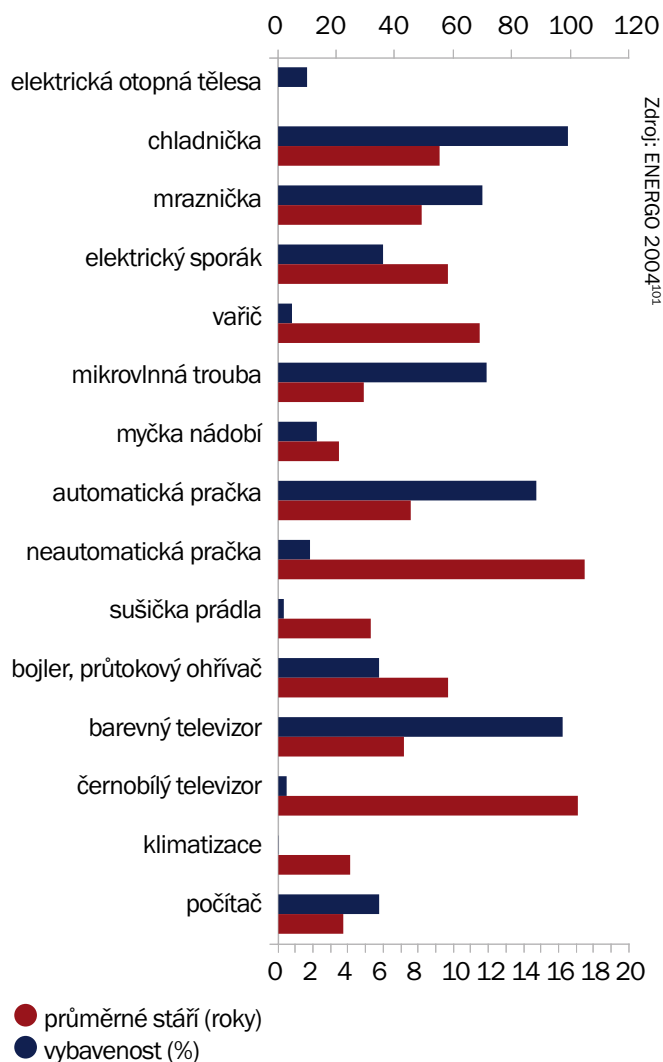
Elektrospotřebiče ve službách a kancelářích

Asi 29 PJ energie pohltnou elektrospotřebiče v sektoru služeb. Necelá pětina z toho připadá na osvětlení a 72 % spotřebuje kancelářská technika, elektrické nářadí nebo náčiní, lékařské přístroje a podobně.⁸⁸

Porsenna spočetla, že celkový potenciál úspor elektřiny v technologiích činí necelé 3 TWh a energie pro osvětlení další 0,5 TWh. Kvůli rozmanitosti používaných spotřebičů však nejsou přesná statistická data o jejich typech či stáří. Experti možnosti odhadovali podle zkušeností z energetických auditů 186 budov terciárního sektoru v České republice.

Samostatné propočty Porsenna dělala pro klimatizaci, která je běžná zejména v obchodních centrech, hotelech a velkých kancelářských budovách. Předpokládá, že zateplování domů a efektivnější chladicí systémy mohou snížit spotřebu o 0,3 TWh.

Graf 9: Vybavenost českých domácností elektrospotřebiči a jejich průměrné stáří



Nové standardy pro elektrospotřebiče

Evropské ekonomiky prakticky tvoří jeden trh s elektrospotřebiči. Je mnoho příležitostí, jak v domácnostech i kancelářích ušetřit za elektřinu. Proto se státy EU dohodly, že budou postupně vytvářet závazné standardy pro jednotlivé druhy spotřebičů.

Směrnice o energetické účinnosti spotřebičů z roku 1995 pokrývá řadu výrobků od ohřivačů vody přes ledničky, pračky a spotřební elektroniku až po kancelářské stroje a počítače. Elektrospotřebiče jsou v ní rozděleny do 35 kategorií. Každá kategorie má projít procedurou, která stanoví minimální energetické standardy pro výrobky nabízené na trhu. Při vytváření a schvalování standardů spolupracují vlády členských států unie – včetně České republiky – a zástupci výrobců a spotřebitelských organizací. Finální dohodu potvrzuje Evropský parlament.¹⁰⁷ Prozatím tak vznikla pravidla pro žárovky a zářivky; další skupiny výrobků přibudou už během roku 2010.

Vaření v domácnostech

Na vaření spotřebují české domácnosti necelých 6 TWh energie, to znamená bezmála 9 % jejich konečné spotřeby. Spotřebu může částečně snížit používání efektivnějších sporáků i kvalitnějšího nádobí. Porsenna odhadla celkový potenciál na více než 1 TWh.⁸⁷ Jen část z toho ale tvoří elektřina.

8.3. Průmysl

Na průmyslové podniky připadá 41 % konečné spotřeby energie – asi 460 PJ.²⁴ Je to výrazně více než průměr zemí EU (28 %).²³ Více než devět desetin jeho tržeb vytvářejí zpracovatelská odvětví: asi 8400 firem, jež zaměstnávají 1,35 milionu lidí. Přes 60 %

spotřeby energie ve zpracovatelském průmyslu připadá na hutnictví železa, chemický průmysl a výrobu minerálních produktů.

Vysoká spotřeba českého zpracovatelského průmyslu vyplývá hlavně z jeho struktury – podíl energeticky náročných odvětví je neobvykle vysoký. Ale energetická náročnost i po přepočtu podle parity kupní síly a korekci na stejnou strukturu sektoru vychází půldruhanásobně vyšší než průměr 27 států EU.²⁴ Hodně k tomu přispívají také obstarožní, málo efektivní technologie. Mezi hlavní příčiny patří nízká účinnost užití energie ve spotřebičích (zastaralé technologie, nízká míra využití aj.), nedostatečné vybavení měřicími a regulačními systémy či slabé využití systémů energetického managementu a také nízká motivace k vylepšování účinnosti.²⁴

Tabulka 3: Technický potenciál úspor energie v průmyslu podle typu opatření (oproti konečné spotřebě roku 2005)

Typ opatření	Potenciál úspor (PJ)	Podíl na spotřebě v průmyslu (%)
Energetický management a organizační opatření	31,12	7,6
Výroba a distribuce tepla, vytápění, klimatizace	30,87	7,6
Průmyslové budovy	8,73	2,1
Elektrické pohony a osvětlení, stlačený vzduch, chlazení	2,89	0,7
Technologie, odpadní teplo	20,67	5,1
Celkem	94,28	23,2

Zdroj: Jakubes et al. 2007²⁴

Tabulka 4: Technický potenciál vylepšování energetické efektivity v průmyslu podle odvětví (oproti konečné spotřebě roku 2005)

Odvětví	Potenciál úspor (PJ)	Podíl potenciálu na současné spotřebě odvětví (%)	Podíl na spotřebě průmyslu (%)
Ostatní nezařazená odvětví	9,13	28,4	2,2
Těžba nerostů (mimo paliv)	0,65	28,2	0,2
Hutnictví neželezných kovů	1,16	28,5	0,3
Textilní, kožedělný a oděvní průmysl	3,24	29	0,8
Papírenství a tiskařství	8,15	29,6	2
Potravinářství, nápoje, tabák	10,31	32,5	2,5
Strojírenství a ostatní zpracování kovů	13,36	28,8	3,3
Výroba minerálních produktů	15,51	29,9	3,8
Chemický průmysl	14,53	18,7	3,6
Výroba železa a oceli	18,24	14,9	4,5
Celkem	85,15		23,2

Zdroj: Jakubes et al. 2007²⁴

Možnosti vylepšování energetické efektivity

Konzultační středisko SEVEN ve svém podkladu pro Pačesovu komisi odhadlo, že v optimistické variantě lze konečnou spotřebu energie v českém průmyslu mezi lety 2005 a 2050 snížit o 141 PJ, tedy 31 %.²³ K podobnému číslu došla studie, kterou na zakázku Hnutí DUHA a Greenpeace sestavila renomovaná pražská společnost Ekowatt.²⁴ Mapovala možnosti v různých průmyslových odvětvích. Spočetla, že český průmysl může už se současnými technologiemi rozumně vylepšit energetickou efektivností o 23 %.

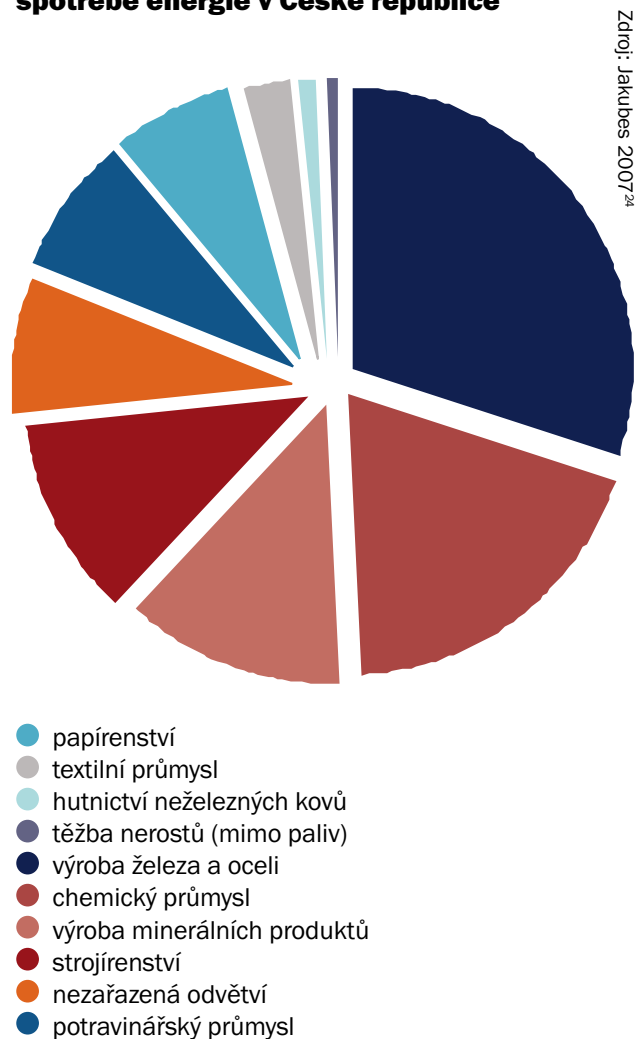
Opatření ke snížení energetické náročnosti se liší podle technologií v různých podnicích. Studie proto sledovala konkrétní investiční opatření i projekty s nulovými náklady (například lepší organizace), která jsou pro každé odvětví i konkrétní průmyslový podnik specifická. Pracovala přitom se sedmi kategoriemi:

- Organizace a energetický management (organizační opatření, řídicí systémy a monitoring spotřeby, regulace zátěže, energetické řízení apod.).
- Lepší efektivnost výroby a distribuce tepla (účinné kondenzační kotle, kotle s vysokou účinností, rekonstrukce rozvodných sítí, oprava netěsností atd.).
- Snížení tepelných ztrát v průmyslových budovách.
- Lepší energetická efektivnost chlazení, klimatizace a tlakovzdušných systémů.
- Efektivní osvětlení a motorové pohony s vysokou účinností (energeticky účinné elektromotory, regulace elektrických pohonů apod.).
- Využití odpadního tepla z technologií.
- Opatření v technologických procesech – obnova výrobní technologie, jiná konfigurace zařízení, decentralizace, optimalizace technologických procesů, recyklace materiálů apod.

Potenciály vylepšování energetické efektivity v různých průmyslových odvětvích se přirozeně hodně liší (Tabulka 4). Nejvíce energie lze ušetřit v nejnáročnějším odvětví: výrobě železa a oceli. Nicméně největší relativní potenciál úspor v porovnání se současnou spotřebou má potravinářský průmysl. Největší část připadá na levné typy opatření: vylepšování energetického managementu a optimalizaci systémů výroby a distribuce tepla (Tabulka 3).

Ekowatt kvůli nedostatku detailních statistik nemohl zkoumat přínos konkrétních technologických řešení. Například potenciál úspor díky optimalizaci průmyslových elektrických pohonů v celém sektoru je velmi obtížné odhadnout. Přitom v jednotlivých továrnách může ušetřit podstatnou část spotřebované elektřiny.

Graf 10: Podíl různých odvětví na průmyslové spotřebě energie v České republice



Průmyslové zdroje tepla a elektřiny

Průmyslové podniky část své spotřeby pokrývají elektřinou a teplem, které vyrábějí ve vlastních elektrárnách, teplárnách a výtopnách. V roce 2005 závodní zdroje vyrobily 10 TWh elektřiny, respektive 100 PJ tepla.¹

Efektivnost průmyslových energetických zdrojů lze vylepšovat hlavně:

- Snížením ztrát a zvýšením účinnosti při modernizaci stávajících zdrojů tepla či elektřiny nebo kogeneračních zařízení výroby při jejich modernizaci.
- Zvýšením účinnosti a zároveň změnou paliva (zejména přechodem z uhlí na zemní plyn, případně biomasu).
- Zavedením kogenerace v průmyslových výtopnách a elektrárnách pracujících v kondenzačním režimu.¹

Zejména rozvoj kogenerace závisí na ekonomických podmínkách. Asi 30 % tepla vyrobeného v průmyslových zdrojích dosud připadá na výtopny, které lze technicky nahradit kogeneračním zařízením, ale podnikům k tomu chybí silná motivace.

Lepší elektromotory

Vezměme pohon čerpadla pomocí elektromotoru. Standardní elektromotory mívají účinnost 88–90 %. Ale podniky je mohou nahradit efektivními stroji s účinností 95 %. Navíc lze do sestavy zařadit elektronickou regulaci otáček motoru, která umožní vyřadit škrticí ventil a řídit průtok bez maření energie proudící kapaliny. K dalším vylepšením patří zařazení účinnějšího čerpadla a použití výtlačného potrubí s nízkým třením. Ve výsledku potřebuje celé soustrojí při zachování stejného výkonu pouze 43 % dodané energie oproti původnímu stavu.¹⁰⁸ Průzkum provedený v několika evropských zemích během programu SAVE zjistil, že u elektrických pohonů lze pomocí rentabilních opatření ušetřit průměrně čtvrtinu spotřeby elektřiny.¹⁰⁹

Ke zvýšení efektivity elektrických pohonů pomůže především využívání účinných elektromotorů. Hodnota, při které lze elektromotor považovat za vysoce účinný, se liší podle výkonu. Pro stroj s výkonem 1 kW činí 85 %, ale pro 100 kW motor už 95 %.¹⁰⁹

Rozšíření vysoce účinných elektromotorů brání jejich značná pořizovací cena. Prověřeným řešením k překonání této bariéry je stanovení závazných minimálních standardů pro elektromotory nabízené na trhu. V USA nebo v Kanadě, kde minimální standardy platí, mají vysoce účinné elektromotory 70 % podíl na trhu. Ale v Evropské unii, kde obdobné standardy zavedeny nejsou, jde pouze o 10 %.¹¹⁰ Proto například Siemens vyrábí vysoce účinné elektromotory, ale celou produkci vyváží do zámoří a na evropském trhu je pro nízký zájem nenabízí.¹⁰⁹

8.4. Lepší využití odpadu

Česká republika může velké množství energie ušetřit také lepším využitím odpadních surovin. Každý den na skládkách končí desetitisíce tun recyklovatelných surovin nebo použitelných výrobků. Namísto nich pak ekonomika musí vyrobit nebo dovézt nové, což vyžaduje mnoho elektřiny, uhlí, zemního plynu a ropy.

Materiálová náročnost ekonomiky

Pokud odečteme odpady z těžby, paliva použitá k výrobě importovaných materiálů a také exportované zboží, česká ekonomika každoročně spotřebuje 192 milionů tun surovin.¹¹¹ Je to takzvaná domácí materiálová spotřeba (*domestic material consumption: DMC*).

České hospodářství se vyznačuje vysokou materiálovou náročností, podobně jako v případě energie. K vyrobení tisíce eur HDP v přepočtu podle parity kupní síly spotřebuje 1,9 tun surovin, více než kterýkoli jiný stát EU.¹¹¹ Přitom i evropské ekonomiky jako celek jsou ještě dvojnásobně surovinově náročnější než Japonsko.¹¹²

Vysoká materiálová náročnost působí přímé ekologické škody. Dobývání rud v povrchových dolech, ropné vrty nebo těžba dřeva za sebou zanechávají poškozenou krajinu, lidi vystěhované z postižených obcí a toxické odpady.¹¹³ Ale spotřeba také pohlcuje velké množství energie nezbytné ke zpracování surovin.

Česká ekonomika dováží velké množství materiálů v už zpracované formě, takže se nevyužití domácího zdroje recyklovatelných odpadů nemusí projevit v energetických tabulkách. Je však vidět v obchodní bilanci. Těžba a zpracování nerostných surovin spotřebuje 7–10 % světové výroby energie.¹¹⁴ Výroba plastů se podílí 7–8 % na globální spotřebě ropy: 4 % slouží coby surovina, další 3–4 % jako energie potřebná ke zpracování.¹¹⁵

Recyklace odpadu

Česká republika materiálově využívá (recykluje nebo kompostuje) pouze 20 % z každoročních 4 milionů tun komunálního odpadu. Na skládkách či ve spalovnách proto končí kvalitní druhotné suroviny – papír, plasty, hliník, dřevo, biologické odpady a další – v hodnotě asi 3 miliard korun.¹¹⁶

MPO uvádí, že spotřeba energie při recyklaci kilogramu hliníku je dvacetkrát nižší než při jeho výrobě z přírodní suroviny a recyklace papíru ušetří čtvrtinu energetických vstupů (Tab. 5).¹¹⁷ Těžba ropy a její zpracování na polyethylentereftalátové (PET) a polyethylenové (HDPE) lahve vyžaduje čtyřikrát až osmkrát více energie než výroba lahví z recyklovaných plastů.¹¹⁸ Materiálovým využitím tuny komunálního odpadu lze ušetřit v průměru 0,8 tuny CO₂-ekvivalentu skleníkových plynů.¹¹⁹ Kdyby všechny země EU recyklovaly 50 % komunálního odpadu, klesnou emise skleníkových plynů o množství odpovídající 31 milionům osobních aut.¹²⁰

Česká republika v roce 2008 spotřebovala zhruba 8700 tun hliníkových obalů, ale recyklovala pouze 24 % z nich.¹²¹ Vyhozených bezmála 6700 tun by stačilo na výrobu 157 tisíc průměrných osobních automobilů Škoda¹²² – a energetická náročnost by klesla na dvacetinu.

Německo či Rakousko už řadu let materiálově využívají přes 50 % komunálního odpadu a Nizozemsko více než 60 %.¹²³ Vlámská část Belgie se v roce 2004 dokonce dostala přes 70 %.¹²⁴ Slovenské město Palárikovo dosahuje 75 % míry recyklace a kompostování.¹²⁵ Podle výzkumů činí technický limit recyklace asi 80 % odpadků z průměrné popelnice.¹²⁶

Na první pohled právě komunální složka není zásadně významná: tvoří jen asi 14 % českého odpadu. Ale obsahuje velké množství výrobků konečné spotřeby, tedy právě recyklovatelných materiálů, do kterých už bylo vloženo hodně energie. Průmyslový nebo těžební odpad lze recyklovat daleko méně a energetický zisk by byl podstatně slabší.

Tabulka 5: Úspory energie při využívání druhotných surovin

Materiál	Úspora energie
Ocel	61 %
Hliník	97 %
Zinek	95 %
Papír	26 %
Sklo	43 %
Pryž	79 %
Plasty	94 %

Zdroj: MPO 2005¹¹⁷

Energetické koncepce většinou recyklaci nevěnují pozornost, protože změna není přímo vidět ve statistikách spotřeby. Ale to je chyba. Lepší využití odpadních surovin by ve výsledku pomohlo snížit energetickou náročnost české ekonomiky, dovoz ropy i zemního plynu.

Energie z odpadu

Velkou příležitostí je také výroba energie z části odpadu. Asi 35 % obsahu popelnic tvoří takzvaný biologický odpad: kuchyňské zbytky, listí, tráva či větve ze zahrad a podobně. Obdobným domácím zdrojem je velká část zemědělského odpadu (keřda, hnůj a trus). Bioplynové stanice by mohly vyrábět kvalitní náhradu zemního plynu, která sníží českou závislost na dovozu z Ruska a zajistí místní zdroj elektřiny i tepla pro města a obce. Lze tak vyrábět přinejmenším necelých 12 PJ energie ročně.¹²⁷

V tomto plánu nepočítáme s novými spalovnami směsného komunálního odpadu. Sice rovněž dodávají energii, ale spalují zbytkový odpad i kvalitní, recyklovatelné suroviny. Vyrobené teplo použijí k vytápění nebo

k výrobě elektřiny, a tak nahrazují fosilní paliva. Ale srovnání přínosů a ztrát ukazuje, že materiálové využití recyklovatelného odpadu je i přesto podstatně výhodnější. Spálením jednoho kilogramu plastů ve spalovně vznikne kolem 19 megajoulů energie, ovšem mechanická recyklace vytríděných plastů může realisticky dosáhnout úspor vyšších než 50 MJ/kg.¹²⁸ Spalovna na jednu kilowatthodinu vyrobené elektřiny přidává do ovzduší pouze nepatrně méně uhlíku fosilního původu (například ropu ve formě plastů) než elektrárna spalující zemní plyn.¹²⁹ Kalkulace financované britskou vládou zjistily, že už dnes tamní (jen o málo vyšší než česká) recyklace ve srovnání se skládkováním a výrobou energie ve spalovnách ušetří 10–15 milionů tun oxidu uhličitého ročně.¹³⁰

Proto má smysl vyrábět energii pouze ze zbytkového odpadu, kde už nejsou recyklovatelné suroviny. Nikoli ze směsného komunálního odpadu, který používají běžné spalovny komunálního odpadu. Tudiž jsou energeticky přínosné takové projekty, jež využívají vhodné, cíleně vytríděné složky, především biologicky rozložitelný odpad – hlavně bioplynové stanice.

Prevence

Lepší recyklace je důležitá. Ale nestačí. Domácnosti obtěžuje záplava zbytečných odpadů, které by nemusely vzniknout – jenomže jsou pohodlnější pro výrobce a supermarkety. Nadarmo tak stoupá spotřeba energie i surovin. Proto musí přijít také prevence, především: příležitosti k novému použití doslouživších výrobků; legislativa, jež podpoří opakované použití a snadnější recyklaci zboží; a motivace obchodů i výrobců omezovat produkci odpadu.

Trvanlivější výrobky

Nová legislativa musí výrobcům stanovit povinnost, aby se postarali o likvidaci svého zboží poté, co doslouží. Takové zákony už platí pro autovraky a tzv. elektrošrot, tedy staré televize, pračky, počítače a další spotřebiče. Motivují podniky, aby vyráběly zboží, které lze snadno recyklovat nebo mají dlouhou životnost. Obdobné normy by měly vzniknout pro další druhy výrobků. Budou impulsem pro inovativní design a nové, efektivnější technologie.

Opakované použití

Lidé by měli dostat příležitost staré výrobky nevyhodit, ale znovu použít. V Německu, Rakousku i jinde jsou opravy a prodejny starších elektrospotřebičů, které vyhozené přístroje znovu vracejí do oběhu. Ale u nás žádné takové zařízení není a veškerý elektroodpad, včetně funkčních kusů, se rovnou rozebírá k recyklaci. Platí to i pro nábytek a další věci. Sběrné dvory by měly fungovat jako jakési second handy pro ještě použitelné zboží.



Foto: Regulus



Foto: Langrock/Zenit/Greenpeace

9. Obnovitelné zdroje energie

Domácí obnovitelné zdroje vyrábějí pouze asi 5 % současné spotřeby energie.¹³¹ Ledaskdo je proto nebere moc vážně a předem odepisuje coby sice sympatický, nicméně nanejvýš doplňkový zdroj. Ale možnosti jsou mnohokrát větší, než ukazují aktuální statistiky. Takže kolik uvádí patrně nejvíce respektovaný pramen – Pačesova komise? Spočetla, že by česká zelená energetika výhledově mohla dodávat 44 % současné spotřeby tepla a dokonce pokrýt 69 % dnešní poptávky po elektřině.²³

Obnovitelné zdroje mají nesporné výhody. Jsou nevyčerpatelné a zadarmo (s výjimkou biomasy). Po několik desetiletí však šlo ponejvíce o svého druhu sofistikovanější kutilství, ojedinělé projekty nebo speciální aplikace, třeba solární panely na kosmických sondách. Nicméně v posledních letech došlo doslova k průlomu. Zelená energetika se stala seriózním průmyslovým odvětvím, produkce roste raketovou rychlostí, montáž se přestěhovala z dílen do továrních hal a hlavně: výrobní náklady letí dolů.

Současný trend má dva důvody. Řada států vidí v obnovitelných zdrojích důležitou příležitost, jak snížit dovoz fosilních paliv a emise skleníkových plynů. Už nyní tuzemské zelené elektrárny dodávají dostatek elektřiny pro bezmála pětinu českých domácností a snižují uhlíkové znečištění o ekvivalent 784 tisíc průměrných osobních aut. Proto v mnoha zemích vznikla legislativa, která nastartovala investice a podporuje snižování nákladů. Za druhé, důležité inovace a masová výroba rychle vylepšují účinnost a umožňují stále levnější a levnější produkci. Do sektoru vstoupily mamutí energetické společnosti, jako jsou General Electric, Siemens nebo BP, a také velké banky. ČEZ anoncoval, že do obnovitelných zdrojů investuje 30 miliard korun.

Průmyslové odvětví

Zelené zdroje jsou nejen domácí, čistá energie. S klesajícími náklady na technologie a stoupající cenou fosilních paliv rychle roste poptávka po větrných elektrárnách, solárních panelech nebo kotlích na biomasu.

Proto vzniká velký globální trh – a velká příležitost pro české výrobce.

Mají totiž dobrou pozici: tradici strojírenského průmyslu a technických oborů, výborné inženýry a kvalifikované dělníky. Nové průmyslové odvětví může vytvořit tisíce dobrých pracovních míst v českých městech a obcích. Zelená energetika už nyní oživuje domácí výrobu. Škoda Plzeň se stala světovou jedničkou ve výrobě hřídelí pro větrné turbíny a chrudimský SIAG významným evropským výrobcem jejich věží. Královéhradecký Winkow Wind nebo ČKD Blansko vyrábějí kompletní větrné elektrárny. Kyocera otevřela v Kadani továrnu na fotovoltaické panely. Firma Schott je vyrábí ve Valašském Meziříčí a Solartec zase v Rožnově pod Radhoštěm. Ve výrobě komponent pro sluneční elektrárny u nás pracuje 1500 zaměstnanců.¹³² Desítky firem vyrábějí nebo instalují solární kolektory pro ohřev vody. Palivo z biomasy, například dřevěné pelety a brikety, vyrábí momentálně v České republice asi stovka firem. TTS má v Třebíči vývojové centrum na kotle na biomasu. A globální poptávka dále rychle poroste. Produkce slunečních kolektorů, fotovoltaických panelů a větrných turbín v Německu už nyní zaměstnává přes 130 000 lidí.¹³³

Ceny klesají

Google, technologická star současnosti, v listopadu 2007 anoncoval, že hodlá rozšířit své portfolio a stamiliony dolarů investovat do zelené elektřiny. Plánuje razantními inovacemi během několika let srazit náklady na čistou energii tak, aby byla levnější než uhelná.¹³⁴ Konsorcium, které Google založil, se zaměří na různá odvětví, ale začne u větrných, geotermálních a solárních termálních (viz str. 54-55) elektráren.¹³⁵

Náklady mají velkou dynamiku také u dalších technologií. Komerční cena solárních fotovoltaických modulů se ze 32 dolarů na každý watt výkonu v roce 1979 propadla na 4,5 dolaru v roce 2009.¹³⁶ Prozatím nejlevnější je technologie takzvaných tenkých vrstev, která už spadla pod magickou hranici jednoho eura za instalovaný watt – ačkoli ještě v roce 2006 to bylo

tříkrát tolik.¹³⁷ S každým zvýšením výroby na dvojnásobek (což se v posledním dvanáctiletí dělo v průměru každých 28 měsíců) ceny panelů klesají o 18 %.¹³⁸ Během roku 2009 trend ještě nabral tempo a náklady se díky kvalitní a levné asijské produkci propadly o další desítky procent.¹³⁷

Evropská asociace fotovoltaického průmyslu odhaduje, že v roce 2020 by jedna kilowatthodina solární elektřiny mohla v zemích s krátkou dobou slunečního svitu stát kolem 22 eurocentů.¹³⁹ Šéfinženýr General Electric soudí, že fotovoltaické zdroje bez dotací budou ve slunnějších částech USA konkurenceschopné kolem roku 2015.¹⁴⁰ Mezinárodní energetická agentura (IEA) očekává, že už kolem roku 2015 bude jedna megawatt-hodina z evropských větrných zdrojů v průměru asi o 10 % levnější než uhelná elektřina.¹⁴¹ V USA je rozdíl ve prospěch uhlí už nyní jen asi devítiprocentní.¹³³

Výroba roste

K poklesu cen hodně přispívá i stále masovější výroba. Skončily jednorázové projekty a montování v dílnách. Technologie pro zelenou energetiku dodávají továrny a sériová produkce je mnohem levnější.

Solární panely byly nejrychleji přibývajícím zdrojem elektřiny v posledním desetiletí – a hned za nimi následují větrné elektrárny.¹³³ Trend je enormní. Nejenže koncem roku 2008 na světě pracovalo bezmála čtrnáctkrát více fotovoltaických zdrojů než o deset let dříve; rovněž roční poptávka mezitím stoupla dokonce na 3500 %.¹⁴²

Výroba solární elektřiny v Číně stoupla v letech 2000–2008 bezmála na osminásobek a větrné dokonce třicetinasobně.¹⁴³ V roce 2008 globální investice do obnovitelných zdrojů elektřiny poprvé překročily výši investic do elektřiny z fosilních paliv.¹⁴⁴

Možnosti obnovitelných zdrojů jsou na papíře prakticky nekonečné. Přesněji: činí 2850násobek spotřeby.¹⁴⁵ Slunce každý den dodává na zemský povrch energii, která by pokryla naši poptávku po osm let.¹⁴⁵ Pouhá tři procenta světového potenciálu větrné energie by zcela pokryla světovou spotřebu elektřiny.¹⁴⁶ Na české území každoročně dopadá asi dvěstěpadesátkrát více sluneční energie, než kolik země spotřebuje.²³

Jenomže teoretické možnosti a skutečné příležitosti nejsou totéž. Opravdu technicky využít lze pouze několik procent potenciálu. Nicméně i tento zlomek by snadno pokryl kompletní světovou spotřebu, a prozatím z něj čerpáme jen velmi malou část. Velká Británie nebo Nizozemsko by mohly veškerou svoji poptávku po elektřině nasytit větrem, kdyby chtěly.¹³³ Solární panely pokrývající čtyři procenta Sahary (tedy asi 0,2 % světové souše) by úplně zajistily globální spotřebu.¹³³

Česká republika patří k zemím s poměrně malými možnostmi. Nicméně ani my zatím nevyužíváme více než několik procent z domácích příležitostí. Potenciál, který propočítala Pačesova komise, podrobně diskutujeme na straně 52.

Nemohou obnovitelné zdroje elektřiny narušit síť?

Malé elektrárny, které pracují, jen když slunce svítí nebo vítr fouká, mohou výhledově narušovat energetickou síť, ale lze to technicky řešit. Dánsko už nyní vyrábí z větru pětinu elektřiny¹⁴⁷ – tolik to u nás nikdy nebude – a regulaci sítě tam zvládají.

Navíc výkyvy nejsou úplně náhlé. Německý Fraunhoferův institut vyvinul systém, který dovede prognózovat výrobu elektřiny z větru až na 72 hodin dopředu.¹⁴⁸ Dost času reagovat tedy má několik směn operátorů sítě. Na dvě hodiny dopředu nejistota klesá na pouhých 2,5 %.¹⁴⁸

Podle studie, kterou si nechal udělat ČEPS, státní správce přenosové soustavy, společně s distribučními společnostmi lze bez problémů připojit 1650 MW solárních a větrných elektráren do roku 2012 a 2000 MW do roku 2015.¹⁴⁹ To je více než dvojnásobek, respektive skoro trojnásobek současného výkonu. Větší zkušenosti mají ve Velké Británii, kde už běží přes tisíc turbín. Provozovatel elektroenergetické sítě, společnost National Grid, soudí, že „podle současných analýz četnosti a výkyvů rychlosti větru nepředstavuje bezvětří velký problém pro stabilitu“.¹⁵⁰ Podrobnou studii společně zpracovali Německá energetická agentura, provozovatelé tamních sítí a další. Závěr: Německo může z větru vyrábět 14 % elektřiny, aniž by to vyžadovalo větší přebudování sítě a jakkoli narušovalo stabilitu či bezpečnost dodávek.¹⁵¹

Výhledově však některé změny budou potřeba. Experti ve studii financované EU také vůbec poprvé studovali, jaké dopady by měly transfery velkých objemů větrné elektřiny na evropské přenosové sítě. Spočetli, že větrná energetika nebude mít velký vliv na přetížení či průchodnost přenosových soustav až do roku 2015, nicméně nedojde-li k jejich modernizaci, regulace sítí se neúměrně prodraží. V letech 2020 až 2030 by regulace stála zhruba 1,5 miliardy eur ročně. Další finanční ztráty by vznikly tím, že by bylo nutné vypínat poměrně levné – větrné – zdroje elektřiny. Potřebné investice na modernizaci evropských rozvodných sítí, které budou činit až 20 miliard eur, se tedy vyplatí.¹⁵² Dvacetiprocentní podíl větrných elektráren na spotřebě zvýší náklady na systémové služby o ekvivalent 5–10 % ceny.⁸³

Do přenosové a distribuční soustavy provozované podle současných pravidel lze integrovat několiknásobek současného výkonu českých větrných a slunečních elektráren. Mají-li ovšem obnovitelné zdroje postupně nahrazovat uhelné a jaderné elektrárny, bude nezbytné přistoupit k zásadním změnám v řízení a provozu sítí. Důležitou roli přitom patrně sehraje elektromobily. Řešení podrobně diskutuje kapitola 7.3.

A nepotřebují zálohu pro případ výpadku?

Potřebují. Všechny elektrárny ji potřebují. Podle mezinárodních konvencí musí každý stát zajistit zálohu odpovídající největšímu zdroji v soustavě. Proto musíme mít navíc 1000 MW konvenčních elektráren – takový je výkon jednoho bloku v Temelíně. Tato záloha nyní kryje i každou menší elektrárnu, včetně kterékoli vyrábějící ze zelené energie.

Realizovatelný dostupný potenciál větrné energie u nás je 1260 větrných turbín s celkovým instalovaným výkonem 2750 MW a odpovídající reálnou roční výrobou asi 6000 GWh. Realisticky lze ale předpokládat, že v roce 2020 bude instalováno asi 1160 MW. Takovýto výkon bude vyžadovat určitou výkonovou zálohu. Při dnešních kritériích výkon, který přesáhne 500 MW, vyžaduje zálohu o velikosti 20 % z každého megawattu nad touto hranicí.¹⁵³

Konstruktéři také vyvíjejí nové systémy skladování energie z obnovitelných zdrojů, například na principu stlačování vzduchu a jeho ukládání v podzemním zásobníku. Ty se již zkouší v několika zemích, třeba v Německu (více na str. 57).

Nadále však klíčovým opatřením zůstane rozvoj a posilování společné evropské elektroenergetické sítě, která může dobře rozložit rizika z výpadku jednotlivých zdrojů. Zajistí, že se zelené elektrárny v různých částech kontinentu budou vhodně operativně doplňovat podle toho, jaké je kde počasí.

Ekologická rizika?

Mnozí lidé mluví o ekologických minusech obnovitelných zdrojů, hlavně větrných. Ovšemže: žádná průmyslová technologie nepůsobí nulové škody. Musíme však porovnávat. Větrné elektrárny zasáhnou do krajiny – ale uhelný důl daleko více a hůře. Jedna turbína ušetří na 90 tisíc tun uhlí: hromadu větší, než je ona sama (a to jsme ještě nezačali započítávat emise). Pro čistou energetiku tedy platí totéž jako pro jiné projekty: stavět s rozumem.

Správné umístění

Ekologické organizace obecně podporují obnovitelné zdroje energie, ale samozřejmě ne každý projekt a ne za každou cenu. Elektrárna může být umístěna dobře (těch je většina) i špatně. A při špatném umístění může být škodlivá prakticky jakákoli stavba, i nemocnice. Obdobně je potřeba solární panely instalovat na střechy a stěny budov, nikoli jimi zabírat volnou krajinu. Samozřejmostí u každého projektu musí být také dohoda s lidmi v okolních obcích.

Pověry

Některé výhrady vznikají jen kvůli pověrám. Moderní větrné elektrárny nejsou hlučné: na vzdálenost 200 metrů nevydávají větší hluk než šumící les.¹⁵⁴ Občasné debaty o infrazvuku jsou úplně nesmyslné. „Infrazvuk při činnosti V[ě]T[r]nýchE[le]ktráren prakticky nevzniká... odborníci se shodují, že infrazvuk u VTE není problém,“ napsal Státní zdravotní ústav ve svém posudku.¹⁵⁵ Někdy panují obavy ze zabíjení ptáků. Prestižní britská Královská společnost pro ochranu ptáků uvádí, že posuzuje stovky projektů větrných farem ročně a námitky má proti asi 7 % z nich.¹⁵⁶ Stačí se vyhnout rizikovým plochám: přírodním rezervacím, tahovým cestám a dalším místům, kde se ptáci shromažďují.

Obavy místních obyvatel z toho, že elektrárna bude hlučná, poškodí krajinu nebo způsobí odliv turistů, se rozplynuly krátce po zahájení provozu. Ve Skotsku se hlučnosti podle nezávislého šetření předem obávalo 12 % místních občanů – ale po zahájení provozu si už stěžují pouhá dvě procenta.¹⁵⁷ Podíl místních lidí, kteří podporují české větrné projekty, stoupl po spuštění z původních 43 % na 62 %. Průzkum mezi turisty v rekreačních oblastech ukázal, že 90 až 95 % z nich je jedno, zda se v místě točí rotory větrných elektráren nebo nikoliv; počet těch, které při volbě místa dovolené ovlivní pozitivně, je jen o málo menší než podíl lidí, jež odradí.¹⁵⁸

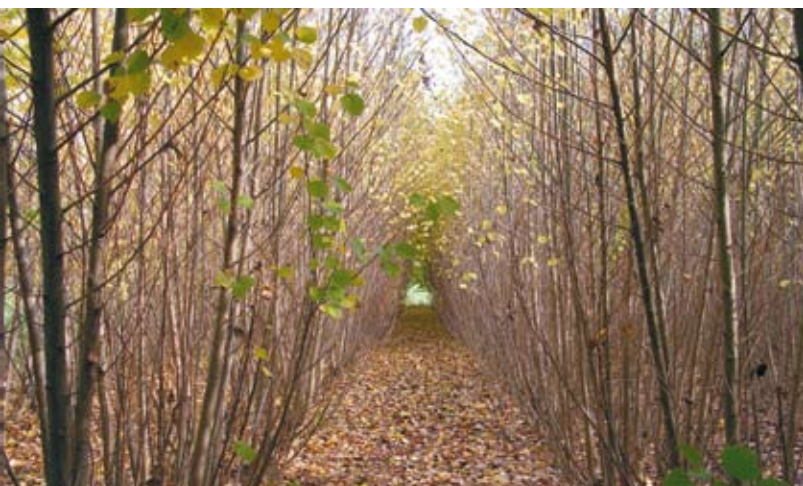


Foto: Jihočeská univerzita

Česká výroba

Zelená energetika zajišťuje jednu dvacetinu české spotřeby elektřiny a 7 % dodávek tepla.¹³¹ Produkce však rok od roku roste. Boom je vidět prakticky u všech typů technologií. Stavějí se nové větrné i solární elektrárny, v bioplynových stanicích, biomasových kotelnách či domácích kotlích se energeticky využívá více a více zbytků ze zemědělství a dřevařského průmyslu, vznikají první plantáže energetických plodin. Domácnosti si pořizují nové solární kolektory i tepelná čerpadla. Přesto jsou trendy prozatím velmi pomalé. Zaostáváme za mnoha evropskými sousedy a hlavně: za svými možnostmi.

Možnosti obnovitelných zdrojů

Jaké jsou vlastně české možnosti výroby z obnovitelných zdrojů? Záleží na tom, co počítáme. Technický potenciál je největší: ukazuje, kolik můžeme získat energie, pokud by nás limitovaly pouze přírodní podmínky a technologie. Takzvaný využitelný potenciál je podstatně nižší, protože odečítáme například půdu potřebnou k pěstování potravin nebo místa, kde nelze stavět kvůli ochraně přírody. V našem plánu kalkulujeme právě s využitelným potenciálem. Ekonomický potenciál nemá smysl počítat, protože se rychle mění s výrobními náklady na technologie nebo s cenami plynu, elektřiny či povolenek k emisím.

Kalkulace, kolik energie by šlo v České republice z obnovitelných zdrojů vyrábět, přebíráme ze dvou pramenů. Prvním jsou propočty Pačesovy komise; druhým podrobná studie, kterou v roce 2008 vydalo Hnutí DUHA a sdružení Calla.

Oba prameny se zhruba shodují. Veškerý potenciál obnovitelných zdrojů energie v České republice, jehož lze reálně využít do roku 2050, podle nich činí 448 PJ, respektive 498 PJ. Liší se tedy jen asi o jednu desetinu.

Obnovitelné zdroje tedy mohou pokrýt asi 23 % primární energie, kterou nyní česká ekonomika spo-

třebuje. Což je ovšem trochu zavádějící porovnání. Na straně zdrojů totiž počítá pouze s domácí zelenou energií (a nikoli třeba s možností, že bychom importovali elektřinu vyrobenou větrnými turbínami v Severním a Baltském moři). Přitom na straně spotřeby zahrnuje všechno, včetně dovážených fosilních paliv (ropa bude vždy skoro kompletně pocházet z importu). Navíc z jednoho joulu řekněme uhelné primární energie vznikne mnohem méně elektřiny než například z jednoho joulu energie větrné.

Většinu českého potenciálu (asi 56 %) tvoří spalování biomasy. Experti očekávají, že ve srovnání s dneškem značně porostou také možnosti geotermální energie, která by v polovině století tvořila přibližně pětinu naší výroby z obnovitelných zdrojů.

Není však energie jako energie. Proto je smysluplnější zaměřit se na dílčí energetické sektory. Pačesova komise spočetla, že obnovitelné zdroje výhledově mohou dodávat bezmála 50 terawatthodin elektřiny ročně, tedy asi 69 % současné spotřeby. Podíl větrných elektráren – které jsou dnes prakticky synonymem zelené energie – může už v roce 2020 být zhruba 4 % dnešní poptávky. Výroba by oproti současnosti stoupla zhruba na dvacetinásobek.

Dodávky větrné elektřiny mohou už na konci desetiletí překonat potenciál vodních elektráren, ačkoli i ten patrně ještě mírně poroste.

Nicméně hlavním sektorem bude teplo: vytápění biomasou, ohřívání vody a topení solárními kolektory či geotermální energií. Potenciál konečné spotřeby v roce 2050 činí asi 171 petajoulů, tedy asi polovinu současné poptávky. Rozhodující roli se 68 % opět hraje biomasa. Zbytek potenciálu tvoří geotermální (18 %) a solární (14 %) zdroje. Přitom kalkulace, kolik lze využít z biomasy, počítají také s výrobou motorových agropaliv. Pokud EU i česká vláda v agropalivech šlápnu na brzdu (viz str. 61), může být pro obnovitelné zdroje tepla (nebo elektřiny) k dispozici větší plocha zemědělské půdy, a potenciál se potažmo ještě o něco zvětší.

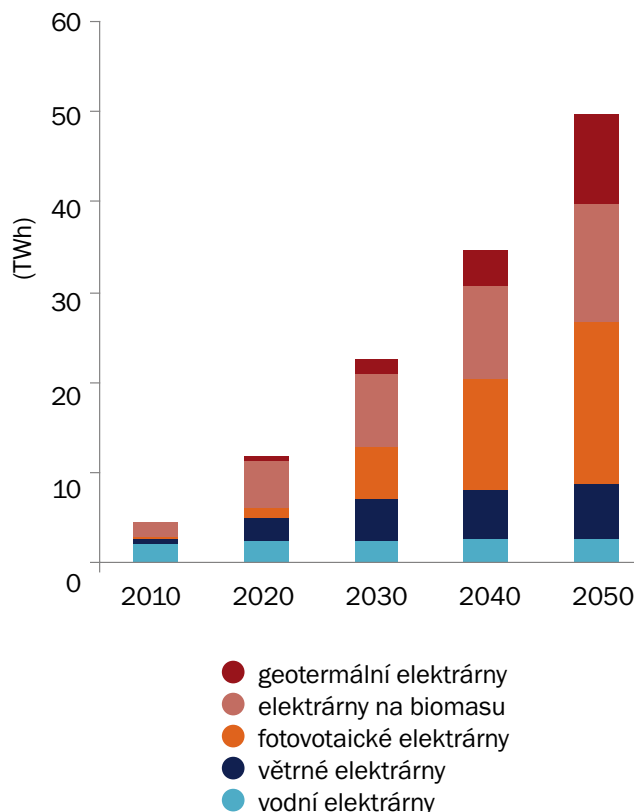
Tabulka 6: Potenciál výroby primární energie z obnovitelných zdrojů podle sektorů do roku 2050 (PJ)

Období	současnost	2010	2020	2030	2040	2050
Vodní	7,6	7,7	8,7	8,9	9,2	9,2
Větrná	0,7	2,2	9,2	17,0	19,8	21,6
Biomasa	74,0	108,0	214,0	246,0	263,0	280,0
Solární	0,2	0,8	5,8	24,5	50,7	74,0
Geotermální	1,0	2,2	12,2	50,4	75,4	113,0
Celkem	83,5	120,9	249,9	346,8	418,1	497,8

Zdroj: Motlík et al. 2008¹²⁷

Poznámka: Na využitelný potenciál lesní biomasy bude mít vliv konečná podoba Národního lesnického programu, který nyní vzniká. Experti pro něj propočítávají, kolik lze z lesů odčerpat, aniž by došlo k neúměrnému úbytku živin v půdě. V případě výrazného omezení může celkový potenciál klesnout až o desetinu.

Graf 11: Potenciál výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů



Zdroj: Motlik et al. 2008¹²⁷

Sluneční energie

Slunce je prakticky nevyčerpatelný zdroj energie. Největší možnosti má přirozeně tam, kde nejvíce svítí: v subtropických pouštích. Ale i Česká republika jej může úspěšně využívat, jak potvrdí tisíce rodin, které doma ohřívají vodu nebo i topí solárním kolektorem. Na jeden čtvereční metr u nás dopadá v průměru asi 950–1100 kWh slunečního záření ročně.¹⁵⁹

Solární teplo

Princip solárního tepla nespočívá v žádné super-technologii: sluneční paprsky ohřívají vodu v černé nádobě. Kolektory ale používají sofistikovaná řešení, díky kterým jsou velmi účinné a spolehlivé, takže pracují i v zimě nebo za oblačných dnů. Používají se zejména na přípravu teplé vody. Obvykle mohou od dubna do září pokrýt víceméně kompletní spotřebu rodinného domu. Ohřátá voda se uchovává v zásobnících. Přibývá však i systémů k vytápění.

Solární systémy se velmi hodí pro rodinné domky i pro bytové domy. Stále populárnější jsou také velkoplošná zařízení, zejména pro ohřívání vody v domovech důchodců, v internátech a podobně.

S rostoucí cenou plynu letí nahoru i zájem o teplo zdarma. Ministerstvo průmyslu a obchodu odhaduje, že solárním teplem se na českém trhu zabývá zhruba tisícovka firem.¹³¹ Kolektory už nabízejí i hypermarkety pro kutily. Plocha instalovaných zařízení jen mezi roky 2007 a 2008 stoupla o 27 % a počet dosáhl asi 18 tisíc.¹³¹ Ovšem v Rakousku je už solárními kolektory vybaven každý sedmý dům.¹⁶⁰

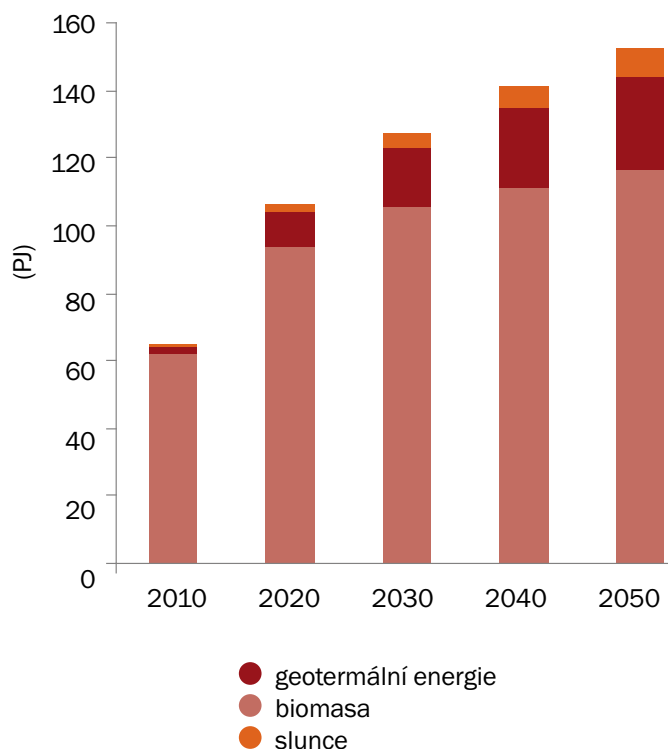
Solární chlazení. Solární energie již také zajišťuje letní chlazení budov. Namísto kompresoru jej pohání teplo ze slunečních kolektorů, které zároveň ohřívají vodu. V zimě namísto chlazení přitápějí. Pražský hotel Duo solárními kolektory na střeše chladí velkou část svých prostor. Během příštích let se očekává rychlý růst této technologie. Solární chlazení má oproti elektrické klimatizaci velkou výhodu: spotřeba je největší v době, kdy slunce nejvíce svítí. Snižuje také letní špičky v odběru elektřiny, které jsou stále silnější nejen v jižních zemích.¹⁵⁹

Fotovoltaická elektřina

Když se řekne obnovitelné zdroje energie, skoro každý si představí větrnou turbínu. Ale klíčovým hráčem se podle všeho brzy stane solární elektřina.

První fotovoltaické články vznikly v padesátých letech v Bellových laboratořích. Na trhu se objevily o dvě dekády později. Původně kosmická technologie se dostala do našeho každodenního života. Najdeme ji v kalkulačkách, zahradních lampách či parkovacích hodinách. Stejně solární články lze použít pro nejmenší aplikace i rozlehlé elektrárny s výkonem

Graf 12: Potenciál výroby tepla z obnovitelných zdrojů



v jednotkách megawattů. Lze tak pořídit zdroj libovolné velikosti, což v energetice není obvyklé.¹⁵⁹ Odvětví dnes dominuje několik velkých výrobců, často se zázemím v elektrotechnickém průmyslu. Firmy ze čtyř zemí – Japonska, Číny, USA a Německa – kontrolují 77 % světové produkce.¹⁶¹

Přední světoví výrobci zařízení pro polovodičový průmysl jako kalifornská Applied Materials či Oerlikon Solar ze Švýcarska donedávna své technologie dodávali zejména do továren, které vyrábějí LCD televize a počítačové monitory. Špičkové firmy si však uvědomily, že trh je linkami na výrobu LCD již nasycen a fotovoltaické panely představují obrovskou příležitost. Výhodou je nejen patřičné know-how. Před deseti či patnácti lety byly tehdy velmi drahé LCD displeje k vidění jen v některých bankách. Nyní je má na stole prakticky každý, přičemž cena poklesla zhruba na desetinu.

Fotovoltaická energie má víceméně nekonečné možnosti – prozatím je ale pohádkově drahá. Stojí stále mnohonásobně více než větrná elektrina. Ceny však rapidně klesají. Mezinárodní energetická agentura počítá, že v roce 2050 budou solární elektrárny vyrábět více než desetinu světové spotřeby elektřiny (současný podíl jaderných reaktorů činí 14 % a klesá²⁰).

Velcí producenti se zaměřují na postupné snižování nákladů na výrobu klasických, pevných křemíkových panelů. Řada menších firem – Nanosolar, Miasolé, Konarka, Nanosys a další – se závodu, kdo jako první s fotovoltaickou elektrárnou prolomí hranici konkurenceschopnosti, účastní s originálními, nekřemíkovými inovacemi. Pracují hlavně na řešeních na bázi tzv. tenkých vrstev (filmů) z různých polovodičových materiálů či z organických sloučenin.

Kalifornská společnost Nanosolar spustila technologii, která umožňuje fotoelektrický film nanášet na panely ve formě inkoustu namísto dosavadního (komplikovaného a pomalého) potahování ve vakuových komorách. Namísto křemíku vyvíjí technologii založenou na použití mědi, india, gallia a selenu. Odhadované náklady jsou o dva řády menší než doposud. Časopis Popular Science prohlásil Nanosolar za *Inovaci roku 2007*, takže zelená energie předstihla dokonce i iPhone.

Výkon světových solárních elektráren již koncem roku 2008 dosáhl 15 gigawattů.¹⁶² Energetická účinnost fotovoltaických panelů se v případě nejběžnějších (křemíkových) článků pohybuje mezi 12–15 %. Nejlepší z nich dosahují 22 %. Panely tzv. třetí generace (vícevrstvé a koncentrátorové články), které se prozatím jen testují nebo používají v kosmonautice, mají účinnost 30–40 %, teoreticky by mohly dosáhnout i 40–60 %.¹⁶³ Energie vložená do výroby panelů je tedy získána zpět v našich podmínkách během dvou až tří let (u technologií tenkých vrstev je to dokonce ještě rychleji). Přitom předpokládaná životnost činí minimálně 25–30 let.

Energetická návratnost

Doba energetické návratnosti se snižuje stejně rapidně jako návratnost ekonomická. Fotovoltaický panel v českých podmínkách vyrobí veškerou energii, která byla potřeba k jeho výrobě, po dvou až třech letech.¹⁶⁴ Větrná elektrárna se energeticky vyplatí zhruba po půl roce.¹⁶⁵

Šíří se fáma, že fotovoltaický panel dodá za celou dobu své životnosti méně energie, než je potřeba k jeho výrobě. Doktor Milan Vaněček, expert na solární energetiku z Akademie věd, k tomu v časopise Vesmír potvrdil, že energetická návratnost činí v Německu nanejvýš něco přes tři roky. K rozšířené pověře suše dodal, že „má...pravdu, pokud jde o [energeticky nejvíce náročné] monokrystalické sluneční články umístěné v [velmi málo osluněné] oblasti severního polárního kruhu (ještě pro jistotu bych je orientoval na sever)“.¹⁶⁶

Výkon článků z monokrystalického a multi-kystalického křemíku postupně klesá, běžně asi o 1 % za rok. Tudíž po dvaceti letech provozu má panel stále 80 % původního výkonu.¹⁵⁹

Solární termální elektrárny

Energetické společnosti a inženýři si hodně slibují od takzvaných solárních tepelných elektráren. Jde o různé technologie, ale princip všech je shodný: sluneční svit dopadá na stovky obřích parabolických zrcadel, která koncentrované paprsky odrážejí na určité místo, kde vyrobí páru, a ta roztáčí turbíny. Princip se tedy podobá tepelným elektrárnám, jen namísto hořícího uhlí či plynu zde energii vyrábí sluneční záření. Prvotním produktem zařízení je – na rozdíl od fotovoltaických panelů – teplo, nikoli rovnou elektrina. Teplo lze totiž poměrně dobře skladovat, nejlépe v roztavené solné směsi v obřím izolovaném tanku, a elektrárna tak může vyrábět proud také v noci nebo pod zataženou oblohou.

Technologie se přirozeně hodí především do slunných jižních zemí. Během nadcházejícího desetiletí porostou hlavně ve Španělsku a USA. Nicméně s masovou instalací se později počítá hlavně v neobydlených pouštích severní Afriky a Blízkého východu. Saharskou elektřinu by do Evropy s rozumně nízkými ztrátami dopravoval vysokovoltážní kabel na stejnosměrný proud (více o potřebných sítích na str. 35). Joe Romm, bývalý náměstek amerického ministra energetiky, nabídl sázku, že v žádném roce tohoto století solární tepelné zdroje nebudou dodávat méně elektřiny než elektrárny na fosilní paliva s ukládáním uhlíku (CCS).¹⁶⁷

Momentálně největší komerční elektrárna s výkonem 89 MW pracuje v kalifornské poušti Mojave.¹⁶⁸

Stojí zde soustava devíti zařízení, celkem o více než 350 MW. Španělsko provozuje šest zdrojů o celkovém výkonu 81 MW a staví dvanáct dalších (839 MW).¹⁶⁹ Největší výrobci mají do poloviny desetiletí uzavřené kontrakty na elektrárny o výkonu po nižších stovkách megawattů. Menší výzkumný projekt se chystá také v Německu.¹⁶⁹

Počátkem roku 2009 Německo a Alžírsko podepsaly dohodu o výstavbě hybridní sluneční elektrárny, odkud bude energie přenášena zvláštním kabelem na vzdálenost 3000 kilometrů. Seriózně se však jedná také o daleko ambicióznějších záměrech. Koncept *Desertec* počítá, že v polovině století by elektrárny na ploše odpovídající asi 3 % České republiky vyráběly 700 terawatthodin elektřiny, tedy asi šestinu evropské spotřeby. ABB, Siemens, E.ON, RWE, Deutsche Bank a sedm dalších firem v říjnu 2009 založilo konsorcium, které na projektu seriózně pracuje.¹⁷⁰ Podrobný plán má být na stole do roku 2012.

Ještě v roce 2008 existovali na světě jen dva výrobci parabolických zrcadel, kteří nestačili uspokojit poptávku; během roku 2009 však vyrostly nové továrny v Izraeli, Německu, USA či Španělsku a další se očekávají.¹⁷¹ Americká společnost SkyFuel začala s výrobou odrazných ploch, která jsou namísto postříbřeného skla založena na levnějším nanášení stříbrného polymerového filmu na slabé hliníkové pláty.¹⁷¹ Cena takto vyrobené elektřiny na jihozápadě USA činí v přepočtu 6–11 eurocentů za kilowatthodinu; před dvaceti lety byla čtyřnásobná.¹⁶⁹ Španělská cena je asi 23 eurocentů a vytrvale se snižuje.¹⁶⁹ Studie zadaná německou vládou kalkulovala, že výrobní náklady postupně klesnou na 4–5 centů za kilowatthodinu.⁷⁹

Biomasa

Biomasa bezesporu vždy bude hlavním obnovitelným zdrojem energie v České republice. Jedná se o hodně širokou kategorii. Speciálně pěstované energetické plodiny, zbytková sláma a seno nebo dřevěná štěpka se používají ve vytápěních a teplárnách. Peletky ze dřeva a rostlinných materiálů představují zejména pohodlné palivo pro domácí topení. Bioplyn lze vyrábět z kejdy, odpadu z potravin či potravinářského průmyslu nebo zeleného odpadu, jako je listí a tráva z parků a zahrad. Některé vlády (včetně české) také prosazují větší použití kontroverzních kapalných agropaliv k pohonu automobilů.

Při spalování biomasy vzniká oxid uhličitý. Přesto jde o čistý zdroj energie, protože uhlík, který se takto uvolňuje, rostlina předtím při svém růstu odčerpala ze vzduchu. Koncentrace skleníkových plynů v atmosféře tedy zůstává prakticky stejná. Zato při pálení uhlí nebo zemního plynu se uhlík přemísťuje z podzemí, kde ležel miliony let. Oxidu uhličitého v ovzduší tak přibývá.

Meze biomasy

Sluneční záření nebo vítr jsou nevyčerpatelné. Používání biomasy k výrobě energie má však samozřejmě také své meze. Především musí respektovat základní pravidlo: v první řadě potřebujeme ornou půdu ke kompletní produkci potravin, krmiv a osiva. Další plocha je nutná pro technické plodiny k jiným než energetickým účelům.

Pokud od 4,3 milionů hektarů zemědělské půdy v České republice odečteme plochu nutnou k zajištění potravin a pro technické účely, realistiky zbývá asi 1,0–1,3 milionu hektarů orné půdy, které lze používat pro pěstování energetických plodin.¹²⁷ Tyto výpočty jsou založeny na třech scénářích, které různým způsobem kalkulovaly s demografickými trendy, skladbou pěstovaných plodin atd. Něco podobného platí pro slámu a seno – se zhruba 50 % produkce je potřeba počítat pro ustájení a krmení dobytka nebo zaorání slámy. Teprve druhou polovinu lze využít pro energetické účely. S těmito limity také pracuje potenciál využívání biomasy k výrobě energie, se kterým zde počítáme nebo který kalkulovala Pačesova komise.

Z jednoho milionu hektarů orné půdy lze realisticky získat asi 132–181 petajoulů; dalších 76–101 PJ ze slámy a asi 20 PJ ze sena z luk a pastvin.¹²⁷ Energetická výtěžnost odpadu ze zahrad, sadů, vinic či chmelnic představuje asi 3 PJ.¹²⁷ Reálně můžeme počítat se 194–255 PJ ze zemědělské biomasy za rok.¹²⁷

Lesní živiny

Ekologické organizace podporují využívání lesní biomasy od bodu, kdy je surovina odvezena z lesa. Prakticky to znamená především odpad na pilách, piliny a štěpky. Odpad z těžby dřeva by měl zůstat v lese. Tlející dřevo pomáhá neutralizovat kyselost lesních půd. Zejména na plochách jehličnatých monokultur může kompletní odvoz biomasy další okyselování ještě podpořit. Ležící větve také obohacují humus, pomáhají udržovat vlhkost půdy a stabilizují ji proti erozi. Při odtěžení celých stromů (namísto pouhých kmenů) roste ztráta živin o 50–150 %.¹⁷² Ponechání větví a jehličí na místě snižuje úbytek živin po těžbě smrku o 60 %.¹⁷³ Proto je důležité odpad – větve, kůru a podobně – z lesa neodvážet.

Roční přírůstek energeticky využitelné lesní biomasy po odečtení části, která v lesích zůstane, činí asi 11 milionů m³, tedy zhruba 50 PJ. Energetika se o ně ovšem musí podělit s konkurencí: výrobci dřevotřískových desek a dalším průmyslem. Nový výzkum však ukazuje, že by v českých lesích mělo zůstat více biomasy po těžbě, probírkách či prořezávkách, takže reálný potenciál bude nižší.

Zelená energie a méně povodní

Pěstování energetických plodin obvykle spočívá v běžném zemědělském hospodaření. Ale na některých místech v nivách řek může být výhodné raději vysázet stromy a pěstovat takzvané nízké a střední lesy. Dřevo se v nich těží každých 15–40 let. Vznikne tak nejen dobrý zdroj energie, ale i prostor pro řeku. Na lesní pozemky se na rozdíl od polí může při povodních bezpečně rozlévat voda, takže pomohou chránit města a obce ležící po proudu. Ze čtverečního kilometru nízkého lesa lze ročně získávat dřevo k výrobě necelých 3 GWh energie.

Zdaleka největší příležitost představují speciální plodiny pěstované na polích. Mohou být jednoleté, víceleté i vytrvalé. Používají se různé druhy trav, rákosí i další. Výhodou je, že jejich pěstování i sklizeň skoro vždy zvládnou zemědělci se svým běžným vybavením. Vznikly první plantáže vyšlechtěných rychle rostoucích dřevin, které se sklízí jednou za několik let. Pomáhají také zadržovat vodu v krajině a brání erozi půdy. Při sklizni asi 10 tun na hektar a průměrné výhřevnosti asi 15–20 MJ/kg lze z jednoho hektaru získat energii 150–200 GJ ročně, tedy ekvivalent 8–12 tun uhlí.

Ekonomicky výhodnější než jednoleté druhy jsou víceleté plodiny nebo trvalky, u nichž odpadají každoroční náklady na osivo a setí. Řada pěstitelů používá šťovík uteuša, původně vypěstovaný na

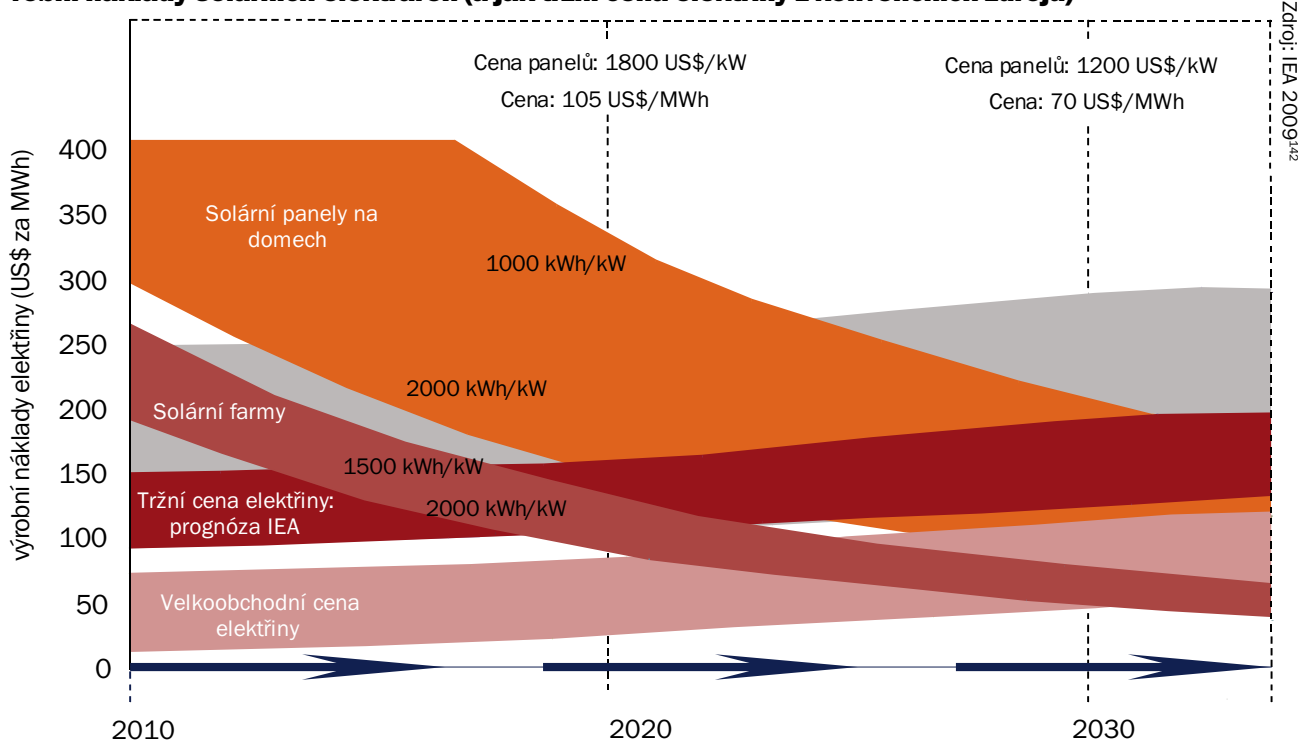
Ukrajíně jako krmná rostlina. Každoročně dorůstá do výšky 2–2,5 metru a na poli vydrží i 8–10 let. Po několikaletém pěstování lze pole zorat a opět zde pěstovat jiné plodiny.¹⁷⁴ Čeští zemědělci už v roce 2007 pěstovali 1200 hektarů kultur.¹⁷⁵ Výhoda je, že šťovík lze sklízet běžnou technikou, kterou farmy samozřejmě mají, a sklizeň probíhá ještě před žněmi, takže kombajny neblokuje.¹⁷⁶

Většina energetické biomasy se používá ke spalování v kogeneračních jednotkách, které vyrábějí teplo a elektřinu. Asi třetina produkovaného tepla připadá na obecní vytápění, městské teplárny a firemní kotelny; zbytek jsou domácnosti. Teoreticky lze biomasu používat rovněž ke spalování ve velkých uhelných elektrárnách – a ČEZ to také dělá. Ale tím odpadají důležité sociální přínosy menších zdrojů (viz diskuse na str. 34–35) a hlavně: je to podstatně méně efektivní než kombinovaná výroba tepla a elektřiny v moderních teplárnách a výtopnách. Dvě třetiny energie vyletí komínem, zatímco u kogenerace by to bylo pouze 10–20%.

Biomasu pro výrobu tepla zatím používá pouze několik desítek obcí. Jedna z největších výtopen zásobuje asi 85% domácností v osmatřicetitisícové Třebíči. V Pelhřimově biomasou zásobují 3500 domácností, školy, školky a další objekty; firma navíc provozuje také briketovací linku na biomasu, kterou prodává.¹⁷⁷

Palivové dřevo se tradičně používá v domácích kamnech a kotlích. Ke stejnému účelu slouží speciálně vyráběné pelety a brikety z biomasy, kterých české firmy vyrábějí asi 270 tisíc tun.¹³¹ Ale 59% z toho jde na vývoz.¹³¹ Česká republika tak zbytečně vyváží důležitý domácí zdroj energie a přichází o šanci snížit znečištění i závislost na zemním plynu z Ruska.

Graf 13: Prognóza Mezinárodní energetické agentury: jak se v příštích desetiletích budou měnit výrobní náklady solárních elektráren (a jak tržní cena elektřiny z konvenčních zdrojů)



Hnůj, kejdu a různé další zemědělské odpady, ale i cílenou zemědělskou produkci lze používat k anaerobnímu rozkladu v bioplynových stanicích. Mohou zde výhodně končit i některé složky komunálního odpadu (zelený odpad z parků a zahrad či kuchyňské zbytky), zbytky z papírenského a potravinářského průmyslu (například lihovarnické výpalky, pokrutiny a mláto) nebo kaly z čistíren odpadních vod (které tak většinou zásobují vlastní provoz). Vzniká tak bioplyn, který lze využít ke kogeneraci nebo jinde coby náhradu zemního plynu.

Koncem roku 2009 u nás pracovalo půldruhé stovky bioplynových stanic o instalovaném elektrickém výkonu 80 MW. Objem vyrobeného bioplynu meziročně stoupá na téměř dvojnásobek.¹³¹ Odpadní digestát – látka, která zbyde po fermentaci – je přirozené a kvalitní hnojivo. Po vyčištění a vysušení lze bioplyn vtlačet do plynárenské sítě nebo ho používat namísto zemního plynu v automobilech. V některých zemích Evropy už fungují čerpací bioplynové stanice.¹⁷⁸

Větrné elektrárny

Řada obcí se rozhodla využít příležitosti a posílit svoji energetickou soběstačnost i komunální rozpočet větrnými elektrárnami. Možnosti tohoto odvětví nebudou v České republice nikdy tak velké jako v zemích, které leží na mořském pobřeží. Přesto lze na mnoha místech vyrábět slušné množství elektřiny. Už nyní u nás stojí skoro 200 turbín o výkonu takřka 200 MW.

Pačesova komise spočetla, že české větrné elektrárny mohou v roce 2020 realisticky vyrábět elektřinu pro milion domácností, tj. asi 3 TWh. Dlouhodobé možnosti jsou asi dvakrát větší.¹⁵³ Stavět větrné elektrárny má smysl v místech, kde roční průměrná rychlost větru ve výšce 100 m nad terénem činí alespoň 6 metrů za sekundu. Navíc musí být správně umístěny. Nelze je budovat v národních parcích a dalších hodnotných místech, nemohou stát na migračních trasách ptáků a podobně. Propočty potenciálu s tím samozřejmě kalkulují.²³ Časem však přestanou přibývat nová místa a energetické společnosti spíše budou dosavadní elektrárny nahrazovat novými, silnějšími.²³

Množství energie, které vyrobí jedna turbína, totiž roste. Není to tak dávno, co u nás vznikaly elektrárny s výkonem 600 kW a méně. Nyní se běžně používají stroje o kapacitě 2–3 MW. Výrobci přitom plánují, že postupně budou nasazovat výkon 5–6 MW. Energetický regulační úřad uvádí, že průměrná moderní elektrárna pracuje 30 % času. Provozní doba se neustále prodlužuje – nové technologie totiž mohou pracovat také v době, kdy starší stály.²³

Českou diskusi o větrných elektrárnách provází řada pověr a smyšlenek.¹⁷⁹ O jedné věci nicméně není sporu: mohou tvořit nové dominanty v krajině.

To, že jsou vidět, ještě ale neznamená, že pohled hyzdí. Dojem je velmi subjektivní kategorie. Někomu větrné turbíny vadí; jiný v nich vidí elegantní prvek, symbol čisté, nevyčerpatelné a dynamické energie větru. Harmonickou krajinu vytváří společné působení člověka a přírody. Ekologické organizace přitom poukazují, že uhelné doly a elektrárny jsou daleko tvrdším zásahem do krajinného rázu. Výzkum veřejného mínění zjistil, že v České republice zastánci nových větrných elektráren (73 %) čtyřikrát převažují nad odpůrci (18 %).¹⁸⁰

Britská nezávislá agentura MORI provedla průzkum v obcích v sousedství větrných farem: 51 % respondentů uvádí, že větrná farma nemá žádný podstatný vliv na krajinu, 20 % její vliv hodnotí pozitivně a pouze 7 % vadí.¹⁵⁷ Podobné výsledky mají i další výzkumy. Navíc každá kilowatthodina elektřiny vyrobená ve větrné elektrárně znamená snížení znečištění a těžby v povrchových dolech, které krajinu poškozují nesrovnatelně více. Ani větrné elektrárny (stejně jako jakékoli další stavby) se nesmí budovat bezhlavě. Samozřejmostí musí být pečlivé hodnocení každého projektu a pochopitelně otevřená jednání investorů s místními občany.

Cena jedné kilowatthodiny z větru od konce osmdesátých let klesla na méně než polovinu.⁸³ Ve Velké Británii už konkuruje jaderné a je levnější než uhelná.¹⁸¹ Na některých místech již dnes vyrobí kilowatthodinu za pouhých 90 haléřů, tedy cenu, která může soutěžit s uhelnými elektrárnami.¹⁸² Trend bude patrně pokračovat. Prognózy očekávají, že do roku 2020 klesne cena elektřiny z běžných pozemních větrných elektráren až na 55 eur za megawatthodinu.

Energetický koncern RWE ve spolupráci s General Electric pracuje na originálním triku, který pomůže vyřešit potíže s výkyvy v síle větru. Inženýři propojují větrné turbíny s elektrárnou poháněnou stlačeným vzduchem. Při přebytku elektrického proudu z větrných turbín bude zařízení stlačovat vzduch do podzemních zásobníků a při bezvětří (nebo vysoké poptávce po elektřině) pak pohánět turbínu.¹⁸³ Obdobná technologie už u některých větrných elektráren v evropských zemích funguje.

Malé vodní elektrárny

Před druhou světovou válkou bylo v českých zemích necelých 12 000 vodních elektráren. Dodnes jich v provozu zůstalo, bylo obnoveno nebo nově vzniklo jen asi 1400. Vyrábějí asi 3 % české spotřeby: více než kterýkoli jiný obnovitelný zdroj. Asi polovinu z toho tvoří malé vodní elektrárny, tedy zdroje o instalovaném výkonu do 10 MW.

Nevyužité možnosti malých hydroelektráren činí asi půl terawatthodiny. Šlo by o zhruba 400 nových provozů, ale také rekonstrukce těch stávajících s výkonnějšími technologiemi. K instalaci nových

turbín v úvahu připadají vesměs pouze retenční nebo vodárenské nádrže a rybníky.¹⁵⁹ Výrobu by šlo zvyšovat spíše vylepšováním účinnosti při obnově technologie, případně lepším využitím protékající vody.¹⁵⁹ Generálními opravami lze zvýšit účinnost velkých hydrocentrál o 4–5 % a malých elektráren, které byly postaveny od dvacátých do padesátých let, o 10–15 %.²³ S novými velkými přehradami už prakticky nelze počítat.

Geotermální energie

Pod zemí se ukrývá obrovské množství energie: 99 % objemu zemské kůry má teplotu vyšší než 1000 °C.¹²⁷ Ve vulkanických oblastech stoupají k povrchu horké prameny a gejzíry, které lze používat k vytápění nebo výrobě elektřiny.

Ale také v klidné české krajině jde čerpat takzvanou geotermální energii. Horniny v hloubce zemské kůry jsou horké. K výrobě elektřiny pomocí vody o nižší teplotě se hodí systémy s tzv. organickým Rankinovým (binárním) cyklem. Coby pracovní médium využívají silikonový olej, který má nižší bod varu než voda. Páru nutnou k pohonu turbíny tak lze vyrobit při nižší teplotě než v klasické tepelné elektrárně. Nižší teploty jsou ale také vhodné k vytápění. V Děčíně používají vodu přehřátou v podzemním jezeře k vytápění 10 000 domácností. Ještě nižší teploty lze využívat k ohřívání bazénů nebo k vytápění či naopak chlazení poháněnému tepelným čerpadlem.

Geotermální energie se zpravidla využívá buď přímo ve formě tepla (teploty do 150 °C) pro vytápění budov, zemědělských zařízení a podobně, nebo nepřímo k výrobě elektrické energie v geotermálních teplárnách či elektrárnách (vyšší teploty nad 150 °C).

HDR technologie. Velkou příležitostí je technologie tzv. horkých suchých hornin (*hot dry rock*, HDR). Spočívá v čerpání tepla z neprostupné horniny o dostatečně vysoké teplotě. Ve vybraném místě jsou vytvořeny dva vrty hluboké 3–5 kilometrů, které končí několik set metrů od sebe. Skálu mezi nimi rozbijí tak, aby byla propustná. Pak už jen stačí jedním vrtem zavádět do hlubiny vodu a druhým ji horkou opět čerpat nahoru.

HDR technologie má enormní potenciál a lze ji používat na velké části zemského povrchu. Má jednu vadu: v komerčním provozu jsou prozatím jen dvě elektrárny v německém Landau a francouzském Soultz. Další projekty v různých stádiích vývoje vznikají v Austrálii, Japonsku či USA.

Technologie HDR se zkoumají také v České republice. Nejdál jsou v Litoměřicích, kde se počítá s výstavbou kombinované výroby tepla a elektřiny. Podle propočtů možnosti Českého masivu mnohasetnásobně přesahují českou spotřebu energie. Jejich využití by ale vyžadovalo tisíce projektů, což

není myslitelné. Nicméně s pomocí jen 12 instalací, které mohou vzniknout v první fázi, bychom ročně mohli získávat 0,5 TWh elektřiny a 4 petajouly tepla.²³ Kolem poloviny století by geotermální energie mohla vyrábět ekvivalent elektrárny Prunéřov, největšího fosilního zdroje ČEZ, a přibližně desetinu současné české spotřeby tepla (27 PJ).²³ Pro využívání HDR je vhodná velká část republiky, hlavně severní Čechy a Morava.

Stavba české geotermální elektrárny by dnes stála asi 240 milionů korun na každý instalovaný megawatt. Je to pouze dvakrát tolik, co nyní stojí finský jaderný reaktor Olkiluoto. „V budoucnosti se počítá s nezanedbatelným snížením investičních nákladů,“ poznamenává Pačesova komise.

Tepelná čerpadla. Tepelné čerpadlo získává energii z okolního prostředí (nejčastěji ze země nebo vzduchu, ale také z vody). Tato energie se následně používá k ohřevu vody v systému ústředního topení. Abychom teplem odebraným z relativně chladné země mohli vytápět, musíme využít kompresorem poháněný tepelný oběh. Princip je stejný jako u ledničky, pouze místo jídla ochlazujeme zeminu a místo prostoru za ledničkou odevzdáváme teplo vodě, která teče do radiátorů. Stejně jako lednička potřebuje k pohonu kompresoru elektřinu. Proto obnovitelným zdrojem není kompletní výroba, nýbrž pouze rozdíl mezi dodávanou a získanou energií. Obvykle to bývá asi 60 % z celkového výkonu.

Nejlepším řešením pro obytné domy je kombinace solárního kolektoru (který se hodí spíše k ohřívání vody a nejvíce vyrábí v létě) s tepelným čerpadlem (jež je lepší pro vytápění a pracuje nejúčinněji v zimě). Při použití kolektorů k přitápění se mohou oba systémy doplňovat. Solární systém přehřívá vodu a šetří tepelnému čerpadlu práci. V České republice je v provozu 15–20 tisíc tepelných čerpadel.¹³¹ Je jimi vybavena skoro každá desátá novostavba. S postupným zateplováním domů klesá spotřeba tepla, tudíž stačí menší čerpadla a klesají také pořizovací i provozní náklady.



Foto: Langrock/Zenit/Greenpeace



10. Doprava

Foto: P. Nunes/Dreamstime

Bezkonkurenčně největší položku v českém účtu za dovoz paliv tvoří ropa. Proto pokud má klesnout naše závislost na importu, musíme se soustředit v první řadě na dopravu. Auta, kamiony, letadla, vlaky a lodě přispívají 14 % k emisím oxidu uhličitého.¹⁸⁴ Navíc čísla jsou – na rozdíl od jiných odvětví – horší a horší. Spotřeba energie v dopravním sektoru vzrostla v letech 1998–2008 o 57 %, v automobilech dokonce na dvojnásobek.¹⁸⁵

Poptávka po osobní i nákladní dopravě od konce devadesátých let soustavně roste. Příčinou je prudký ekonomický rozvoj. S přibývajícím životním úrovní lidé více a více jezdí autem. Prosperující podniky potřebují převážet v kamionech velké množství zboží.

Nejde však pouze o to, kolik zboží či lidí (a jak daleko) se vozí, nýbrž také čím se vozí. Přibližně 73 % osobní dopravy připadá na auta;¹⁸⁶ stejně tak nákladní automobily přepraví 76 % českého zboží.¹⁸⁷ Převézt jednoho člověka autem na vzdálenost sta kilometrů vyžaduje ve srovnání s elektrickým vlakem asi 470 % energie, energeticky náročnější než osobní automobil je pouze letadlo.¹⁸⁸

Přitom osobní veřejná doprava víceméně stagnuje, takže v součtu rychle klesá relativní podíl vlaků, autobusů či MHD na přepravě. Přesto si díky důležité roli, kterou měla na počátku devadesátých let, veřejná doprava nadále udržuje poměrně silné postavení – lepší než průměr států Evropské unie. Co bude dál, o tom rozhodne stát. Pokud nechá automobilové a kamionové dopravě volný průběh, import ropy dál poletí nahoru. Nebo může zajistit rychlejší a pohodlnější autobusy, vlaky i městskou veřejnou dopravu či pružnější nákladní přepravu na železnici.

Železniční nákladní doprava od počátku devadesátých let víceméně stagnuje. Přeprava po silnicích přitom neustále roste. Souvisí to s proměnou české ekonomiky (která ale jinak svou energetickou náročnost spíše snižuje): posun od těžkého průmyslu k lehčím odvětvím totiž přesouvá poptávku od přepravy velkoobjemových surovin po železnici k dodáv-

kám spotřebního zboží, polotovarů a potravin kamiony. Země se rychle přeorientovala na otevřenou exportní ekonomiku, která spoléhá na operativnější nákladní auta. Ale i tak si vlaky udržují poměrně silné postavení ve srovnání s průměrem EU. Na jedné straně je to příležitost, na straně druhé se může zboží dál a dál přesouvat ze železnic na silnice.

Experti, kteří připravovali podklady pro Pačesovu komisi, soudí, že automobilová a kamionová doprava dál strmě poroste paralelně s ekonomickou prosperitou. Sice se společnost může postupně nasýtit automobily (nebude už přibývat vozidel), ale bude přibývat dopravy (auta budou více jezdit). Spotřeba energie (převážně ropy) v silniční dopravě by tak stoupla asi o 50 % do roku 2030.¹⁸⁹

Účinná opatření však mohou trend otočit. Doprava by v příštích desetiletích mohla podstatně přispět ke snížení závislosti na fosilních palivech. Wuppertalský institut ve scénáři *Důsledně a chytře* modeloval, že spotřebu lze do poloviny století realisticky vrátit na úroveň roku 2005.²⁵ Konzultační společnost Enviro ve studii pro ministerstvo životního prostředí odhadla, že emise oxidu uhličitého z dopravy mohou do roku 2020 klesnout o 5 milionů tun a v polovině století být o 10 milionů tun nižší než nyní.¹⁹⁰ Přitom její kalkulace pracují s hodně konzervativními technologickými předpoklady. Předpokládají například, že emise osobních aut neklesnou pod 120 gramů na ujetý kilometr, tj. že vozový park zamrzne 26 % nad úroveň, kterou evropská legislativa vyžaduje pro nová vozidla počínaje rokem 2015.¹⁹⁰

Mezi udržením spotřeby energie a razantním poklesem emisí (i dovozu ropy) není diametrální rozpor, jak by se mohlo zdát. Vyžaduje to však legislativu, která výrobce přiměje dodávat na trh auta s mnohem efektivnějšími motory, nezbytná je také silná podpora pro veřejnou dopravu, sítě nových cyklostezek ve městech, rychlejší a operativnější nákladní vlaky a motivace pro firmy a domácnosti, aby těchto příležitostí využívaly.

Řešení lze rozdělit do čtyř typů: (i) technologické inovace vozidel, (ii) změna paliva, (iii) přesun z automobilové a letecké přepravy na železnici, autobusy, MHD či jízdní kola a (iv) snížení poptávky po dopravě.

Efektivnější auta

Čeští spotřebitelé každý rok koupí asi 120 tisíc nových a 180 tisíc ojetých aut. Drahá ropa, poptávka spotřebitelů i legislativa už přiměly automobilky, aby se vrhly na zelené inovace. Vznikají v několika směrech.

Vozidla se spalovacími motory. Řada technických řešení se už dostala na trh. Progres může být rychlý. Volkswagen Passat s výkonem 77 kW měl v roce 2007 spotřebu 6,5 litru a o dva roky později, v zelené verzi Blue Motion, už 4,9 l/100 km, o čtvrtinu méně.¹⁹³ Evropská legislativa zavazuje výrobce, aby do roku 2015 snížili průměrnou spotřebu na 5,6 litrů benzínu, respektive 5 litrů nafty na 100 kilometrů. Řidiči by tak oproti vozům novým v roce 2007 ušetřili asi 18 %, ¹⁹³ a kdyby kompletně nahradili současný český vozový park, spotřeba klesne o více než 45 %.¹⁹⁰ Směrnice také předběžně anoncuje, že v roce 2020 bude unie vyžadovat průměr 4,1 litru u vozů s benzinovými motory a 3,6 litru pro diesely.

Už současné, běžně dostupné technologie mohou snížit spotřebu paliva u vozů s konvenčním spalovacím motorem o více než 35 %.¹⁹⁴ Kdyby každý nákladní automobil nahradilo nejlepší auto, jaké lze pořídit na trhu, spotřeba klesne o 20 %.¹⁹⁰ Tzv. stop-start zařízení, které automaticky vypíná či zapíná motor při krátkodobých zastaveních, například před semaforem, ušetří asi 5 % paliva; optimalizace převodovek u jednotlivých modelů osobních aut dalších 9 %; náhrada hydraulických posilovačů řízení elektrickými zhruba 3 % a lepší aerodynamika podvozku osobních vozů 1–2 %.¹⁹⁵ Kdyby se každé z těchto čtyř opatření uplatnilo u poloviny českého vozového parku, poptávka po ropě klesne o 295 tisíc barelů ročně, takže domácnosti a podniky ušetří asi 0,4 miliardy korun. Nikdo pořádně neví, kam by mohl pokrok dojít během příštích desetiletí. Inženýři naprosto vážně kalkulují se čtyřsedadlovým dieselvým autem se spotřebou 1,8 litru na 100 kilometrů coby běžným výrobkem.¹⁹⁶

Hybridní auta. Nemalé příležitosti nabízejí hybridní vozidla, která kombinují dva motory: spalovací a elektrický. Energii šetří hlavně proto, že využívá zařízení stop-start (automatické vypínání spalovacího motoru při zastavení a automatické zapínání při rozjezdu), a díky rekuperaci energie brzd a počítačem řízenému využívání elektrického, respektive spalovacího motoru pro různé styly jízdy. Na trhu se hybridy objevily v devadesátých letech. Čeští zákazníci jich dosud koupili řádově několik stovek, jejich

prodej však rychle roste. Modelů různých značek rychle přibývá. Konzultační společnost McKinsey kalkuluje, že během dvou desetiletí mohou hybridy šetřit 65–80 % energie ve srovnání se současnými běžnými vozy.¹⁹⁴

Plug-in hybridy. Kombinují přínosy elektromobilů (hlavní pohon čistou elektřinou) i konvenčních hybridů (velký dojezd). Inženýři experimentují s různými technickými přístupy. Scénář propočítávaný Institutem pro koncepty vozidel německého Centra pro letectví a kosmonautiku kalkuluje, že v polovině století by se vozový park v Evropě mohl skládat ze zhruba pětiny konvenčních osobních aut, dvou pětin hybridů nezávislých na síti a dvou pětin plug-in elektromobilů.

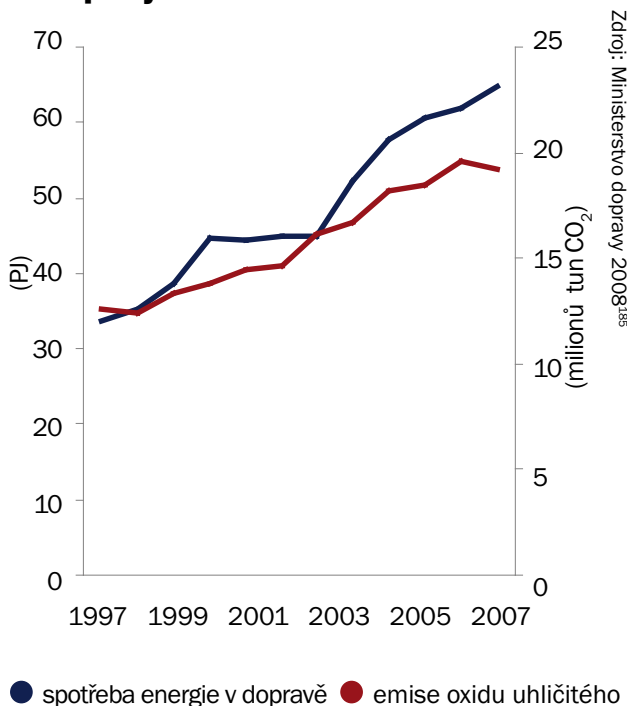
Jiné možnosti snižování spotřeby

Pneumatiky. Pneumatiky s nižším valivým odporem mohou ušetřit 3–15 % energie u osobních automobilů a dokonce 15–30 % u nákladních automobilů.¹⁹⁷ Desetiprocentní změna ve valivém odporu snižuje spotřebu paliva o 2 %.¹⁹⁸ Pneumatikářský průmysl počítá se snížením valivého odporu o 50 % do roku 2030.¹⁹⁶ Pokud by polovina aut používala pneumatiky, jež sníží energetickou náročnost vozu o jednu dvacetinu, česká ekonomika ušetří 165 tisíc barelů ropy ročně, tedy přes 200 milionů korun.

Letadla a vlaky. Modernizace letecké nebo železniční dopravy bude podstatně pomalejší – obměna lokomotiv a letadel netrvá roky, nýbrž desetiletí. Nicméně i zde jsou pozoruhodné možnosti. Velká část vozového parku Českých drah je nyní na hranici životnosti, což nabízí příležitost k modernizaci, která se dlouho nebude opakovat. Moderní rychlovlaky mohou mít až o 15 % nižší spotřebu energie oproti dosavadním modelům.¹⁹⁹ Obdobně u nových letadel lze dvěma designovými opatřeními – větším rozpětím křídel a lepší kontrolou laminárního proudění – snížit spotřebu paliva o 20–30 %.¹⁸⁹ V letecké dopravě je také třeba vylepšit organizaci, zejména zajistit omezení kongescí při přistávání na letištích.

Potenciál úspor má v železniční dopravě zejména urychlená obměna příměstských motorových vlaků za vlaky elektrické a schopné rekuperovat brzdovou energii. Další úspory by přinesla také elektrifikace tratí. Elektrifikovaných železnic je nyní v České republice jen 32 %.¹⁸⁵

Graf 14: Energetická a uhlíková náročnost české dopravy



Změna paliva

Hybridní vozy jsou prvním krokem ke koncepčnímu řešení: hledat pro auta jiný pohon.

LPG/CNG. Mnoho českých řidičů už nyní používá propan-butan. Pohon plynem prakticky nijak nesnižuje dovoz paliv – nicméně má některé přínosy: o něco menší emise oxidu uhličitého a také nižší místní znečištění, takže provoz za sebou zanechává méně smogu. Může jít o krátkodobé vylepšení, které umožní vylepšit už stávající modely.

Elektromobily. Hlavní cestou, kterou se v příštích letech osvobození aut od ropy vydá, se stále více ukazuje být pohon elektrinou. Za posledních asi 110 let výrobci s elektromotory opakovaně experimentovali. Nikdy však ve velkém nepronikly na běžný trh. Teprve počínaje devadesátými lety se objevila řada typů se seriózní ambicí k sériové komerční produkci: Daihatsu Hijet EV, Th!nk City, Honda EV Plus, Renault Clio Electric, Tesla Model S a další. Nicméně před elektromobily pořád stojí několik důležitých překážek. Cena je vysoká, dojezdová vzdálenost poměrně nízká (ačkoli s novými typy roste), ještě nevznikla pohodlná a snadno přístupná infrastruktura pro dobíjení a potažmo chybí to hlavní: masová důvěra spotřebitelů.²⁰⁰ Asociace evropských automobilek ACEA odhaduje, že koncem desetiletí by elektromobily mohly tvořit 3–10 % vozů prodaných v EU.²⁰¹ Velký potenciál mají některá specifická odvětví, která se vyznačují hromadnými nákupy, například služební vozidla veřejné správy (pošta, policie a podobně) či komunální technika.

Očekává se, že v roce 2050 budou elektromobily dvakrát energeticky efektivnější než spalovací motory.²⁰⁰ Ekologické škody však hodně závisí na tom, na co konkrétně by auta jezdila. Není elektrina jako elektrina. Auta poháněná energií z uhlíkových elektráren za sebou na jeden ujetý kilometr zanechají srovnatelné nebo větší množství uhlíkových emisí než vozy se spalovacím motorem.²⁰⁰

Pohon průměrnou elektrinou z energetického mixu EU je asi o polovinu čistější než benzínová či naftová auta.²⁰⁰ Hlavní přínos elektromobilů však tkví v něčem jiném. Umožní řešit problém, který doposud řešení neměl: jak pohánět silniční dopravu obnovitelnými zdroji.⁶⁷ Agropaliva, i kdyby se podařilo vyřešit ekologické a sociální škody, to v dohledné době nedovolují (podrobnosti v rámečku). Kdyby měla seriózně nahrazovat současnou spotřebu ropy, musela by produkce být řádově větší než množství, o kterém se nyní uvažuje – a na to nestačí půda. České možnosti výroby zelené elektriny sice nestačí ani k pokrytí současné domácí spotřeby (viz kapitola 9), ale evropský potenciál obnovitelných zdrojů je mnohem větší. Navíc si v tomto případě nemusíme dělat větší starosti s dovozem. Přínejhorším importovanou ropu nahrazujeme importovanou elektrinou (a zatímco ropa obvykle pochází z nestabilních zemí, elektrina vyrobená z obnovitelných zdrojů může být evropská).

Agropaliva jsou (prozatím) slepá ulička

Ekologické organizace v tomto plánu nepočítají s automobilovými agropalivy, jako je bionafta z řepky nebo etanol.

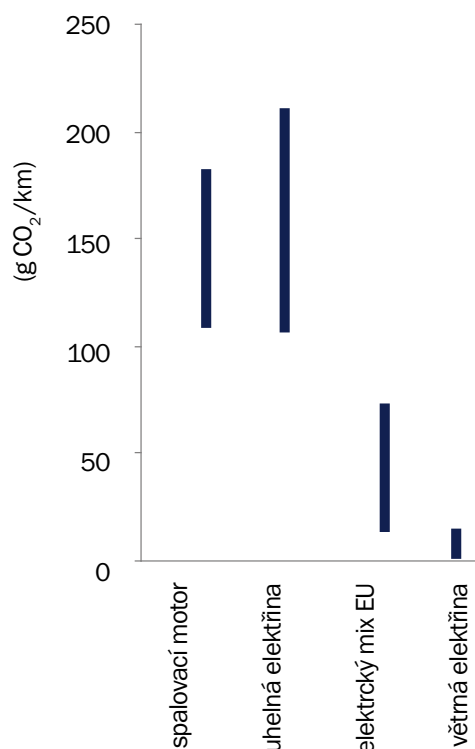
Současná agropaliva mají nesporně své přínosy – a také velká rizika. Posilují průmyslové zemědělství, které kontaminuje krajinu toxickými pesticidy a průmyslovými hnojivy. Některé typy konkurují na trhu s potravinami.

Především je však výroba agropaliv energeticky velmi náročná a často prostě nevýhodná. Mnohem více se vyplatí stejnou půdu použít k pěstování energetických plodin pro elektrárny a teplárny (viz kapitola 9). K nahrazení 10 % ropy agropalivy (jak požaduje evropská legislativa) Česká republika potřebuje plochu, která by stačila k výrobě elektriny pro polovinu českých domácností.¹⁹¹ Emise oxidu uhličitého by tak klesly třináctkrát více.

Paradoxně je výhodnější pohánět auta elektrinou vyrobenou z energetických plodin než rovnou agropalivy. Elektrická energie vyrobená z biomasy umožní ujet průměrně o 81 % více kilometrů než celulósový etanol.¹⁹²

Stát by proto měl sundat nohu z plynu a netlačít na rychlé zavádění agropaliv na trh. Nicméně je důležité pokračovat v technickém výzkumu. Některé experimenty vypadají celkem slibně a mohly by vyřešit současné problémy.

Graf 15: Emise oxidu uhličitého na ujetý kilometr, spalovací motor versus elektromobily poháněné elektřinou z různých zdrojů



Zdroj: Kampman et al. 2010²⁰⁰ a kalkulace Hnutí DUHA

Zejména ve městech, kde je poptávka po dopravě největší, mohou elektromobily přinést významné úspory energie. Zároveň se díky nim vyčistí vzduch a sníží hluk v ulicích i podél frekventovaných silnic. Podmínkou není pouze dostatek čisté elektřiny, ale také rozvoj inteligentních energetických sítí, které budou schopny regulovat připojování automobilů na nabíjení a zároveň využívat baterií připojených vozů jako špičkového zdroje; lépe by se tak využilo nepravidelného výkonu větrných nebo solárních elektráren (podrobnosti v kapitole 7.3).

Klíčovou podmínkou jsou baterie, které budou levnější a déle vydrží. Současné trendy k tomu úspěšně směřují. Právě díky inovacím baterií mohou elektromobily v příštích letech – po více než století neúspěšných pokusů – masově proniknout na trh. McKinsey odhaduje, že cena bude v příštích dvou desetiletích klesat o 5–8 % ročně.

Vodík. Ještě před několika lety se zdálo, že budoucnost automobilů patří vodíkovému pohonu. Technologie má skutečně dobré výsledky. Hlavní překážkou proniknutí na trh však nejsou vozidla, nýbrž vodík. Elektrická síť vede do každého domu; k zásobování vodíkem doposud nevznikla infrastruktura. A patrně hned tak nevznikne – už jen proto, že by to byla značně riskantní investice. Pokud se totiž ukáže,

že elektromotory jsou po ekologické a ekonomické stránce výhodnější než palivové články, vodíkové vozy nebudou dávat smysl. Vodík v autech neslouží jako palivo, nýbrž k ukládání energie z elektřiny. Pokud se jí podaří do aut dodávat jinak (konkrétně: budou-li baterie dostatečně lehké, levné a zajistí dobrou dojezdovou vzdálenost), nebude tento mezikrok potřeba.

Vodík je přitom méně efektivní než elektromobily. Vodíkové vozidlo z každého joulu energie využije 28 %, zatímco elektromobily 34 %. Rozdíl způsobuje zejména horší transformace energie v palivovém článku (58 %) oproti lithium-iontové baterii (94–98 %).⁶⁷

Nákladní doprava na železnici

Stát musí nastavit spravedlivé podmínky a motivovat firmy, aby tranzitní přepravu zboží i část vnitrostátní nákladní dopravy přesunuly z kamionů na železnici. Enviros odhaduje, že lze reálně počítat s přesunem 15 % kamionové dopravy na železnici do roku 2020 a 35 % do roku 2050.¹⁹⁰ Pokud by veškerý přesun směřoval na elektrifikovanou železnici, spotřeba ropy by klesla o 1,4 milionu, respektive 3,2 milionu barelů ročně.

Ne všude lze dojet vlakem (a ne vždy by to bylo efektivní), takže na kratší vzdálenosti musí a budou muset vypomáhat nákladní auta. Dálkovou železniční dopravu usnadní vybudování logistických center, která slouží k překládání zboží z kamionů na vlaky a opačně. Ministerstvo dopravy navrhuje v prvním sledu vybudovat dvanáct takových center na pečlivě zvolených místech České republiky. Ve druhém sledu mají vznikat další, menší, u středně velkých měst či velkých průmyslových zón a na podobných místech.

Lepší veřejná doprava

Enviros ve studii pro ministerstvo životního prostředí odhaduje, že do roku 2020 by realisticky 15 % cestujících mohlo přesehnout z aut na veřejnou dopravu, kolem roku 2050 to může být až 50 %.¹⁹⁰ Pokud se to má podařit, veřejná doprava musí být rychlejší, pohodlnější a levnější.

MHD. K většímu komfortu MHD je nutný hlavně dostatek míst k sezení, četnější spoje a komfort. Internetové připojení v regionální a dálkové dopravě by se mělo stát standardem; musí vzniknout kvalitní a příjemné informační služby a zázemí pro cestující: čekárny, občerstvení, úložny na kola, pohodlné odbavení. Veřejná doprava musí být kreativní. V Lucembourgu, hlavním městě Lucemburska, autobusy staví nejen za zastávkách, ale lze je přivolat i na místa mimo plánovanou trasu.

Ale komfort nestačí. Důležitá je i rychlost. Autobusy a tramvaje se nyní jen pomalu probíjejí ulicemi. Města je musí systematicky zvýhodňovat v městském

provozu: automatickou předností na řízených křižovatkách, vyhrazenými pruhy a podobně. Českým pionýrem v přednosti pro tramvaje a autobusy na křižovatkách je Praha. Rovněž v Brně elektronicky řízené semaforey na vybraných křižovatkách upřednostňují tramvaje. Lepší dopravu uvnitř měst by umožnilo také zapojení železnice. Praha vlastní asi 200 kilometrů železnic, což je více, než mají trasy metra i tramvají dohromady. Je zde navíc přirozená návaznost na příměstské tratě. Jejich modernizace a využití je přitom mnohem levnější než nové trasy metra nebo tramvají. Přeprava by byla bezkonkurenčně rychlejší než auta či současná MHD: ze Smíchova do Vršovce je to vlakem asi 6 minut a nejrychlejší MHD kolem 22 minut; ze Zahradního města na Kačerov 5 namísto 28 minut.

Atraktivnost veřejné dopravy může razantně zlepšit i banální a pouze na první pohled ambiciózní opatření: jízdné zdarma. Radnice ve Valašském Meziříčí podnikla v létě 2009 experiment: umožnila lidem bezplatně cestovat městskými autobusy. Počet cestujících stoupl až o 40 % a zřetelně ubylo osobních aut v ulicích. Středočeské Hořovice provozují MHD zadarmo již dva roky. Náklady stouply pouze o necelou čtvrtinu. Kdyby pražský dopravní podnik přestal vybírat jízdné, magistrát by musel každoroční dotaci zvednout pouze o 64 %.²⁰²

Veřejná doprava na venkově. Stejná pravidla – komfort včetně zastřešených zastávek a čekáren, čistota, nižší ceny, časté spoje a návaznost – musí platit také pro veřejnou dopravu na venkově. Přes 2200 českých obcí dodnes nemá v sobotu žádné autobusové spojení.¹⁸⁵ Nizozemská provincie Frísko zavedla ve všech vesnicích nad 250 obyvatel autobusovou linku každé dvě hodiny mezi sedmou ráno a jedenáctou večerní, sedm dní v týdnu, a častější ve městech nad 5000 obyvatel. Program stojí asi 42 eur (1060 korun) na člověka a rok.²⁰³ Kraje, obce a dopravci by měli více experimentovat s kombinací různých vozidel ve svém parku: není potřeba, aby do každé vesnice zajížděl velký autobus pro desítky sedících cestujících. Někdy stačí mikrobusey s levnějším (a čistším) provozem.

Ve všech českých regionech musí vzniknout integrovaný dopravní systém (IDS): jedna jízdenka na všechny místní provozovatele veřejné dopravy a propracovaná návaznost jednotlivých spojů. Průkopníkem je hlavně Jihomoravský kraj. Stát musí systematicky vyhledávat inspirativní inovace doma a hlavně v cizině a návrhy na vylepšení zprostředkovávat krajům, případně jiným organizátorům IDS, aby po nich nemuseli nákladně a komplikovaně pátrat sami. Důležité je především zavádění inteligentních informačních a logistických novinek: sofistikované informační systémy pro cestující, on-line informace v mobilních telefonech, placení mobilem (po vzoru Prahy) nebo integrace různých tarifních systémů (například MHD a carsharing, parkovné

v park-and-ride, chytré tarify pro rodiny, výhody pro cestování s kolem aj.). Zároveň je třeba integrovat MHD, vlaky či meziměstské autobusy s dopravou automobilovou – zejména budovat záchytná parkoviště u terminálů na okrajích měst.

Nové železnice. Ekologické organizace soudí, že vedle výhledově až 990 kilometrů vysokorychlostních tratí bude potřeba vystavět také asi 1080 km konvenčních železnic. Jde o součet řady dílčích úseků, které zatím chybí. Nutná je také razantní modernizace (včetně elektrifikace a také v některých případech rozšíření z jedno- na dvoukolejové) přibližně 2220 km tratí. Nutné stavby zahrnují větší projekty i doplnění drobných, ale významných spojek, které zprůchodní síť, zkrátí cestovní časy, umožní lepší soužití osobní a nákladní dopravy a podobně.

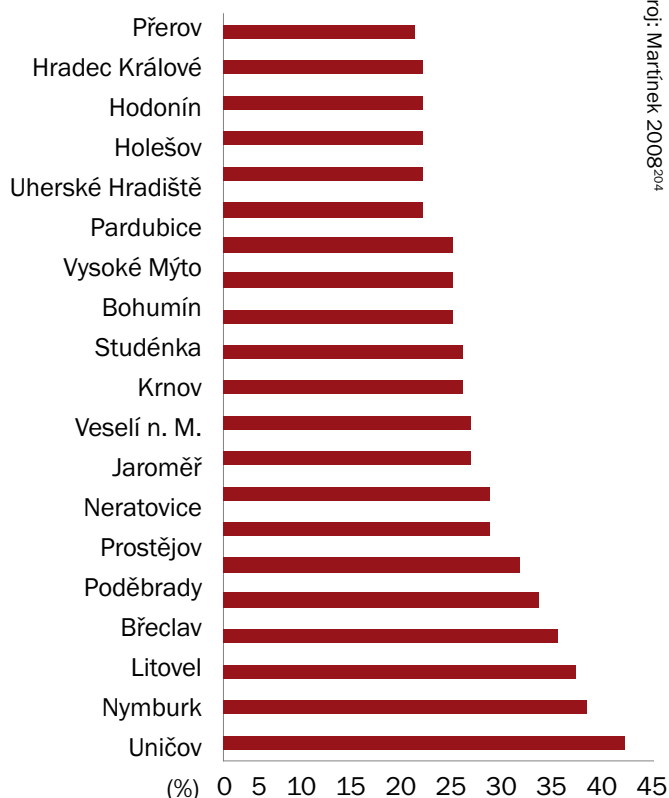
Letecká doprava v Evropě rapidně roste. Letiště se proměňují doslova v ostrovy koncentrovaného znečištění a hluku, které poškozují zdraví desetitisíců lidí v sousedních obcích a městských čtvrtích. Přitom na vzdálenosti do zhruba 1000 km dokáže letadlům snadno konkurovat železnice. Rychlé vlaky jsou pohodlnější a pružnější. Cestující nemusí putovat na letiště a opět do města ani čekat na odbavení. Podmínkou je vybudování vysokorychlostních železnic s traťovou rychlostí nad 250 km/h, které budou navazovat na síť v sousedních zemích a zbytku Evropy. Cesta ze středu Prahy do centra Berlína by tak trvala do dvou hodin, zatímco letadlem nejméně 3–4 hodiny. Do Amsterdamu by šlo dojet vlakem odhadem za 4 hodiny. Přesunutí pouhých 5 % letecké dopravy na železnici by ušetřilo řádově tisíc a více terajoulů energie ročně.



Foto: iStock

Graf 16: Česká města s vysokým podílem cyklistiky na cestách do zaměstnání

Zdroj: Martinek 2008²⁰⁴



Cyklistika

Více než třetina lidí v Nymburce, Litovli nebo Břeclavi jezdí do práce na kole; v Uničově je to 42 % obyvatel.²⁰⁴ V jednadvaceti českých městech s více než 10 000 obyvateli připadá na cyklistickou dopravu přinejmenším pětina cest do zaměstnání.²⁰⁴ Švýcaři ve své kopcovité zemi podnikají na bicyklu 15 % cest.²⁰⁵

Obdobné podíly by cyklistická doprava mohla mít také ve většině ostatních českých měst. K tomu je třeba vytvořit podmínky pro pohodlný a bezpečný pohyb cyklistů. Počet lidí na kolech totiž závisí v první řadě na podmínkách, jaké mají. Mnichovská radnice během 22 let vybudovala cyklostezku na bezmála každém třetím metru ulice, a dokázala tak zvýšit cyklistický provoz na dvoučtvrtinásobek: ze 4 % na 13 % jízdy.²⁰⁴ Cyklostezek musí být tolik, aby bylo možné bezpečně a komfortně jezdit po celém městě. Především je potřeba, aby vytvořily ucelenou síť, která nemusí být na všech ulicích; ve mnoha jednosměrkách mohou cyklisté jezdit obousměrně.

Důležitý je také klidnější provoz. Mnohá evropská města dovolují padesátikilometrovou rychlost pouze na hlavních komunikacích, zatímco v menších ulicích, které procházejí obytnými čtvrtěmi, ji omezily na 30 km/hod. V Berlíně nebo Bonnu platí třicítka na zhruba 70 % ulic.²⁰⁶

Ovšem nesmí zůstat u dopravních cest. Radnice musí vybudovat stojany před velkými obchody, na úřadech, nádražích, před školami a podobně, umožnit převážení bicyklů v dopravních prostředcích či podpořit půjčovny jízdních kol.

Města pro lidi

Ve velkých městech pomůže plošné mýto za vjezd do centra, o jakém podle úspěšného vzoru Londýna vážně uvažuje přinejmenším Praha. V centrálním Londýně díky němu auta stráví o 30 % méně času v dopravních zácpách a ubylo 16 % aut. Ve Stockholmu během půl roku po zavedení mýta ubylo 22 % automobilové dopravy. Přinejmenším část výnosu by radnice měly investovat do veřejné dopravy a cyklostezek. Obdobně důsledné poplatky za parkování motivují řidiče, aby nechali vůz na předměstských parkovištích a do centra se vydali veřejnou dopravou.

Při plánování nových silnic a dálnic je třeba explicitně zahrnout do propočtů efekt takzvané dopravní indukce: zvyšování poptávky po dopravě větší nabídkou infrastruktury. Stát by přitom měl vážně prozkoumat, zda je smysluplné zavést po vzoru kamionů celoplošné mýtné také pro osobní auta (viz kapitola 12.10.).

Automobilový provoz nemálo omezí také důležitá opatření, která mají na první pohled s dopravou málo společného, ale pomohou snížit poptávku po jízdách autem. Klíčovou roli hraje územní plánování. Satelitní městečka při okrajích velkoměst, architektky nazývaná sídelní kaše, která vznikala v posledních dvou desetiletích, každý den generují proudy aut. Malé obce na okrajích velkých měst pociťují přetížení projíždějícími vozy jako palčivý problém. Desetitisíce lidí putují do centra za prací a zpět domů, jinak než automobilem se nedostanou do obchodu (a prakticky kamkoli jinam). Rovněž supermarkety na periferii většina lidí navštěvuje vozem. Přesně 66 % z obchodních středisek plánovaných v České republice v roce 2008 mělo vzniknout na předměstích nebo až v příměstských lokalitách.²⁰⁷

Radnice by měly plánovat rozvoj měst tak, aby vznikalo hustší osídlení, které půjde smysluplně obsluhovat veřejnou dopravou. Zároveň musí oživovat centra českých měst a podporovat malé obchody, aby domácnosti měly příležitost nakoupit vše potřebné v sousedství, nebo výstavbu sídelních celků s výrazným omezením nebo vyloučením osobních automobilů.

V amsterdamské čtvrti Westerpark postavili 600 bytů pro ne-motoristy. Na sídlišti je 0,2 parkovacího místa na bytovou jednotku – parkovací místa slouží především návštěvníkům a členům místního klubu sdílených vozidel. Obytná zástavba byla navržena výhradně pro pěší. Výsledkem snahy je přitažlivé zahradní město. Pravidelná veřejná doprava zajišťuje

dobré spojení. Obdobné projekty jsou v Edinburghu, Vídní, Hamburgu, Mnichově, Berlíně a jinde.

K uklidnění dopravy pomohou drobná opatření v ulicích: omezení rychlosti, retardéry, pěší zóny, rozšíření chodníků na úkor vozovky a parkování, hojné používání dělicích ostrůvků nebo vkládání zeleně a místa pro pěší do parkovacích ploch. Města musí vytvářet podmínky pro to, aby děti mohly chodit do školy pěšky, jezdit na kole či hromadnou dopravou – a tudíž aby je rodiče nemuseli vozit autem. Organizace Pražské matky a Oživení pomohly už dvaceti školám v metropoli navrhnout konkrétní projekty, které zajistí bezpečnější chůzi (či jízdu na kole) do školy. Nadace Partnerství financuje obdobný program v celé republice.

Zavádění elektronické veřejné správy ušetří lidem mnoho cest na úřady. Podpora zavádění telekonferencí a teleworkingu (práce z domu) ve firmách umožní, aby lidé nemuseli každý den dojíždět do práce nebo se vydávat na služební cesty.

Místní zboží a suroviny

Neméně důležité je, aby klesala poptávka po dálkové nákladní přepravě. Česká republika během roku 2008 dovezla 18 tisíc tun másla a vyvezla šest tisíc tun másla, dovezla 60 tisíc tun jablek a vyvezla 44 tisíc tun jablek, dovezla 108 tisíc tun brambor a vyvezla 36 tisíc tun brambor. Velkou část zboží převážejí kamiony.

Evropská agentura pro životní prostředí poukazuje na tři příčiny dramatického růstu kamionové dopravy v posledních dvou desetiletích: postupně se proměňuje produkce i dodavatelské sítě, rostou vzdálenosti mezi místy výroby a spotřeby a vozidla nejsou vytížena.²⁰⁸ Důležitou roli v tomto trendu sehrál rozvoj operativních dodávek just-in-time. Kvůli nim se „velká část zboží přesouvá ze skladů na silnice“.²⁰⁸ Na počtu najetých kilometrů se 25–40 % podílejí prázdné kamiony.²⁰⁸ Současné trendy však v žádném případě nejsou přirozený jev, se kterým by nešlo nic dělat. Naopak: řadu z nich pohánějí konkrétní politická rozhodnutí, včetně několika desetiletí rozhodné politiky rozvoje silničního sektoru.²⁰⁹ Stát pro kamiony léta víceméně vytvářel nabídku budováním pohodlné infrastruktury a pomáhal špatnými daňovými pravidly. Vysoké zdanění domácí pracovní síly a nízké daně z energie či paliv podporují dovoz z velké vzdálenosti na úkor zboží z okolních měst a obcí.

Stát by měl motivovat firmy, aby tam, kde je to možné, nakupovaly od místních dodavatelů a vylepšovaly efektivnost kamionového provozu. Nejenže tak sníží dovoz ropy i znečištění, ale rovněž posílí místní ekonomiky. Hlavním řešením je rozšíření mýtného a ekologická daňová reforma, dvě opatření, která budou působit jako účinný stimul (viz kapitoly 12.10 a 11.2).

Spotřebitelské chování v dopravě

Ne všechno zařídí radnice nebo stát. Hodně důležitá jsou také konkrétní rozhodnutí řidičů a spotřebitelů v dopravě. Různé programy jim však mohou pomoci. Mnoho paliva lze ušetřit snížením maximální povolené rychlosti na silnicích a dálnicích: pro začátek omezením rychlosti na dálnici na 110 km/h. Závislost spotřeby benzínu či nafty na rychlosti je exponenciální a zejména při vyšších rychlostech může rychlejší jízda zvýšit energetickou náročnost vozu až o desítky procent. Nizozemská studie spočetla, že snížení maximální rychlosti na dálnicích ze současných 120, respektive 100 km/h. na 80 km/h. by snížilo spotřebu paliva o 30 %.²¹⁰

Daňové programy by měly motivovat spotřebitele, aby na trhu dávali přednost autům s nižší spotřebou (viz kapitola 12.2). Pomohou tak mírnit i varující trend rostoucího používání terénních vozů s extrémně vysokou spotřebou ve městech, který nemá žádný praktický smysl.

Nové informační systémy pomohou uživatelům dopravy vybrat postup, který ušetří nejvíce paliva (rychle dostupné informace o zácpách a uzavírkách, automatické výpočty nejlepší trasy aj.). Nejde pouze o správnou trasu pro auto. Software může například při hledání vhodného spojení z místa A do místa B najít spojení veřejnou dopravou i trasu pro auto, ale také spočítat finanční náklady a množství spotřebovaného paliva. Vyžadovalo by to systém online propojený s dopravci i se správcem železnic a silnic, který by poskytoval aktuální informace. Výukový blok o energetické efektivnosti při jízdě osobním automobilem by šlo zavést jako povinnou součást autoškoly.

Podpora systémů sdílení automobilů (carsharingu) motivuje domácnosti, aby auto používaly jen v nutnějších případech. Účinné by bylo také propojení tarifů carsharingu s MHD a vyhrazená parkovací místa pro auta v systému carsharingu na výhodných místech ve městech.



Foto: České dráhy



Foto: Greenpeace



Foto: Schott

11. Jak se promění česká energetika

Jedna věc jsou možnosti – kolik domů lze zateplit, kolik energie lze vyrobit z obnovitelných zdrojů, o kolik lze snížit emise skleníkových plynů. Papírových příležitostí máme hodně. Ale opravdu důležité je, kolik z nich tržní ekonomika využije a jak je bude kombinovat. To závisí na řadě věcí: na nákladech a cenách, na legislativě a dalších intervencích státu. Proto ekologické organizace nechaly modelovat tři scénáře, podle kterých se energetický metabolismus české ekonomiky může v příštích desetiletích proměňovat.

V této kapitole diskutujeme nejprve výsledky scénářů a posléze také, jak by jejich uskutečnění proměnilo podobu české energetiky.

11.1. Tři scénáře české energetiky

Sofistikované počítačové modelování energetických scénářů je postup, který experti často používají, aby papírové možnosti konfrontovali s reálnou ekonomikou. Neslouží coby prognózy, jak se hospodářství nebo energetika budou měnit. Ilustrují, jak by se měnit mohly. Scénáře sledují vybrané parametry ekonomiky a ukazují dvě věci:

- ➔ Jak se bude hospodářství vyvíjet v daných mantinelech – jak naloží s dostupnými zásobami surovin, možnostmi využití obnovitelných zdrojů nebo energetické efektivity, jaká bude potřeba po energii a naopak po úsporách.
- ➔ Jak se v ekonomice projeví různá opatření státu – řekněme třeba nové ekologické zákony či lepší podpora obnovitelných zdrojů energie. Ukazují, kterým směrem a jak daleko ekonomiku posunou.

K vytváření energetických scénářů se používají sofistikované počítačové modely, které experti plní velkým množstvím statistických dat o ekonomice. Výsledky modelů jsou samozřejmě přibližné a slouží jako

hrubá ilustrace, nikoli přesný ukazatel.

Modelování tak umožňuje prozkoumat, jak se vývoj ekonomiky a energetického sektoru bude lišit podle vybraných energetických strategií a použitých opatření. Mohou dobře sloužit jako podklad pro koncepční rozhodování, neboť ukazují dopady jednotlivých kroků.

Scénáře bývají užitečné zejména tehdy, když prověřují také možné, nikoli pouze pravděpodobné varianty. Pak totiž dovolují, abychom kreativně uvažovali o opatřeních, jež lze použít, a rozsahu, ve kterém lze ekonomiku ovlivnit – a nenechali se pasivně unášet vývojem, jaký nastane, když hospodářství bude plynout jako doposud. Kvalitní scénáře pomáhají vybrat klíčová témata k řešení a hlavní konkrétní kroky k provedení.

Modelování scénářů Wuppertalského institutu

Ekologické organizace zadaly renomovanému Wuppertalskému institutu pro klima, životní prostředí a energetiku, aby sestavil a modeloval tři ilustrativní scénáře české ekonomiky a energetiky.

Záměrně jsme chtěli, aby modelování dělali zahraniční vědci, kteří nejsou angažováni v české energetické debatě a různých domácích zájmech. Volba padla na Wuppertalský institut, protože patří mezi špičková výzkumná pracoviště v Evropě, jež studují energetiku a surovinové toky v ekonomice. Institut spolupracuje s univerzitami, německou vládou či OSN; je součástí konsorcia, které poskytuje scénářové analýzy pro Evropskou komisi.

Scénáře byly sestaveny pomocí modelu *Wuppertal Scenario Modelling System* (WSMS). Stejnou metodiku institut používá například při zpracování podkladové studie, podle níž německé spolkové ministerstvo životního prostředí vydává své každoročně aktualizované scénáře, nebo při modelování zadaných Evropským parlamentem či Spolkovým sněmem v Německu.

Wuppertalský institut shrnul výstupy modelování do stostránkové studie, která je ke stažení na www.hnutiduha.cz/publikace/wuppertalsky_institut_scenare.pdf. Shrnuje podrobné výsledky modelování a popisuje možnosti budoucího vývoje české energetiky pomocí tří scénářů pro časový horizont do roku 2050.

Pro každý ze tří scénářů modelování poskytlo sadu hlavních výsledků pro období do roku 2050:

- ➔ kompletní energetickou bilanci všech primárních zdrojů včetně rozlišení na domácí zdroje a dovoz;
- ➔ přehled konečné spotřeby energie podle odvětví (domácnosti, průmysl atd.) a nosičů (teplo, elektřina, plyn, uhlí, ropa);
- ➔ strukturu primárních zdrojů energie pro výrobu tepla a elektřiny;
- ➔ emise oxidu uhličitého.

Ke zpracování scénářů Wuppertalský institut používal data z několika zdrojů. Mezi hlavní patřila zpráva Pačesovy komise, odkud převzal odhady vývoje počtu obyvatel a HDP nebo potenciál obnovitelných zdrojů energie v České republice. Při modelování byly rovněž použity výsledky propočtů pro vývoj konečné spotřeby v jednotlivých odvětvích ze scénářů společnosti SEVEN, které původně vznikly jako podklad pro Pačesovu komisi. Možnosti vylepšování energetické efektivity v jednotlivých sektorech Wuppertalský institut čerpal z dílčích studií, které pro ekologické organizace vypracovaly společnosti Porsenna a Ekowatt. Dalším významným zdrojem byla data Evropské komise – Generálního ředitelství pro dopravu a energetiku.

Kde to bylo možné, jsou výstupy scénářů porovnávány s výsledky jiných výzkumů, které dělala Pačesova komise, Evropská komise nebo Mezinárodní energetická agentura (IEA).

Model, který Wuppertalský institut používá, nezahrnuje matematickou optimalizaci. To například znamená, že míra pronikání jednotlivých nových technologií na trh není kalkulována podle konkrétních zadaných údajů (například jaká bude cena ropy či výrobní náklady nových technologií nebo kolik budou stát povolenky k emisím oxidu uhličitého). Podle zkušeností institutu matematická optimalizace příliš závisí na zvolené metodice. Wuppertalský institut proto užívá takzvaný simulační přístup, který pracuje s ekonomickými propočty předpokládané preference a rozhodnutí klíčových hráčů.

Shody a rozdíly mezi scénáři

Wuppertalský institut sestavil trojici scénářů energetické budoucnosti české ekonomiky – nazvaných *Vše při starém*, *Lenivý pokrok* a *Důsledně a chytře* – a modeloval je.

Všechny tři scénáře počítají se stejným vývojem počtu obyvatel i HDP. Institut zde použil odhad podle Pačesovy komise, aby byly výsledky porovnatelné. Populace podle nich do roku 2050 klesne na 9,4 milionu obyvatel a ekonomický výkon stoupne bezmála na čtyřnásobek. Všechny scénáře rovněž počítají s tím, že domácí těžba hnědého uhlí nepřekročí platné územní ekologické limity, jak je upravila a potvrdila vláda v říjnu 2007, a nepředpokládají otevírání nových dolů na černé uhlí. Ani jeden ze scénářů nepočítá s výstavbou nového jaderného reaktoru.

Čím se tedy liší? Intervencemi státu. Odlišují se tím, kolik (a jakých) opatření vláda a zákonodárci použijí z výběru možností, který zahrnuje:

- ➔ zákon o závazném tempu snižování emisí skleníkových plynů;
- ➔ podporu obnovitelných zdrojů energie (pevné výkupní ceny a jiná motivace investorů);
- ➔ investice do zateplování domů a další finanční podpora pro vylepšování energetické efektivity, nové standardy pro domy, školení stavebních firem, osvětové programy, energetické audity a podobně;
- ➔ vytvoření nákladů na emise oxidu uhličitého (pomocí evropského obchodování s emisemi nebo mezinárodních mechanismů podle doplněného Kjótského protokolu);
- ➔ odstranění dotací, které podporují spotřebu fosilních paliv;
- ➔ ekologickou daňovou reformu;
- ➔ zavedení plné odpovědnosti provozovatelů jaderných elektráren za případné škody;
- ➔ změny v organizaci a regulaci energetického sektoru, například stimulace ČEPS a distribučních společností k investicím do reformy elektrické přenosové a rozvodné soustavy.

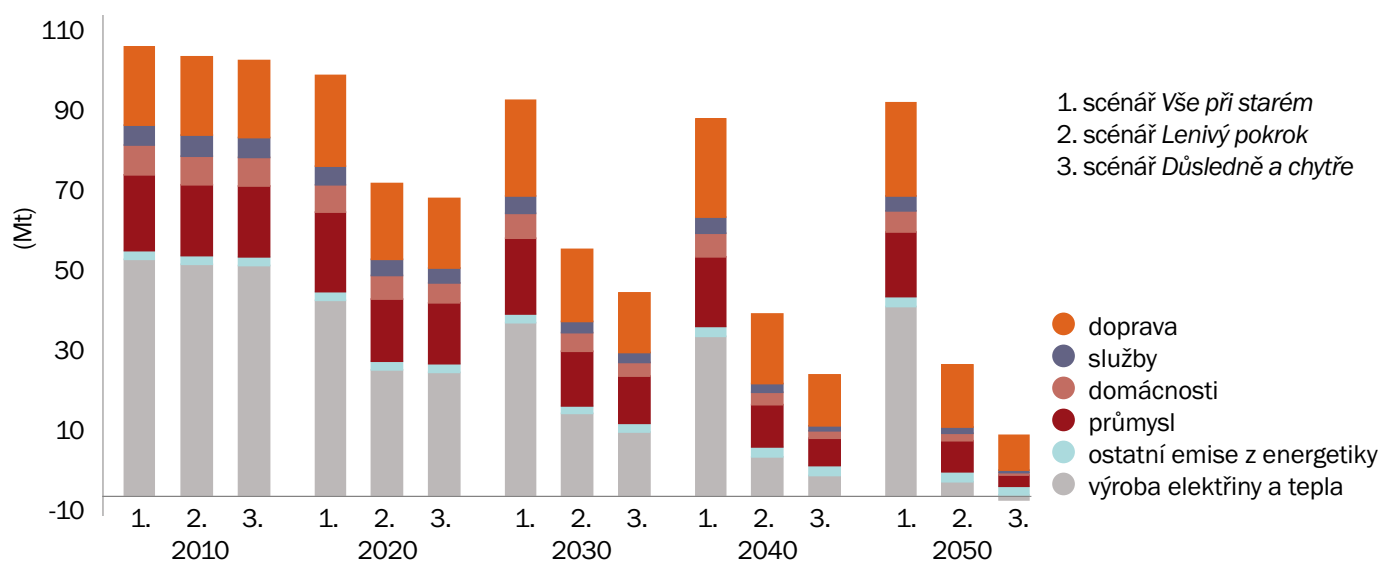
Na příštích sedmi stranách shrnujeme hlavní výsledky všech tří scénářů. Každý z nich stručně popisujeme a diskutujeme sedm problémů, které spadají do tří tematických okruhů: kolik energie česká ekonomika spotřebuje (konečná spotřeba energie a spotřeba elektřiny), čím spotřebu pokryjeme (jak budeme vyrábět elektřinu a jaké použijeme primární energetické zdroje) a jaké to bude mít důsledky pro těžbu či dovoz paliv a pro emise oxidu uhličitého.

Popis tří scénářů: Jak by Česká republika vypadala v roce 2050

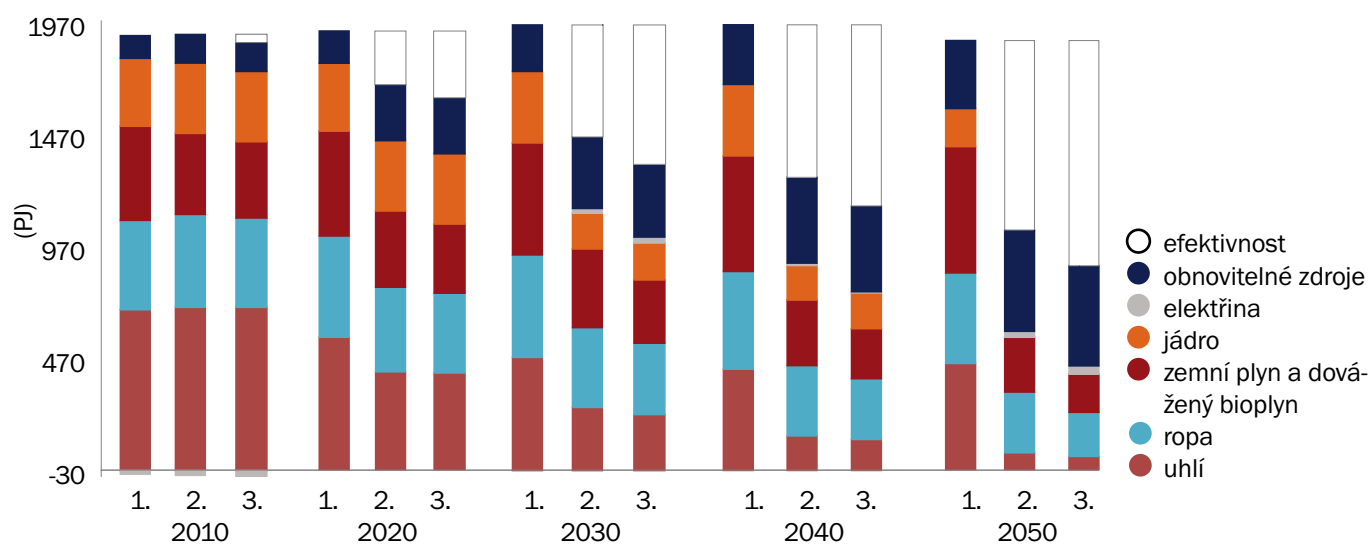
	Nyní	Vše při starém	Lenivý pokrok	Důsledně a chytře
Co to je		Referenční scénář	Zhruba totéž jako nejlepší scénář Pačesovy komise	Návrh ekologických organizací
Co by dělal stát		Nic (pouze už schválená legislativa)	Silná, ale jen dílčí opatření	Cílevědomý tah na zelené inovace a nová odvětví
Růst HDP Jak stoupne HDP oproti roku 2005		+ 280 %	+ 280 %	+ 280 %
Česká populace	10,2 milionu	9,4 milionu	9,4 milionu	9,4 milionu
Konečná spotřeba energie	1090 PJ	1300 PJ	840 PJ	670 PJ
Spotřeba energetických zdrojů Primární zdroje energie	1900 PJ	1900 PJ	1060 PJ	900 PJ
- z toho obnovitelných zdrojů	90 PJ	300 PJ	450 PJ	450 PJ
Energie k vytápění obytných domů Spotřeba na 1 m ²	185 kWh	117 kWh	74 kWh	50 kWh
Hrubá spotřeba elektřiny	72 TWh	90 TWh	65 TWh	62 TWh
Výroba elektřiny	Uhlí (60 %), jaderná	Uhlí bez CCS (třetina), jaderná, obnovitelné zdroje	Obnovitelné zdroje, plyn i uhlí bez CCS	Obnovitelné zdroje a plyn
- z toho obnovitelných zdrojů	6 %	26 %	91 %	94 %
Pohon aut	Benzín a nafta	Benzín a nafta	Vesměs elektrická nebo hybridní	Vesměs elektromobily
Dovoz energie % ze spotřeby	43 %	70 %	49 %	41 %
Dovoz ropy % roku 2005		+ 1 %	- 33 %	- 51 %
Dovoz zemního plynu % roku 2005		+ 76 %	- 26 %	- 49 %*
Dovoz elektřiny	Vývoz 11–16 TWh	0 TWh	8 TWh	10 TWh
Emise oxidu uhličitého	± 12 t/obyv.	> 11 t/obyv.	> 4 t/obyv.	> 2 t/obyv.
- z toho	58 % energetika, po 16 % doprava a průmysl	Polovina energetika, čtvrtina doprava, 17 % průmysl	Polovina energetika, čtvrtina průmysl	Dvě třetiny doprava, 18 % průmysl

Poznámka: * Včetně dovozu bioplynu

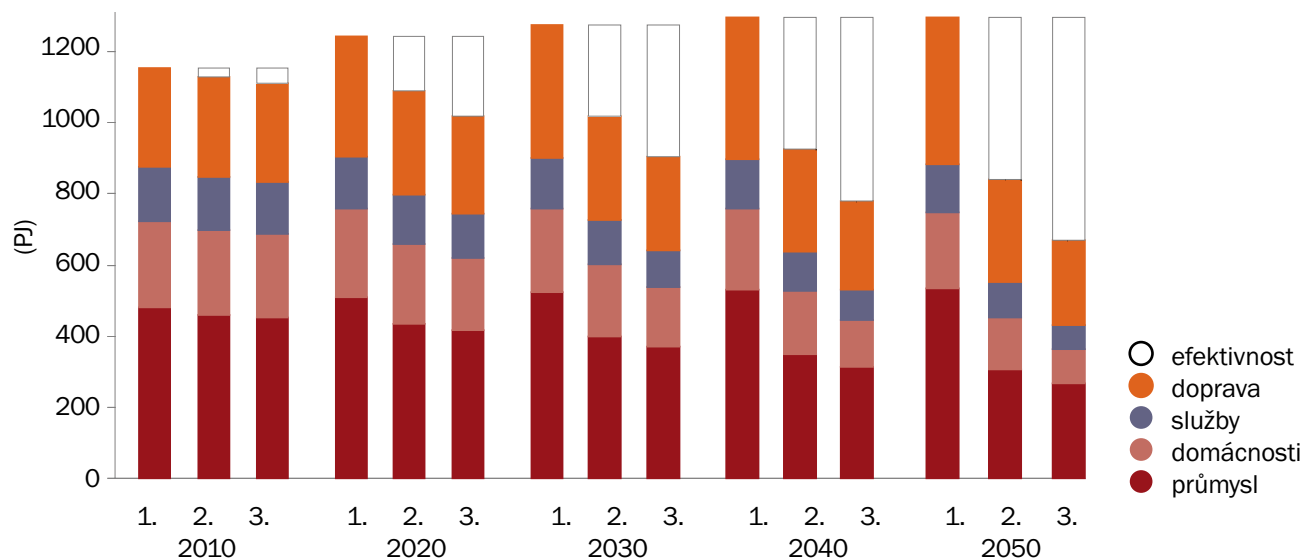
Graf 17: Porovnání emisí oxidu uhličitého ve třech scénářích české energetiky



Graf 18: Porovnání spotřeby primárních zdrojů energie ve třech scénářích české energetiky



Graf 19: Porovnání konečné spotřeby energie ve třech scénářích české energetiky



Zdroj: Lechtenböhmer et al. 2009²⁵

Scénář Vše při starém

První scénář, *Vše při starém*, je vlastně referenční. Předpokládá, že vláda a zákonodárci nepodniknou prakticky žádná jiná opatření než ta, která už byla schválena. Tudíž ukazuje, co se stane s českou energetikou v případě, že by se i nadále řídila současnými pravidly. Jediné, co se v budoucnu bude měnit, jsou technologie, zásoby paliv a mezinárodní trh.

Jinými slovy: ze scénáře vyčteme, co by se stalo, kdyby se nic nestalo a život jen tak dál plynul. Ukazuje, jak by patrně vypadala česká ekonomika, pokud by svou prosadilo současné vedení Svazu průmyslu a dopravy, které soustavně a vytrvale odmítá bezmála každý návrh energetické legislativy nebo ekologických zákonů.

Referenční scénář má při modelování velmi důležitý úkol. Pomůže odhalit hlavní problémy české energetiky, které nevyřeší trh a na něž by se měla zaměřit nová legislativa, daňové reformy a další opatření. Zda a jak pomohou, to pak ukazují výsledky ostatních scénářů.

Konečná spotřeba energie. Vývoj konečné spotřeby energie vychází z referenčního scénáře (označeného písmenem C) Pačesovy komise.²¹¹ Předpokládá se, že v důsledku hospodářského růstu mezi roky 2005 a 2050 spotřeba stoupne o 19 %. V roce 2050 konečná spotřeba dosáhne 1300 PJ.

Hlavní podíl na růstu spotřeby energie by měla doprava. Auta i kamiony sice mají efektivnější motory a na ujetí jednoho kilometru spotřebují méně paliva, nicméně podle scénáře *Vše při starém* poptávka po přepravě v tomto scénáři poroste tak rychle, že v konečném součtu stoupne také spotřeba energie. Osobní automobilová doprava vzroste na dvojnásobek, nákladní přeprava po silnicích i po železnici bude více než dvakrát vyšší. Nafta a benzín zůstanou dominantními motorovými palivy, hybridní vozy budou na trh pronikat jen pozvolna. Spotřeba energie v dopravě tak stoupne o 64 %.

Scénář rovněž předpokládá více než pětinový nárůst konečné spotřeby v průmyslu. Energetická náročnost průmyslové výroby by sice v důsledku technologických inovací a strukturálních změn měla klesat o 1,5 % ročně, tento pokles však nedokáže kompenzovat nárůst spotřeby, který způsobí větší výroba.

Spotřeba energie v domácnostech a ve službách má podle scénáře stagnovat, respektive mírně klesat. Vyšší počet spotřebičů a větší nároky na služby bude vyrovnávat postupné zateplování domů a podobná opatření. Průměrná spotřeba energie na vytápění obytných budov poklesne ze současných 185 kWh/m² za rok na 117 kWh/m² v roce 2050. V obchodech, kancelářích, školách, nemocnicích a dalších budovách služeb klesne průměrná spotřeba tepla na 109 kWh/m² za rok.

Spotřeba elektřiny. Rovněž vývoj spotřeby elektřiny vychází z scénáře C Pačesovy komise.²¹¹ Hrubá spotřeba elektřiny (tedy včetně ztrát v sítích, spotřeby elektrárenského sektoru a přečerpávacích elektráren) má do roku 2050 vyšplhat až na 90 TWh, což znamená nárůst oproti současnosti bezmála o třetinu.

Scénář spočítal, že v domácnostech by se díky rozšíření efektivních spotřebičů podařilo spotřebu elektřiny stabilizovat (a ve službách mírně snížit), ale v průmyslu a dopravě výrazně vzroste. Zavádění moderních technologií v průmyslu nedokáže kompenzovat výrazný nárůst poptávky po elektřině v důsledku prudkého zvýšení produkce. Spotřeba elektřiny by proto stoupla o 50 %.

Scénář předpokládá, že spotřeba elektřiny nejvíce – na pětinasobek – poroste v dopravě. Strmý růst spotřeby plyne z většího objemu přepravy a také z elektrifikace dopravy (elektromobily, další elektrifikace železnic).

Výroba elektřiny. Scénář *Vše při starém* počítá s tím, že hrubá domácí výroba elektřiny stoupne o 16 % mezi roky 2005 a 2050, takže se dostane přes 90 TWh. Část z ní ovšem budou pokrývat importovaná paliva: černé uhlí, zemní plyn a jaderné palivo z dovozu.

Scénář předpokládá, že dojde k prodloužení životnosti jaderných elektráren Dukovany a Temelín na 60 let; reaktory v Dukovanech tedy budou odstaveny v roce 2045. Nepočítá s výstavbou nových reaktorů nikoli proto, že by tomu stát bránil, nýbrž kvůli nezájmu investorů – nepředpokládá totiž vládní podporu v podobě garantovaných cen elektřiny ani záruk za bankovní úvěry.

Produkce uhelných elektráren i počet bloků se bude snižovat současně s poklesem těžby uhlí. Podle scénáře *Vše při starém* ovšem uhelné elektrárny zůstanou nejvýznamnějším zdrojem elektřiny v České republice, byť jejich podíl na výrobě klesne z 60 % v roce 2008 na 36 % v roce 2050. Produkce by v roce 2040 klesla na 26 TWh, do roku 2050 však opět vzroste na 33 TWh, neboť uhelné zdroje se budou částečně podílet na náhradě odstavených bloků JE Dukovany, kterým skončí životnost. Udržení poměrně vysokého zastoupení uhelných elektráren však bude vyžadovat dovoz uhlí: import v roce 2050 dosáhne 385 PJ energie.

Scénář předpokládá zvýšení podílu obnovitelných zdrojů na výrobě elektřiny ze současných 6 % na 26 % v roce 2050. Hlavní podíl na tomto nárůstu by měly zdroje spalující biomasu a solární elektrárny.

Rostoucí poptávku po elektřině podle scénáře pokryjí největší měrou:

- ➔ eliminace masivních vývozů elektřiny do roku 2020,
- ➔ větší výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů,
- ➔ nové plynové a uhelné zdroje o celkovém výkonu

2000 MW, které by po roce 2045 nahradily odstavené bloky JE Dukovany.

Spotřeba primárních zdrojů. Celková spotřeba primárních zdrojů energie by podle scénáře byla po celé sledované období víceméně stabilní – v roce 2040 o 3 % vyšší než v roce 2005, o dalších deset let později o 1 % nižší. Poroste sice konečná spotřeba energie (tedy množství energie, které spotřebují domácnosti a podniky), k její výrobě však bude díky menším ztrátám při zpracování – hlavně vyššímu využívání obnovitelných zdrojů a plynu na úkor uhlí – stačit stejné množství energetických surovin. K poklesu poptávky po primárních zdrojích by přispěl rovněž útlum masivního vývozu elektřiny.

Spotřeba energie z obnovitelných zdrojů stoupne do roku 2050 téměř čtyřikrát. Nejrychleji poroste využívání sluneční energie a biomasy.

Uhlí a uran. Scénář předpokládá, že spotřeba uhlí klesne celkem o 44 %. Spotřeba jaderného paliva nejprve vzroste asi o pětinu, protože stoupne výkon reaktorů obou jaderných elektráren, po ukončení životnosti Dukovan klesne na polovinu.

Ropa, zemní plyn a dovoz energie. Pokud by se naplnil scénář *Vše při starém*, česká poptávka po ropě do roku 2025 stoupne o 10 % a posléze klesne zpět na dnešní úroveň kvůli nástupu nových paliv (hlavně pohonu elektřinou) v dopravě. Spotřeba zemního plynu naroste o 75 %, protože budou přibývat plynové elektrárny a plyn se bude více využívat v domácnostech, službách i průmyslu.

Podle scénáře výrazně vzroste podíl energetických

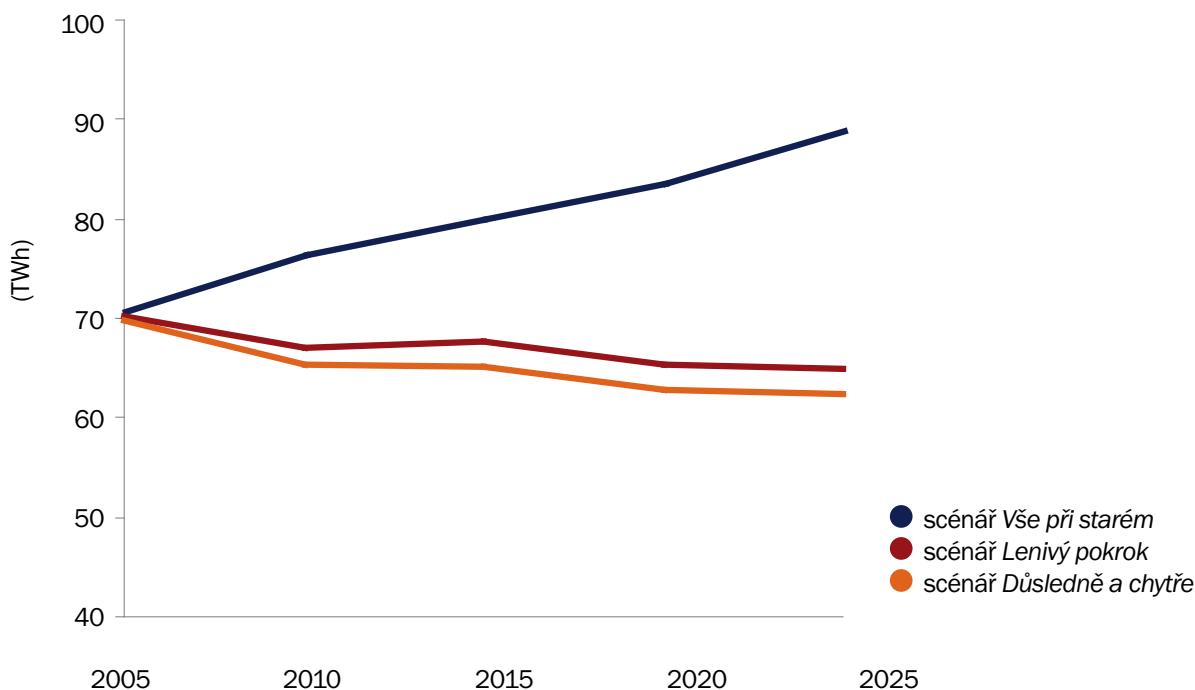
surovin z dovozu. Česká republika se z exportéra uhlí změní ve výrazného importéra. Dovoz uhlí se do poloviny století vyšplhá na 388 PJ, a téměř se tak vyrovná importu ropy. Výrazně, zhruba o tři čtvrtiny, vzroste rovněž dovoz plynu. Celkový podíl importovaných paliv na spotřebě energie stoupne ze 40 % v roce 2008 na 80 % v roce 2050.

Emise oxidu uhličitého. Vedle rostoucí závislosti na energii z dovozu má scénář *Vše při starém* ještě jednu vážnou vadu: vysoké emise skleníkových plynů. Emise oxidu uhličitého by do poloviny století klesly o pouhých 16 %, ze 121 milionů tun v roce 2008²¹² na 102 milionů tun. Koncem čtvrtého desetiletí by činily 97 milionů tun – a posléze opět mírně stouply kvůli náhradě jaderné elektrárny Dukovany uhelnými a plynovými bloky.

Přibližně 11 tun na obyvatele a rok je mnohonásobně více než zhruba 2 tuny, se kterými by Česká republika reálně měla počítat (viz kapitola 3). Slabé snížení, které v modelování navzdory rostoucí spotřebě energie vychází, má čtvero hlavních důvodů:

- větší podíl obnovitelných zdrojů na pokrývání spotřeby energie;
- větší průměrná účinnost českých uhelných elektráren – protože současným elektrárnám skončí životnost a nahradí je nová generace, účinnost ze 33 % v roce 2005 stoupne na 43 % v roce 2050;
- více kogenerace – kombinované výroby tepla a elektřiny, která účinněji využívá palivo;
- část uhelných elektráren nahradí plynové, které jsou čistší.

Graf 20: Hrubá spotřeba elektřiny ve třech scénářích české energetiky



Zdroj: Lechtenböhm et al. 2009²⁵



Foto: P. Langrock/Zenit/Greenpeace

Scénář *Lenivý pokrok*

Není příliš reálné, že by ministři a poslanci příštích několik desetiletí nedělali vůbec nic. Nějaká legislativa vznikat bude. Politické špičky budou pod velkým tlakem, aby posílily ekonomiku a pomohly snižovat závislost na drahých fosilních palivech. Proto Wuppertalský institut modeloval druhý scénář: *Lenivý pokrok*.

Lenivý pokrok ilustruje, co se stane, pokud se vláda pustí do práce a začne využívat příležitostí, které skýtá zateplení domů, podpora obnovitelných zdrojů energie, modernizace průmyslu a podobně. Podle předpokladů tohoto scénáře zákonodárci schválí několik základních opatření, jež mimo jiné umožní víceméně kompletně využít možností výroby energie z obnovitelných zdrojů (které přebírá od Pačesovy komise). Scénář nepočítá s použitím technologie zachytávání a ukládání uhlíku (CCS).

Konečná spotřeba energie. Odhad konečné spotřeby energie vychází ze scénáře E Pačesovy komise.²¹¹ *Lenivý pokrok* předpokládá, že růst poptávky se mezi lety 2005 a 2015 zpomalí, zastaví a posléze spotřeba začne klesat. Kolem poloviny století klesne o 25 % oproti roku 2007. Ve všech sektorech vychází konečná spotřeba nižší, než je ve scénáři *Vše při starém*.

Spotřeba tepla v domácnostech klesne díky lepším

standardům na zateplení nových budov a kvůli rychlejšímu tempu rekonstrukcí. Vytopit jeden čtvereční metr českých domů by v roce 2050 vyžadovalo v průměru 74 kWh energie. Po roce 2020 bude mnohem více českých domů vybaveno výměníkem tepla pro odpadní vodu. Spotřeba energie na ohřívání vody v průměrné domácnosti díky tomu klesne o 23 %. Domácích spotřebičů bude přibývat, a proto by ještě několik let stoupala také poptávka domácností po elektřině, nicméně později začne spotřeba díky lepším standardům a podpoře vysoce efektivních technologií klesat a do roku 2050 bude asi o 30 % nižší než dnes. Domácnosti tak v polovině století při vyšší životní úrovni a lépe vybavených bytech spotřebují asi o dvě pětiny méně energie.

Průměrná spotřeba energie na vytápění domů v sektoru služeb klesne do poloviny století na 72 kWh/m² za rok, tj. bude o 33 % nižší než v referenčním scénáři. Právě lepší izolace budov je hlavním důvodem snížení spotřeby energie ve službách o necelé dvě pětiny.

Scénář *Lenivý pokrok* předpokládá výrazné zlepšení energetické efektivity průmyslu. Množství energie, které průmyslové podniky potřebují k výrobě jedné koruny, může podle scénáře klesat o 3 % ročně. Dražší energie totiž přiměje firmy, aby investovaly do nových technologií. Modernizace bude tak rychlá, že se sníží – o 29 % – i celková spotřeba energie v sektoru.

Růst spotřeby energie v dopravě se nepodaří úplně zastavit, nicméně ve srovnání se scénářem *Vše při starém* je pozvolnější – asi o 14 % do poloviny století. Hlavním důvodem je, že by množství přepravovaného zboží i poptávka po osobní dopravě stoupala pomaleji. Přitom scénář *Lenivý pokrok* předpokládá rychlejší rozšíření nových technologií. Počítá, že většina osobních aut využívaných hlavně pro cestování po městech bude mít hybridní nebo elektrický pohon. Dopravní infrastruktura je vylepšena tak, aby stoupla celková účinnost a klesla spotřeba paliv.

Spotřeba elektřiny. Wuppertalský institut převzal odhady spotřeby elektřiny, které Pačesova komise nechala spočítat pro svůj scénář E.²¹¹ Hrubá spotřeba má podle scénáře *Lenivý pokrok* do roku 2050 mírně poklesnout, takže bude o 9 % nižší oproti roku 2007. Poptávka má vyvrcholit zhruba v roce 2010, aby následně začala mírně klesat, především díky efektivnějším spotřebičům v domácnostech, kancelářské technice, elektrickým pecím ve slévárnách, elektromotorům obráběcích strojů a dalším technologiím. Po roce 2045 spotřeba mírně stoupne proto, že se bude rozšiřovat elektrifikace dopravy: v polovině století bude elektrická energie pohánět desetinu odvětví.

Výroba elektřiny. Scénář *Lenivý pokrok* počítá s poklesem hrubé domácí výroby elektřiny o 28 % mezi lety 2005 a 2050. Stávající jaderné elektrárny

budou po dožití bez náhrady odstaveny. Jaderná elektrárna Dukovany ukončí provoz do roku 2030 a Temelín o patnáct let později.

Kolem roku 2030 Česká republika začne dovážet elektřinu z obnovitelných zdrojů (viz kapitoly 7.3 a 9), například ze solárních termálních elektráren v saharské poušti. Kolem roku 2050 import dosáhne asi 13 % hrubé domácí spotřeby.

Rychle poroste využití domácích obnovitelných zdrojů. Za dvě desítky let budou zajišťovat přes 40 % tuzemské výroby, v roce 2050 pak 91 %. Provozovatelé budou investovat značné prostředky do přebudování a reformy struktury i řízení sítí. Podíl jednotlivých odvětví zelené energetiky ukazuje Graf 12.

Vzhledem k rychlému rozvoji obnovitelných zdrojů a klesající spotřebě scénář *Lenivý pokrok* nepočítá po roce 2010 s výstavbou nových uhelných a plynových elektráren s výjimkou kogenerace. Počínaje rokem 2030 se na kogenerační zdroje omezí rovněž výroba elektřiny z biomasy.

Spotřeba energetických zdrojů. Spotřeba primárních zdrojů energie ve scénáři *Lenivý pokrok* rychle klesá, takže kolem roku 2030 je oproti dnešku o čtvrtinu nižší a do poloviny století skoro poloviční. Hlavní příčinou je pokles konečné spotřeby v průmyslu, domácnostech i službách. Ale to je pouze jedna část obrazu.

Zároveň se totiž důkladně promění složení energetických zdrojů. Podíl obnovitelných zdrojů (včetně dovážené elektřiny) na spotřebě energie dosáhne 42 % v roce 2050.

Uhlí a uran. Atomové elektrárny kolem roku 2045 skončí. Podíl uhlí postupně klesne na 7 % a poptávku budou snadno pokrývat domácí doly.

Ropa, zemní plyn a dovoz energie. Nové technologie v dopravě do poloviny století sníží českou spotřebu ropy o 34 %. Poptávka po zemním plynu bude o čtvrtinu nižší.

Česká republika bude podle scénáře *Lenivý pokrok* za čtyřicet let dovážet o 33 % méně energie než dnes. Paradoxně díky tomu, že spotřeba energetických zdrojů klesne také (a rychleji), procentuelní podíl importu relativně stoupne. V polovině století by činil 49 %, což je více než dnes (42 % v roce 2006), nicméně mnohem méně než ve variantě *Vše při starém* (80 %), a hlavně: důležité je, kolik fosilních paliv a elektřiny skutečně dovážíme, a ne kolik procent to činí.

Emise oxidu uhličitého. Ve scénáři *Lenivý pokrok* by emise oxidu uhličitého do poloviny století klesly o 72 % na 34 milionů tun ročně. Odstavení atomových reaktorů nebude mít na znečištění žádný dopad, protože ve čtyřicátých letech nového století už je nebudou nahrazovat elektrárny na fosilní paliva. Emise by však přesto činily 4 tuny na obyvatele, což je příliš mnoho.

Scénář *Důsledně a chytře*

Třetí scénář Wuppertalského institutu, *Důsledně a chytře*, předpokládá ambiciózní program inovací a snižování energetické náročnosti i závislosti na fosilních palivech (viz Tabulka 12). Spočívá v razantní modernizaci české ekonomiky, plošném zateplování domů, nastartování investic do domácích, obnovitelných zdrojů a rozvoji lokální energetiky.

Ve srovnání se scénářem *Lenivý pokrok* počítá *Důsledně a chytře* navíc s několika předpoklady:

- ➔ Konečná spotřeba energie je oproti scénáři *Lenivý pokrok* o 20 % nižší (a oproti referenčnímu scénáři *Vše při starém* o 48 %). Snížení plyne z lepšího využití potenciálu úspor v jednotlivých sektorech.
- ➔ Používá se technologie zachytávání a ukládání uhlíku (CCS) v tepelných elektrárnách na spalování biomasy s výkonem 400 MW a v několika průmyslových podnicích (především ocelárnách). Scénář předpokládá komerční využití technologie CCS po roce 2030. Roční množství ukládaného oxidu uhličitého nepřesáhne 6 milionů tun, což je asi dvacetina dnešních českých emisí. Celkem by v této variantě bylo potřeba do roku 2050 uložit 100 milionů tun oxidu uhličitého.
- ➔ Dojde k dalšímu snižování emisí oxidu uhličitého z dopravy především díky rychlejšímu nástupu elektromobilů (za předpokladu, že budou využívat elektřinu z obnovitelných zdrojů).
- ➔ Scénář počítá s importem významného množství bioplynu ze zahraničí (v roce 2045 v množství odpovídajícím čtvrtině dovozu zemního plynu).

Konečná spotřeba energie. Scénář *Důsledně a chytře* předpokládá, že Česká republika opravdu důsledně využije příležitosti ke snižování energetické náročnosti ekonomiky. Konečná spotřeba energie tak může realisticky klesnout na 669 PJ, o 40 % oproti roku 2007.

Největší pokles lze předpokládat v domácnostech a službách, především díky dalšímu vylepšení budov. Scénář počítá s využitím víceméně všech rozumných příležitostí k zateplování, což sníží průměrnou spotřebu k vytápění českých domů na úroveň nízkooenergetického standardu: 50 kWh/m² za rok. Studie společnosti Porsenna z roku 2008 potvrdily, že je to reálné.^{87 88}

Varianta *Důsledně a chytře* počítá, že konečná spotřeba v průmyslu do roku 2050 klesne o 39 %. Scénář E Pačesovy komise (použitý pro scénář *Lenivý pokrok*) totiž předpokládá poměrně ambiciózní využití příležitostí k vylepšování energetické efektivity sektoru. Studie, které prozkoumávaly konkrétní průmyslová odvětví, navíc docházejí i k ještě podstatně větším odhadům, o kolik by šlo energetickou efektivnost vylepšit.⁸⁴ Wuppertalský institut tudíž považuje za docela možné, že také propočty

Pačesovy komise opravdový rozsah příležitostí podceňují.

Scénář počítá s tím, že konečná spotřeba energie v dopravě do poloviny století může klesnout o 6 %. Přispějí k tomu tři hlavní důvody: kvalitnější a pohodlnější veřejná doprava, již bude využívat ještě větší část cestujících z osobních aut ve srovnání s variantou *Lenivý pokrok*; další technologická vylepšení v účinnosti motorů a větší podíl elektromobilů. Model předpokládá, že v polovině století budou mít elektromobily dvakrát lepší účinnost než auta se spalovacími motory.

Spotřeba elektřiny. Hrubá spotřeba elektřiny v roce 2050 činí 62 TWh, tedy o 14 % méně než dnes. S částí elektřiny ušetřené v budovách a průmyslu totiž scénář počítá pro elektrifikaci dopravy, potažmo nahrazování ropy.

Výroba elektřiny. Množství vyrobené elektřiny i struktura zdrojů se téměř shodují s variantou *Lenivý pokrok*. Scénář *Důsledně a chytře* se nicméně liší v několika bodech:

- podíl zemního plynu na výrobě elektřiny činí 5 % (oproti 7 % u *Lenivého pokroku*);
- dovoz elektřiny ze zahraničních obnovitelných zdrojů činí 10 TWh, tedy asi 14 % spotřeby;
- instalace technologie CCS v elektrárně na biomasu dále snižuje emise oxidu uhličitého, ale vylučuje použití kogenerace a zmenšuje účinnost výroby energie.

Spotřeba energetických zdrojů. Spotřeba primárních energetických zdrojů může oproti dnešku klesnout o 52 %. Ubývá rychleji než konečná spotřeba kvůli relativně vyššímu podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů (které mají lepší účinnost využití primárních zdrojů).

Dodávky energie z domácích obnovitelných zdrojů jsou prakticky stejné jako v předchozím scénáři (a potažmo v nejlepším scénáři Pačesovy komise). Nicméně to neplatí pro fosilní paliva. Spotřeba uhlí klesne oproti dnešku o 93 % (respektive oproti scénáři *Vše při starém* o 87 %), poptávka po ropě o 54 % a po zemním plynu o 58 %. Závislost na dovozu energie v roce 2050 činí 41 %, udrží se tedy na přibližně stejné úrovni jako v roce 2005.

Emise oxidu uhličitého. Emise oxidu uhličitého klesnou na 15 milionů tun v roce 2050. Lepší výsledky ve srovnání se scénářem *Lenivý pokrok* by umožnilo několik opatření navíc:

- nižší konečná spotřeba energie díky důslednějšímu použití vysoce efektivních technologií, včetně lepšího zateplování domů;
- změny v palivovém mixu a větší podíl veřejné dopravy na přepravě cestujících;
- plné využití domácích příležitostí k výrobě energie z biomasy;

- asi o 1,7 TWh větší dovoz elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů za hranicemi České republiky;
- dovoz asi 33 PJ bioplynu ročně
- použití technologie CCS v několika zvláštních případech v energetice a průmyslu.

Roční emise 1,5 tuny oxidu uhličitého na obyvatele dobře splňují nároky na snížení uhlíkové náročnosti české ekonomiky, ke kterým došly kalkulace provedené pro Pačesovu komisi.



Foto: archiv MŽP, P. Langrock/Zenit Greenpeace

11.2. Energetika příštích čtyř desetiletí

Scénáře představené v kapitole 10 popisují hlavní parametry, které by energetika mohla mít. Lze z nich vyčíst, kolik bychom spotřebovali uhlí či vypustili skleníkových plynů nebo jakou část elektřiny bychom vyráběli z obnovitelných zdrojů. Parametry však nejsou nic víc než souhrnná čísla. Proto v této kapitole jdeme o krok dál a stručně diskutujeme, co by scénáře znamenaly pro skutečnou podobu dvou hlavních odvětví: elektroenergetiky a teplárenství.

Zásadní změnou, bez které ovšem nelze emise skleníkových plynů snížit na potřebnou úroveň, je úplný konec spalování uhlí pro výrobu tepla a elektřiny. Uhlí se bude po roce 2050 využívat pouze k průmyslovým účelům (především v hutnictví). Možná to na první pohled vypadá poměrně odvážně, ale domácí zásoby jsou omezené a v polovině století budou beztak docházet. Dokonce i v případě, že by byl kvůli dolům zbourán nejen Horní Jiřetín a Černice, ale také Zahořany, Bylany, Podlesice a Chemopetrol Litvínov, dodávky hnědého uhlí by v roce 2060 činily 16 milionů tun oproti současným 44 milionům.²¹³ Zásoby domácího černého uhlí dojdou kolem roku 2030.²³ Náhradě uhlí se tudíž v horizontu desítek let nevyhne.

Co se musí stát, aby česká elektroenergetika a teplárenství opravdu vypadaly takto, diskutujeme v kapitole 12. Navrhujeme v ní hlavní opatření, jež

stát musí podniknout, aby rozhýbal investice, naštartoval inovace v průmyslu a pomohl domácnostem snížit účty za energii.

Zásobování teplem

Na vytápění budov a ohřívání vody připadá více než 30 % konečné spotřeby energie v České republice. Vzniká tak zhruba dvakrát více skleníkových plynů než z kompletní automobilové a kamionové dopravy.²⁵ Končí zde více než polovina české poptávky po zemním plynu.²¹⁴ Spotřebu zhruba stejným dílem pokrývá dálkové vytápění z tepláren, vytopen či elektráren a vlastní kotle nebo kamna přímo v budovách.

Vytápění obytných domů spotřebuje skoro polovinu vyrobeného tepla; 72 % z ní zajišťují malé místní zdroje. Zbytek tvoří hlavně průmysl a kanceláře, školy, nemocnice či obchody, které zásobují hlavně městské teplárny nebo podniková výroba tepla. Podrobnosti v Tabulce 7.

Teplárny pro dálkové vytápění spalují převážně uhlí, jehož podíl činí 65 % (v případě velkých tepláren nad 100 MWt pokrývá dokonce 85 % výroby). Domácí (objektové) kotle používají zejména zemní plyn, který tvoří více než polovinu spotřeby. Významný podíl na vytápění budov s vlastním kotlem či kamny má navzdory poklesu v posledních 20 letech stále uhlí (18 %). Dřevo činí 16 % a jednu pěťadvacetinu zajišťuje elektrické topení.²¹⁴ Propočty Pačesovy

Tabulka 7: Rozdělení konečné spotřeby tepla podle sektorů (PJ za rok)

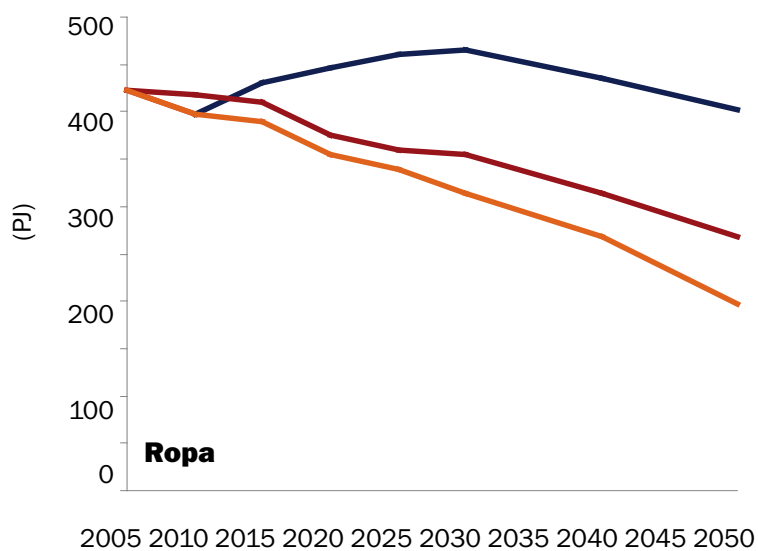
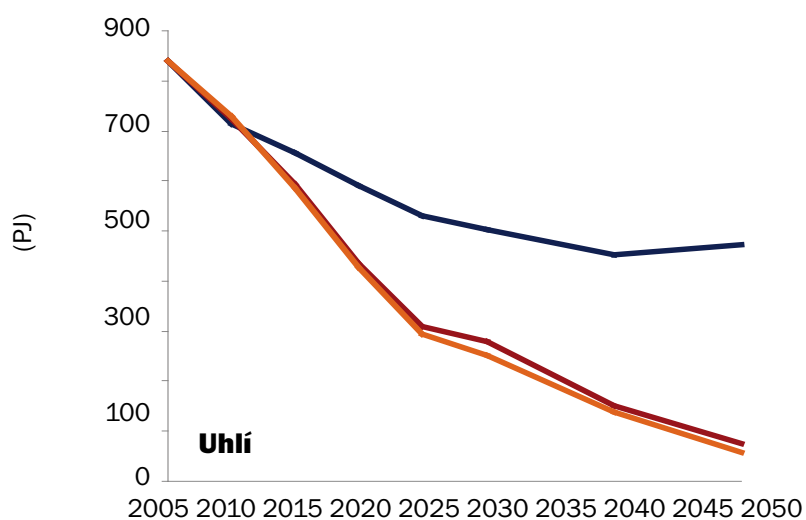
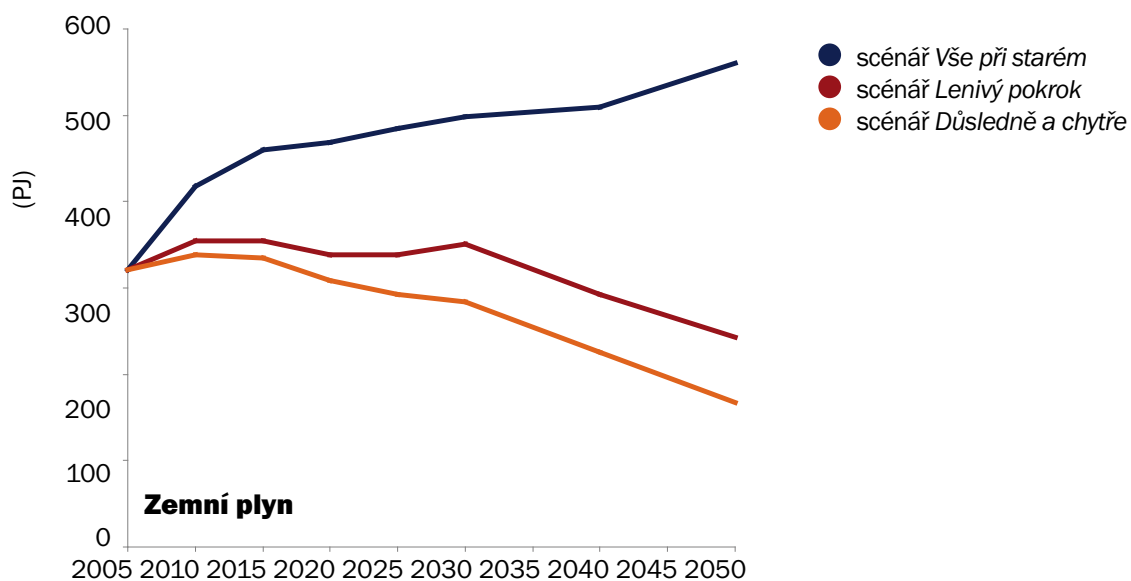
Sektory konečné spotřeby	Dálkové vytápění	Místní vytápění	Celkem
Vytápění a ohřívání vody v obytných budovách, z toho	47	118	165
bytové domy	47	30	77
rodinné domy	0	82	82
trvale neobydlené byty	0	6	6
Služby a budovy občanské vybavenosti, z toho	31	25	56
vytápění	25	21	46
ohřívání vody	6	5	11
Průmysl, z toho	86	0	86
zpracovatelský průmysl	65	0	65
ostatní sektory	21	0	21
Malé podniky, z toho	12	28	40
vytápění	10	23	33
ohřívání vody	2	5	7
Chaty a chalupy	0	2	2
Celkem	176	173	349

Zdroj: ORTEP 2008²¹⁴

Poznámka: Spotřeba průmyslu se vztahuje pouze na podniky sledované ČSÚ.

Graf 23: Spotřeba fosilních paliv ve třech scénářích české energetiky

Zdroj: Lechtenböhmer et al. 2009²⁵



komise však potvrzují, že každý může mít teplý, pohodlný a zdravý domov – a přitom můžeme snížit závislost na uhlí a zemním plynu.

Čísla Pačesovy komise i kalkulace ekologických organizací se shodují v tom, že pokud Česká republika využije příležitosti k zateplení domů a vytápění obnovitelnými zdroji energie, může zajistit teplo v domácnostech i veřejných budovách bez fosilních paliv.

Snížování spotřeby tepla. Hlavním předpokladem pro naplnění scénáře *Důsledně a chytře* je razantní snížení spotřeby. Plošné zateplení velké většiny českých domů, výměna oken a podobná opatření či výstavba pasivních budov mohou zajistit, že spotřeba energie potřebné k vytápění průměrného českého domu poloviny století klesne ze dnešních 185 kWh/m² za rok na úroveň nízkoenergetického standardu – 50 kWh/m²/rok. Podrobné studie společnosti Porsenna potvrdily, že je to naprosto reálné.⁸⁸ Už současné špičkové technologie mohou u nových domů i rekonstrukcí srazit poptávku po energii o desítky procent. Podrobnosti diskutujeme v kapitole 8.1. K razantnímu omezení spotřeby energie k vytápění není potřeba velký technický pokrok, nýbrž zásadní proměna stavebnictví. Vytápění budov s menší spotřebou energie se musí stát hlavním úkolem sektoru – od výroby stavebních materiálů až po tvorbu osnov pro učební obory. Bude to vyžadovat masivní investice, kterými stát pomůže rodinám se zateplováním jejich domů, i lepší standardy pro nové budovy a rekonstrukce (viz kapitolu 12.6).

Vytápění obnovitelnými zdroji. Druhou příležitostí, jak razantně snížit závislost výroby tepla na uhlí a zemním plynu, je využití obnovitelných zdrojů. Asi 60 % českých možností výroby zelené energie připadá právě na teplo.¹²⁷

V budovách vytápěných vlastními kotli lze rychle nahrazovat uhlí obnovitelnými zdroji. Větší poptávka domácností pomůže rozvoji podnikání v obnovitelných zdrojích, zejména pěstování rychle rostoucích dřevin a výrobě peletů. Solární kolektory pro ohřívání vody by se měly stát samozřejmou součástí vybavení rodinných domů.

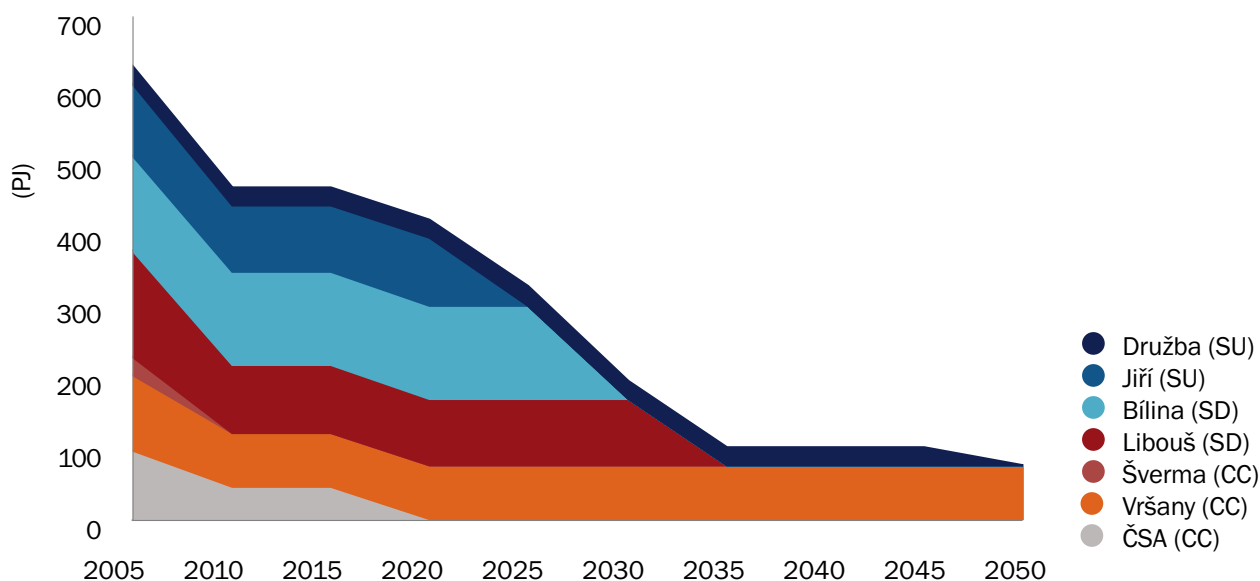
Dálkové vytápění může postupně využívat hlubinnou geotermální energii a biomasu. Plná náhrada uhelných tepláren však vyžaduje částečnou decentralizaci, protože v českých podmínkách není reálné nahradit velkou teplárnu o výkonu stovek megawattů stejně velkým geotermálním zdrojem nebo kogenerační jednotkou spalující biomasu. Velikost těchto zdrojů může činit nanejvýš desítky megawattů, tj. budou řádově menší než současné velké uhelné teplárny. K náhradě jedné velké teplárny bude nutné vybudovat přinejmenším kolem deseti, ale spíše desítky menších tepláren využívajících geotermální energii nebo biomasu.

Scénář *Důsledně a chytře* předpokládá, že do roku 2050 se podaří plně využít možnosti výroby tepla z obnovitelných zdrojů.

Role uhlí. Náhrada uhlí v domácích kotlích je technicky vyřešená a vyzkoušená. V posledních letech nahrazoval uhlí hlavně zemní plyn, ale stále častější bývají také kvalitní kotle na dřevo a pelety. Není problém pokrýt poptávku: Česká republika nyní většinu peletů vyváží. Rovněž přechod na čistá paliva může být velmi rychlý. Stačí, aby stát pomohl domácnostem ekonomickými pobídkami.

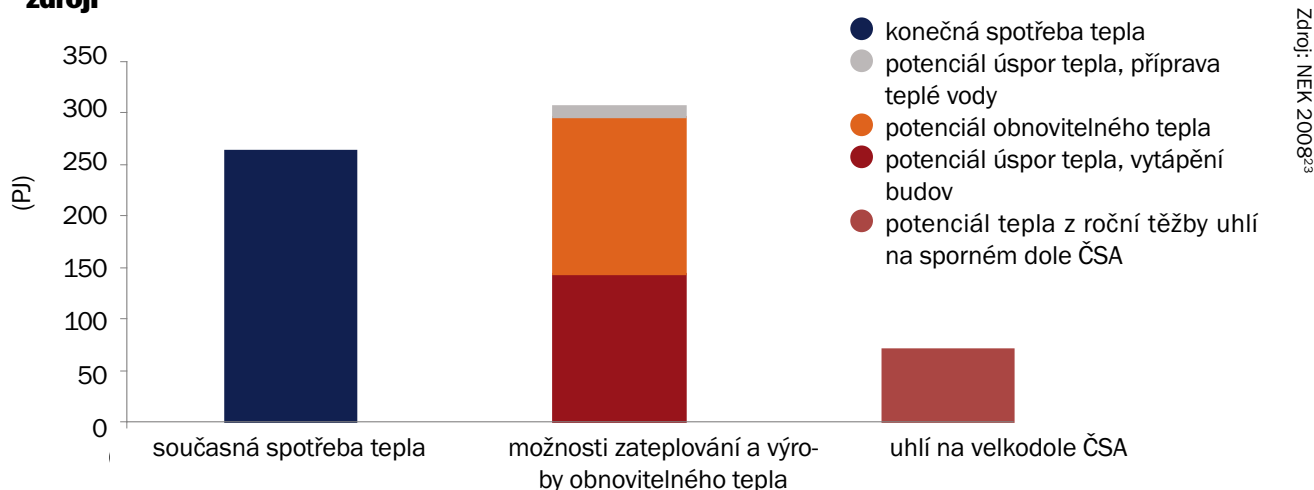
Komplikovanější to bude s částmi velkých měst, která jsou připojena k uhelným teplárnám. Rekonstrukce celého systému včetně jeho rozdělení na menší celky (aby je mohly zásobovat menší teplárny poháněné obnovitelnými zdroji), vybudování tepláren

Graf 21: Dostupné zásoby hnědého uhlí v rámci platných územních limitů těžby



Zdroj: Greenpeace ČR podle Czech Coal 2008 a Terén Design 2009

Graf 22: Spotřeba energie na vytápění ve srovnání s možnostmi zateplování a vytápění obnovitelnými zdroji



na biomasu nebo geotermální energii, propojení se zateplováním bytových domů, zajištění obnovitelných zdrojů, které jsou dostupné v rozumné vzdálenosti – to vše bude (i v případě pilotních projektů) trvat několik let. Stejně tak potrvá instalace solárních kolektorů a další projekty.

Proto bude nutné podstatnou část stávajících tepeláren ještě přibližně 15 let pohánět (a tedy i zásobovat) uhlím. Neměl by to být problém. Současnou spotřebu tepelárenství mohou dočasně pokrýt stávající doly, bez toho, že by byly prolomeny územní limity těžby, které chrání zbývající obce v Podkrušnohoří. Klíčovou roli přitom sehrává uhlí z velkolomu Bílina, který je majetkem polostátní společnosti ČEZ. Každoročně se zde vytěží asi devět milionů tun paliva s vysokou výhřevností. Část z něj se již nyní dodává teplárnám. Důl Bílina má dostatečné zásoby až do roku 2030, přičemž těžba bude postupně klesat.

Návrh Státní energetické koncepce, který v říjnu 2009 představil ministr průmyslu a obchodu Vladimír Tošovský, počítá s tím, že by stát zajistil přednostně uhlí pro teplárny. Pokud by toto opatření uplatnil pro důl Bílina, získají města a provozovatelé tepeláren dostatek času pro zateplení a přechod na obnovitelné zdroje.

Role zemního plynu. Ke snížení spotřeby zemního plynu, který se používá hlavně v kotlech zásobujících jednotlivé domy, napomůže hlavně zateplování budov.

Plyn však spalují také některé teplárny. Zde může osvobození od fosilních paliv usnadnit přechod na obnovitelné zdroje. Výhodným řešením může být například paralelní provoz kotle na biomasu a plynové kogenerační jednotky.

Při dobrém dimenzování může kogenerační jednotka sloužit primárně k výrobě špičkové elektřiny a pokrývat požadavky na dodávku tepla (tj. ohřívání vody) mimo topnou sezonu. Během topné sezony poptávku po teple kryjí především biomasové kotle. Při výpadku v zásobování plynem tak zařízení může bez obtíží přerušit provoz, aniž by to jakkoli ohrozilo dodávky tepla.

Výroba elektřiny

Česká spotřeba elektrické energie v roce 2008 – ještě před nástupem recese – činila 61 TWh. Nejvíce elektřiny spotřebují průmyslové podniky (43 %) a zhruba po čtvrtině domácnosti (27 %) a budovy občanské vybavenosti (23 %). Hrubá spotřeba, včetně ztrát v sítích a vlastní spotřeby elektráren, činí 72 TWh.²¹¹

Hrubá výroba elektřiny v roce 2008 činila 84 TWh. Uhelné elektrárny vyrábějí více než 60 %. Jaderné elektrárny v Temelíně a Dukovanech pokrývají 32 % produkce. Obnovitelné zdroje dodávají necelých 5 %, z toho polovinu zajišťuje hydroenergetika.^{131 215} Mnoho uhelných a většina plynových zdrojů produkuje zároveň elektřinu a teplo. Kogenerační zdroje vyrábějí zhruba 43 PJ (12 TWh) elektřiny při současné produkci 156 PJ tepla.¹³¹

Česká republika patří k největším světovým exportérům elektrické energie. Mezi lety 2002 a 2008 se čistý vývoz elektřiny pohyboval mezi 11–16 TWh ročně. V Evropě je před námi pouze Francie a Německo.

Vývoj spotřeby a výroby elektřiny. S možnostmi snižování spotřeby elektřiny je to složitější než v případě tepla. Za prvé jsou pravděpodobně mnohem menší. Za druhé není snadné je zmapovat. Jde o tisíce různých technologií od ledniček po průmyslové elektromotory. Za třetí je lze mnohem hůře předpovídat. Už nyní zhruba víme, kolik ušetříme, pokud přebudujeme domy v průměru na nízkoenergetický standard – a už nyní víme, že do roku 2050 asi více nedokážeme. Ale odhadovat tempo technologických trendů v elektrospotřebičích je skoro jako pokoušet se věštit z křišťálové koule.

Specializované studie (Porsenna, Ekowatt) odhadují, že možnosti snížení spotřeby elektřiny používáním efektivnějších domácích spotřebičů či průmyslových technologií a částečnou náhradou elektrických bojlerů či ohříváčů vody solárními kolektory činí asi 11 TWh/rok.

Wuppertalský institut však ve svém scénáři *Důsledně a chytře* také počítá, že zároveň bude vznikat nová poptávka po elektřině. Postupně přibývá a bude přibývat nových elektrospotřebičů v domácnostech a na elektrický pohon v příštích desetiletích přejde velká část automobilové dopravy. Hrubá spotřeba elektřiny by tak do roku 2050 sice klesla, ale jen na 63 TWh.

Scénář *Důsledně a chytře* kalkuluje, že do roku 2050 může hrubá domácí výroba elektřiny klesnout na 53 TWh, především kvůli postupnému dožívání a odstavení uhelných a jaderných elektráren. Propad výroby z podstatné části nahradí rychlý rozvoj domácích obnovitelných zdrojů a konec masivního vývozu elektrické energie. Počínaje přibližně rokem 2030 však scénář počítá také s dovozem elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů, především se solárními termálními elektrárnami v severní Africe. Kolem roku 2050 by dosáhl 10 TWh. Důležitý bude zejména dovoz elektřiny v zimě, tedy v období nízkých dodávek z domácích slunečních elektráren. Prakticky to znamená, že část dovozu ropy (k pohonu aut) nahradí dovoz elektřiny (k pohonu elektromobilů). Celkový import energie ovšem přesto razantně klesne.

Obnovitelné zdroje elektřiny. Pokud Česká republika opravdu důkladně využije příležitosti k výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů, bude možné postupně nahradit velkou část odstavených uhelných a jaderných bloků. Pačesova komise celkový potenciál vyčíslila na necelých 50 TWh, s poznámkou: „Jde o dostupný potenciál, jehož čerpání bude nabíhat postupně několik desetiletí. Předpokladem je, že bude pokračovat rychlý technologický vývoj zařízení pro využití obnovitelných zdrojů, zejména fotovoltaických materiálů a systémů skladování energií, dosavadním tempem a rovněž že se podaří osvojit si využívání hlubinné geotermální energie.“

Výhledově budou největší část spotřeby pokrývat levné solární elektrárny (36 %), následované zdroji spalujícími biomasu (26 %).²³ Podrobněji o možnostech obnovitelných zdrojů pojednává kapitola 9.

Osminásobný růst obnovitelných zdrojů bude vyžadovat významné změny ve struktuře a řízení elektrických sítí, které diskutujeme v kapitole 7.3. Start a rychlost reformy sítí bude záviset na tom, kolik obnovitelných zdrojů bude možné integrovat do stávajícího systému.

Role uhlí. Výroba elektřiny z uhlí bude postupně klesat. V roce 2030 by neměla překročit 10 TWh. Důvody jsou dva. Dostupné zásoby paliva v českých dolech se budou postupně tenčit a těžba končit podle postupu, na kterém se stát, důlní společnosti a severočeské obce dohodly na začátku devadesátých let. Navíc rostoucí cena uhlíku přiměje elektrárenské firmy, aby investovaly do řešení s nižšími měrnými emisemi skleníkových plynů.

Propočty Wuppertalského institutu po roce 2010

nepředpokládají výstavbu nových elektráren pracujících v kondenzačním režimu. Scénář *Důsledně a chytře* však kalkuluje se stavbou nebo retrofitem některých uhelných teplárenských zdrojů. Počítá, že z velkých elektráren zůstanou po roce 2020 v provozu Ledvice a Tušimice (zásobované uhlím z dolu Libouš) a Tisová. Elektrárny Pruněrov, Počerady, Chvaletice, Mělník a Dětmorovice do roku 2020 doslouží a budou uzavřeny.

Role zemního plynu. Scénář počítá, že zemní plyn bude využíván v kogeneračních jednotkách pro společnou výrobu tepla a elektřiny až do roku 2050. Mimo jiné pomůže překlenout přechod na většinové zásobování obnovitelnými zdroji. Kolem roku 2030 se výroba elektřiny v plynových zařízeních bude pohybovat kolem 10 TWh (zhruba trojnásobek ve srovnání s rokem 2008). V roce 2050 klesne na 3 TWh. Současně však bude probíhat masivní zateplování budov a dovoz zemního plynu tak oproti dnešku klesne v roce 2050 na polovinu. Ještě v roce 2040 to bude 70 % současného stavu. Podstatně zajímavější je ovšem srovnání s referenčním scénářem, podle kterého by dovoz plynu trvale rostl až na 511 PJ v roce 2050. Podle scénáře *Důsledně a chytře* by Česká republika v kterémkoli roce z příštích čtyřiceti let importovala méně zemního plynu, jehož spotřeba by stagnovala a pak klesala až na 160 PJ.

Role jaderné energetiky. Provoz stávajících jaderných elektráren nebude po uplynutí projektované životnosti dále prodlužován. Jaderná elektrárna Dukovany tudíž ukončí provoz v roce 2030 a Temelín v roce 2045, jak ČEZ plánoval při jejich výstavbě.



Foto: Duales System Deutschland



Foto: Centrum pasivního domu, Ekologický institut Veronica

Ukládání uhlíku

ČEZ a další elektrárenské společnosti s velkým entusiasmem prosazují takzvanou technologii CCS. Oxid uhličitý, který vzniká v elektrárnách, hodlají zachycovat a pumpovat do podzemních prostor, například do vyčerpaných ropných polí či opuštěných dolů, nebo rozpustit v hluboké hornině, a tak jej navěky uložit. Stejně řešení lze použít také v hutích, cementárnách a dalších průmyslových podnicích.

Proč se CCS líbí provozovatelům uhelných elektráren, je nabíledni. Umožní jim pokračovat ve výrobě, přitom se zbavit emisí a potažmo i rostoucích nákladů na povolenky ke znečišťování. Energetické společnosti se navíc snaží, aby jim stát na start nové technologie přispěl z kapes daňových poplatníků. Svůj problém by si tak vyřešily za cizí peníze.

První pilotní projekty v zemích EU se připravují. Ekonomové a inženýři očekávají, že uložení jedné tuny CO_2 bude stát asi 60–90 eur.²¹⁶ K masovému nasazení technologie by mohlo dojít někdy kolem roku 2030 a cena má do té doby klesnout na 30–45 €/t CO_2 .²¹⁶

CCS má řadu technických i právních problémů. Nakolik lze zabránit unikání uloženého uhlíku? Nevyvolá rozpouštění toxických látek v horninách kontaminaci podzemní vody? Kdo ponese odpovědnost za případné škody? To jsou nicméně praktické překážky, které patrně půjde dříve či později vyřešit. Ekologické organizace jsou však k CCS skeptické z jiných, koncepčních důvodů. Sníží se sice emise, ale nevyřeší jiné škody. Těžba uhlí v mamutích povrchových dolech, které proměňují zemi na měsíční krajinu, bude nadále pokračovat. Navíc je CCS extrémně energeticky náročné. Technologie spotřebuje asi 10–40 % energie, kterou elektrárna vyrobí.²¹⁷ Na jednu megawatt hodinu dodanou do sítě by tudíž bylo potřeba ještě více uhlí či plynu – a ještě více těžby nebo dovozu. Přitom rok 2030, kdy by k masovému nasazení CCS mělo dojít, je daleko. Potřebujeme opatření, která sníží emise mnohem rychleji.

Tento plán proto s plošným použitím technologie nepočítá. Uvažujeme o něm pouze u menšího počtu speciálních případů, především některých hutí a elektráren spalujících biomasu. Energie z biomasy sice nepřidává uhlík do ovzduší (viz str. 55), ale každá tuna oxidu uhličitého, který zde zachytíme (a dlouhodobě ji tedy vlastně odebereme z atmosféry), umožní někde jinde vypustit tunu znečištění z fosilních paliv, aniž by znečištění rostlo.



Foto: Dreamstime



Foto: iStock

Česká republika má enormní možnosti k rozhybání zeleného hi-tech, nastartování nových průmyslových odvětví a razantní modernizaci ekonomiky. Srazí tak svoji energetickou náročnost, závislost na fosilních palivech i dovoz paliv. Příležitosti čekají na využití – to ale nepřijde samo od sebe.

Stát pro něj musí vytvořit podmínky. Ekologické organizace zde proto navrhuji ambiciózní program jedenácti konkrétních kroků, které otevrou trh zeleným řešením. První čtyři z nich jsou plošná opatření, jež mají vytvořit ekonomické prostředí motivující k inovacím. Pro investory tak bude výhodnější vložit peníze do čistých elektráren než do uhelných dolů.

Zbývajících sedm návrhů tvoří série cílených impulsů, které rozpumpují klíčová dílčí odvětví. Pokud ministři, poslanci a senátoři tento program uskuteční, energetický metabolismus tuzemského hospodářství se během několika desetiletí promění k nepoznání.

12.1. Tempo zelené ekonomiky

Parlament by se měl inspirovat britským vzorem a zákonem stanovit rámcové tempo, kterým Česká republika rozhybe nové, čisté technologie. Podobnou legislativu schválili ve Velké Británii v roce 2008. Stanovila, jak země bude snižovat emise skleníkových plynů až do roku 2050. Na nových pravidlech se shodla vláda a obě hlavní opoziční strany, podpořily ji odbory i Konfederace britského průmyslu.

Účel zákona

Zákon umožní podnikům, aby lépe plánovaly investice. Budou vědět, s čím mohou závazně počítat. Kapitáni průmyslu si často právem stěžují, že stát v současné legislativě anoncuje postup při snižování emisí vždy jen na několik let dopředu. Energetické a průmyslové společnosti však často rozhodují s perspektivou několika desetiletí. Proto chtějí vědět, jaké

podmínky budou mít za dvacet nebo třicet let. „Podniky urgentně potřebují věrohodný rámec, který jim umožní propracovat se k nízkouhlíkové ekonomice...zákon o změnách klimatu to může zajistit,“ argumentovala Konfederace britského průmyslu. Obdobný zákon už vznikl také ve Francii a další projednávají parlamenty ve Finsku, Maďarsku, Belgii nebo Irsku.

Nová legislativa tím, že garantuje podmínky pro podnikání, otevře cestu pro investice do moderních odvětví: energetické efektivnosti, obnovitelných zdrojů, veřejné dopravy, recyklace odpadu a podobně. Pomůže tak snížit emise skleníkových plynů, dovoz fosilních paliv a také účty, jež domácnosti a podniky platí za energii.

Zákon také elegantně zajistí, že rozhodování o velikosti emisí už nebude podléhat aktuálním – a proměnlivým – politickým tahanicím. Bude stanoveno na léta dopředu. Odpadnou tak soustavné spory, které komplikují život ministrům, poslancům i průmyslovým podnikům. Navíc se předejde zmatkům, které vznikají, když jedno ministerstvo plánuje opak toho, co připravuje druhé.

Praktické řešení zákona

Zákon by měl být stručný a jednoduchý. Ekologické organizace proto navrhuji, aby obsahoval pouze několik hlavních bodů:

→ **Tempo.** Zákon by měl stanovit, že Česká republika bude emise skleníkových plynů snižovat o 2 % ročně.

Mezinárodní společenství se dohodlo, že chce přibývání skleníkových plynů ve vzduchu zastavit tak, aby růst teploty, který vyvolá, nepřekročil 2 °C (viz kapitola 3). Pačesova komise spočetla, jaký je adekvátní český podíl na potřebném snížení emisí. Střední hodnota činí 80 % do roku 2050 – a pokud tento úkol rozdělíme rovnoměrně na čtyřicet let, dojdeme k dvouprocentnímu tempu.

Dvouprocentní tempo nemá platit závazně

pro každý rok, nýbrž coby několikaleté klouzavé průměry. Emise totiž podléhají výkyvům. Například v chladné zimě jednorázově vyskočí, protože se více topí.

→ **Konkrétní postup.** Vláda bude pravidelně připravovat program, jaké konkrétní zákony, daňové reformy a další opatření plánuje v příštích několika letech použít, aby čistých technologií přibývalo dohodnutým tempem. Všichni tedy budou vědět o chystané legislativě s předstihem.

→ **Nezávislá kontrola.** Program bude podléhat schválení Poslaneckou sněmovnou. Nezávislá agentura po vzoru Nejvyššího kontrolního úřadu, ale s mnohem menším aparátem, také ověří, zda vládou navržená opatření skutečně zajistí plánované snižování emisí.

Mantinely, nikoli recept

Zákon stanoví pouze rámcová pravidla. Nebude podnikům diktovat, jaké konkrétní technologie mají použít. Rovněž nemá budoucím poslancům a ministrům vnucovat, kterou legislativou je mají podporovat. Všechno má svůj čas. Nemá žádný smysl taková rozhodnutí dělat na desítky let dopředu. Průmysl potřebuje s předstihem vědět pouze jedno: jaké mantinely dostane.

Politická dohoda

Každý zákon má jeden nedostatek. Příští parlament jej může změnit. Proto by se někomu mohlo zdát, že nepůjde než o proklamaci. Nic závaznějšího než zákon však udělat nelze. Lepší tohle než vůbec nic. Nicméně právě proto ekologické organizace prosazují, aby se po britském vzoru na českém zákoně shodla vláda i opozice. Nejde totiž o ledajaký zákon. Na desítky let dopředu nasměruje investice v českém průmyslu. Proto by se na něm politické strany měly rámcově dohodnout – podobně, jako se o to pokoušejí u důchodové reformy. Britové navíc do legislativy vložili pojistky, jež politikům brání, aby se svým závazkům vyhýbali.

Uhlíkový rozpočet

Důležitým důvodem, proč by měl zákon vzniknout, jsou také veřejné finance. Obchodování s emisemi – evropský systém EU ETS, kjótské kredity i diskutovaný globální systém – proměnily význam oxidu uhličitého. Emise přestaly být pouhým znečištěním. Stala se z nich ekonomická aktiva: dostaly konkrétní, vyčíslitelnou finanční hodnotu.

Každá tuna, kterou země vypouští do vzduchu, je pro ekonomiku ztracena a nepůjde ji prodat na mezinárodním trhu. Naopak každou ušetřenou tunu lze zpeněžit. Platí to jak pro jednotlivé firmy, tak pro stát.

Rozhodování o emisích má proto nyní na-prosto konkrétní finanční důsledky pro ekonomiku i veřejné rozpočty. Nový zákon přiměje stát, aby se naučil s uhlíkovými aktivy nakládat s rozmyslem. Musí o nich rozhodovat pečlivě a promyšleně, stejně, jako by měl nakládat s penězi ve svém rozpočtu.

12.2. Ekologická daňová reforma

Druhým důležitým krokem je ekologická daňová reforma. Program, který už použila řada evropských zemí, promění poměry v ekonomice tak, aby bylo výhodnější investovat do čistých technologií. Přitom to stát ani podniky nestojí jedinou korunu.

Princip reformy

Stát odněkud musí brát peníze, ze kterých platí školy, veřejnou dopravu, národní parky, nemocnice nebo důchody. Ovšem protože daněmi v průmyslových zemích protéká asi čtvrtina až polovina hrubého domácího produktu, velký vliv na poměry v ekonomice má nejen jejich výše, nýbrž i konkrétní složení.

Většina současných daní je uvalena na společenská pozitiva: majetek, zisk, práci nebo ve formě DPH na její výsledky; příspěvky na sociální a zdravotní pojištění, které firma musí hradit za každého svého zaměstnance, prakticky účinkují jako daň z pracovního místa. V České republice odtud v roce 2007 pocházelo 78 % příjmů státu, krajů a obcí.²¹⁸ Naopak negativa, například znečištění nebo čerpání přírodních zdrojů, jsou vesměs víceméně zdarma.

Princip ekologické daňové reformy je elegantně banální. Stát sníží stávající daně, například odvody na sociální pojištění – a propad v příjmech hned pokryje novou zelenou daní s přesně stejným výnosem.

Podniky a domácnosti tedy nadále platí stejné daně (a stát má stejné příjmy), jenomže z něčeho jiného. Empirický výzkum OECD potvrdil, že zelená

reforma nesnižuje konkurenceschopnost ani v dílčích odvětvích.²¹⁹

Účel programu

Reforma má dvojí přínos. Za prvé samozřejmě pozitivně motivuje podniky, aby investovaly do čistých, efektivních technologií nebo do recyklace odpadu. Sníží tak znečištění a posílí ekonomiku. Vícepremiér Martin Jahn kdysi program zařadil do vládní Strategie hospodářského růstu. Předmětem asi 97 % celkového objemu zelených daní v evropských zemích je spotřeba či výroba energie (včetně pohonných hmot) nebo související emise oxidu uhličitého.²²⁰

Za druhé menší daňové zatížení práce každé firmě o konkrétní, viditelnou částku sníží náklady na zaměstnance. Tudíž mohou dát práci více lidem. Proto mezi hlavní proponenty reformy v mnoha zemích patří odbory. Daně po reformě jsou „sociálně spravedlivější a více podporují zaměstnanost“, argumentuje evropská odborová konfederace ETUC.²²¹

Smysluplnost reformy je větší, pokud ji stát zavádí plánovitě a cílevědomě, nicméně krok po kroku, třeba i několik desetiletí: nikoli šokovým nasazením plné sazby během několika měsíců. Průmysl i domácnosti tak mají čas na postupné zavedení nových technologií. Zároveň dlouho dopředu vědí, jak se zhruba budou daně (a potažmo ceny) vyvíjet. Přizpůsobí tomu tedy své investice.

Reforma v evropských zemích

První s ekologickou daňovou reformou začalo Finsko (1990), následované ostatními skandinávskými zeměmi. Další velkou vlnu asi o deset let později

spustily velké státy: Německo, Velká Británie nebo Itálie. V mnoha zemích se na reformě – na rozdíl od jiných daňových témat – snadno shodla levice s pravicí. První britskou zelenou daň, ze skládkování odpadu, zavedl v roce 1996 konzervativní kabinet a labouristé po převzetí vlády pokračovali v jejím rozvoji.

Česká reforma se prozatím omezila na nultou fázi, která byla součástí daňového balíčku v roce 2007. Vládní návrh narychlo splnil minimální sazby daní z uhlí, elektřiny a zemního plynu, na kterých se dohodla EU. Ale jsou tak nízké, že nemají prakticky žádný podstatný efekt. Ministři nicméně také schválili koncepci, která počítá s pokračováním.

Hlavní body reformy

Ekologické organizace navrhují, aby vláda přišla s novým kolem reformy:

Snížení daňového zatížení práce. Navrhuje se zde několik různých titulů zelených daní – všech jejich výnosy by však měly být spojeny do jednoho balíku a použity ke snížení jednoho titulu stávajících daní. V podstatě je to jen formální krok, ale reforma bude přehlednější a mírně klesnou administrativní náklady.

Vzniklé příjmy je možné použít dvojím způsobem. snížit sazby příspěvků na sociální zabezpečení (v první řadě úplně zrušit povinný příspěvek na státní politiku zaměstnanosti), nebo zvýšit nezdanitelný základ daně z příjmu fyzických osob. Ministerstvo životního prostředí propočítalo, že druhé řešení by účinněji motivovalo trh k vytváření nových pracovních míst.²²²

Tabulka 8: Návrh sazby daně na osobní motorová vozidla registrovaná po zavedení daně (v Kč/rok)

Emise CO ₂ (g/km)	Benzín		Nafta		Z toho PM taxa
	Standardní sazba	Sazba v prv- ním roce	Standardní sazba	Sazba v prv- ním roce	
Do 100	0	0	0	0	0
101–120	0	0	0	0	0
121–150	3 000	0	3 200	0	0
151–165	6 000	10 000	6 300	10 300	300
166–185	15 000	20 000	15 400	20 400	400
186–200	21 000	29 000	21 500	29 500	500
201–220	27 000	38 000	27 800	38 800	800
221–250	33 000	47 000	34 200	48 200	1 200
251–300	39 000	56 000	40 800	57 800	1 800
Nad 301	45 000	65 000	47 500	67 500	2 500

Energetické daně. Vláda by měla navázat na nulovou fázi reformy a postupně zvyšovat sazby čtyř daní: z elektřiny, pevných paliv, zemního plynu a spotřební daně z pohonných hmot (viz Tabulka 12 na str. 98). Jiným řešením je jejich postupné přebudování na uhlíkovou daň.

Taxy jsou navrženy tak, aby výhledově působily jako účinná motivace k investicím do nových technologií v průmyslu a zajistily, že domácnosti vydělají na efektivních spotřebičích nebo zateplování domů – ale aby nevyvolaly šok prudkými skoky a ponechaly dost času na přípravu. Nadále by měla být osvobozena veřejná doprava a obnovitelné zdroje energie (s výjimkou agropaliv, pokud emise skleníkových plynů ve srovnání s ropnými palivy sníží o méně než 80 %).

Silniční daň. Český automobilový průmysl i dovozci aut požadují účinná opatření, jež budou motivovat spotřebitele i firmy „k nákupu vozidel příznivějších životnímu prostředí a s vyšší mírou bezpečnosti“. ²²³ Ekologické organizace navrhují nahradit současnou silniční daň novou, jež by se vztahovala na všechna auta, nejen vozidla používaná k podnikání. Vláda se může inspirovat ve Velké Británii, Švédsku či Dánsku, kde majitelé každoročně platí taxu podle spotřeby na sto kilometrů. ²²⁴

Daň by se pohybovala od nuly do 69 tisíc korun podle tří kritérií: spotřeby (respektive emisí oxidu uhličitého – což je totéž), typu motoru a emisí zdraví škodlivých mikročástic prachu (tzv. PM taxa pro naftové motory bez filtru na mikročástice prachu). Spotřebitel, který zvolí vysoce efektivní vůz, se tedy placení může úplně vyhnout. V prvním roce po nákupu by sazba měla být o něco vyšší u aut s vysokou spotřebou, respektive nižší u efektivních vozů, aby tak působila coby jednorázová silnější motivace (viz Tabulka 8).

Majitelé vozidel koupených před zavedením daně by měli platit sazbu stanovenou podle dvou kritérií: spotřeby na sto kilometrů a takzvaných EURO norm emisí. Pro auta starší osmi let by přitom taxa stoupala o 3 % za každý rok. Klesne tak dovoz ropy a ubude smogu ve městech. ²²⁵

Podrobnosti návrhu ekologické daňové reformy: www.hnutiduha.cz/publikace/EDR_navrh.pdf

Zelená DPH

Pomoci může i snížená sazba daně z přidané hodnoty. Exmplárním příkladem je nižší DPH u materiálů pro zateplování domů. Studie provedená v několika evropských státech potvrdila, že tento krok zvýší poptávku po izolačních materiálech. ²²⁶

Pravidla DPH v zemích EU se řídí směrnicí, která stanovuje standardní sazbu minimálně 15 %. Kromě toho členské státy mohou u přesně vymezených věcí a služeb stanovit sníženou sazbu, avšak ta nesmí klesnout pod 5 %. Současné sazby v České republice činí 20 % a 10 %.

Nižší sazba DPH v České republice platí třeba na potraviny, léky nebo knihy a noviny či prostředky pro tělesně postižené. Ekologických položek do této kategorie spadá několik: palivové dřevo, dřevěné štěpky nebo třísky, piliny a dřevěný odpad, včetně briket či pelet. Mnohem širší spektrum ekologicky motivovaných snížených sazeb (na vodní a větrné turbíny, fotovoltaické články, biologické přípravky k čištění odpadních vod na bázi bioenzymů, bionaftu, bioplyn a metylesterřepkové oleje, náplně do malých čistíren odpadních vod a podobně) platilo od roku 1993 do vstupu do EU; poté od něj stát musel ustoupit kvůli konfliktu s evropskou legislativou. ²²⁶

Tradičně jsou položky snížených sazeb DPH vybírány hlavně se zřetelem na sociální přínosy. Francie a Velká Británie však navrhly rozšíření seznamu zboží a služeb, u kterých unijní pravidla dovolí nižší sazby, také o automobily s nízkou spotřebou, izolační materiály, úsporné žárovky a energeticky efektivní domácí elektrospotřebiče a další výrobky. Návrh počítá se sazbou 5 %, což je oproti českým 20 % značný rozdíl – a potažmo podstatně levnější zboží.

Plán se setkal s odporem některých vlád. Protože musí získat jednomyslnou podporu všech 27 členských států, prozatím neuspěl. Ale podpora Velké Británie, která tradičně bývá skeptická k jakékoli evropské daňové legislativě, může návrhu usnadnit cestu. Čeští ministři by se měli za nižší sazby DPH pro zelené výrobky silně postavit – a posléze je plně využít.

12.3. Reforma obchodování s emisemi

Třetím důležitým opatřením, které vytvoří motivující prostředí pro investice do nových technologií a čistých paliv, je reforma obchodování s emisemi.

Obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů má za prvé snížit emise a za druhé zajistit, že se tak stane co nejlaciněji. V ekonomické teorii se koncept obchodovatelných povolení objevil už v roce 1960. Evropský model je inspirován úspěšným systémem obchodování s emisemi oxidu siřičitého v USA, kde se tímto způsobem během devadesátých let podařilo levně a úspěšně snížit kyselé deště.

Hlavní princip obchodování tkví v tom, že není důležité, ve které konkrétní továrně nebo zemi se znečištění sníží. Na rozdíl od klasických ekologických zákonů proto regulátor neurčuje konkrétní limity emisí pro jednotlivé znečišťovatele. Pouze stanoví celkové množství povolenek ke znečišťování (a zajistí, aby si je podniky mohly opatřit). Elektrárny, teplárny, chemičky, cementárny a další je pak mohou navzájem prodávat a nakupovat. Výsledek: emise se na stanovenou úroveň sníží nejlevnějším možným způsobem. Zařídí to trh.

Obchodování má také permanentně motivovat ke snižování znečištění. Vytvoří totiž cenu uhlíku. Představme si manažera podniku, který podléhá klasickým legislativním standardům a platné emisní limity dodržuje: bylo by mu úplně jedno, kolik vypouští, neboť zákonné povinnosti už splnil. Jenomže nyní se dívá na komín a přemítá. Každá tuna oxidu uhličitého se rovná několika stokrátům, které utratí (nebo by mohl dostat) za emisní povolenku. Kdyby ji ušetřil, třeba dřívější výměnou výrobní technologie, sníží si náklady. Emise dostávají v očích průmyslníků naprosto konkrétní cenu a promítají se do ekonomických výsledků firem.

Evropské obchodování

Evropská unie svůj systém obchodování s emisemi (EU ETS) spustila v roce 2005. Vedle elektráren a tepláren zahrnuje také velké průmyslové znečišťovatele, jako jsou rafinerie, cementárny či vápenky, papírny, chemičky nebo hutě. V České republice je to celkem asi 400 zařízení, která vypouštějí přibližně 60 % emisí skleníkových plynů (a zhruba 10 500 podniků, respektive 40 % emisí v EU).

První kolo evropského obchodování s emisemi bylo prakticky fiaskem. Česká vláda a některé další členské státy unie umožnily svému průmyslu, aby znečištění namísto snižování – ještě zvýšil. Příděl byl dokonce tak velký, že jej podniky ani nevyužily. České podniky paradoxně dostaly o 16 % více povolenek k emisím, než vůbec dokázaly vypustit; v součtu EU činil rozdíl 6 % navíc. Trh se proto rychle zhroutil. Cena klesla skoro na nulu, takže nemotivuje nikoho k ničemu.

Druhá fáze potvrzuje do konce roku 2012. Evropská komise tentokrát některé vlády – opět včetně české – přiměla jejich očividně nadsazené návrhy snížit. Přesto se problém částečně opakuje.²²⁷

České podniky měly v roce 2008 povolenky na znečištění opět o zhruba 8 % větší, než kolik vůbec dokázaly vypustit; tentokrát však lze rozumně argumentovat, že to zčásti byl důsledek ekonomické recese, kterou vláda ani Evropská komise nemohly předvídat. Pravidla nicméně umožňují, aby povolenky, které mají navíc, podniky převedly do třetího kola. Celkem může jít až o 1,6 miliardy tun oxidu uhličitého. Prakticky by to znamenalo, že nebudou muset vůbec realizovat 40 % ze snížení emisí, které se plánuje ve třetím kole. Motivace k modernizaci průmyslu by se tak opět odsunula, tentokrát za rok 2015. Přidělené povolenky nelze podnikům odebrat, takže je potřeba adekvátně snížit množství, které bude rozdělováno ve třetím kole.

EU schválila reformu, kterou se obchodování s emisemi bude řídit mezi roky 2013 a 2020. Hlavní změnou je plošné rozhodnutí o snížení emisí. Státy unie se dohodly, že energetické a průmyslové podniky do konce desetiletí sníží emise oxidu uhličitého o 21 % oproti roku 2005. Pokud vznikne nová globální smlouva o redukci emisí (viz kapitola 12.4.), požadované snížení se posune na 36 %. Státy také přestanou rozdávat povolenky znečišťovatelům zadarmo: postupně větší a větší díl si podniky budou muset koupit v transparentní dražbě. V roce 2020 by si tak všechny elektrárenské společnosti měly povolenky kompletně kupovat. Ostatní průmyslová odvětví jich budou na konci desetiletí přes aukce dostávat až 70 % – ale ve skutečnosti to bude méně, protože EU chystá speciální výjimky pro podniky, které jsou vystaveny mezinárodní konkurenci. Konkrétní tempo reformy zůstává nerozhodnuto a bude mít silný vliv na to, nakolik se obchodování s emisemi během nastávajícího desetiletí stane tahounem inovací.

Aukce povolenek

Česká vláda si, stejně jako některé další země EU, vymohla speciální výjimku: může si vybrat, zda bude v letech 2013–2020 rozdávat povolenky pro elektrárny zdarma, nebo je prodávat v aukci. Prakticky stojí před dilematem: má částku v řádu desítek miliard korun věnovat velkým znečišťovatelům, nebo peníze investovat do ekonomiky a domácností?

ČEZ a teplárenské podniky přesvědčily většinu zákonodárců, aby schválili kontroverzní doplněk zákona, podle kterého budou ještě v období 2013–2019 dostávat část – podíl bude klesat od více než poloviny na začátku k nule v roce 2020 – povolenek zadarmo.

Ekologické organizace navrhuje, aby parlament dodatečně vloženou klauzulí zákona o obchodování s emisemi zrušil. Nedává žádný smysl, aby peníze



Foto: Nordex, Schott

zůstaly právě ČEZ a ostatním velkým znečišťovatelům. Argument, že je použijí na snižování emisí, je pochybný: investice stejné částky do zateplování domů by znečištění i dovoz plynu snížila mnohem účinněji.

Cena elektřiny. V debatě o dražbě povolenek ke znečišťování představitelé průmyslu někdy argumentují, že prodej v aukci (namísto rozdávání zdarma) zdrazí elektřinu. Energetické společnosti však promítají tržní hodnotu použitých povolenek do ceny elektřiny už nyní, kdy je dostávají zdarma. Proto dražby nepovedou ke zvýšení ceny.²²⁸ Naopak: největší znečišťovatelé nyní získávají multimiliardové zisky prakticky za nic. ČEZ tak hned během prvního roku obchodování utržil asi 900 milionů korun. Alan Svoboda, obchodní ředitel ČEZ, přiznal, že hlavní příčinou výkyvů cen elektřiny během roku 2007 byla cena povolenek – za které jeho firma tehdy nemusela zaplatit ani korunu.²²⁹

Využití výnosů z aukcí

Stát bude z aukcí mít příjem v řádu desítek miliard korun ročně. Kdyby všechny povolenky ke znečišťování prodal, půjde v roce 2013 o zhruba 33 miliard korun. Ekologické organizace prosazují, aby ministři výnosy rozdělili na dvě části. Hlavní část by měla směřovat do programů, které

české ekonomice i domácnostem pomohou snížit účty za energii nebo umožní chránit chudé, nejvíce postižené země před globálními změnami podnebí. České ekologické organizace navrhuji zaměřit se na dvě konkrétní položky:

- ➔ 12 miliard korun ročně investovat do Fondu energetické nezávislosti, který pomůže domácnostem snižovat závislost na zemním plynu a uhlí (viz kapitola 12.5);
- ➔ 10 miliard korun ročně vyčlenit coby prostředky, kterými bude Česká republika pomáhat chudým rozvojovým státům se snižováním škod z globálních změn podnebí, s ochranou lesů a investicemi do zelených technologií (viz kapitola 12.4);

Zbytek výnosů z prodeje povolenek by politici měli rovnoměrně rozdělit zpátky do ekonomiky. Dobrým řešením je snížení daňového zatížení práce (snížením odvodů na sociální pojištění nebo daně z příjmu), jež bude podniky motivovat k vytváření nových pracovních míst.

Legislativa, kterou parlament schválil v srpnu 2009, ovšem naopak favorizuje velké znečišťovatele a peníze jim ponechává. Tento zbytek proto bude pouze velmi malý nebo žádný. Nicméně zákon lze ještě změnit.

Povolenky zdarma pouze pro špičkové technologie

Ekologické organizace jsou toho názoru, že by vláda a zákonodárci měli zamítnout rozdávání emisních povolenek energetickým společnostem zdarma. Nicméně pokud se politické špičky rozhodnou jít touto cestou, musí ministři stanovit přesná a progresivní kritéria na projekty, do kterých ČEZ a další společnosti budou muset darované peníze investovat. Každý, kdo případně dostane povolenky zdarma, by měl splnit čtyři hlavní kritéria – v úvahu by mělo připadat pouze financování:

- ➔ nových projektů nad rámec současných investičních plánů podniků;
- ➔ projektů, jež přinesou dodatečné snížení emisí skleníkových plynů;
- ➔ nejlepší technologie, jaká je na trhu dostupná (BAT);
- ➔ technologií lepších, než je minimální standard, jaký povinně vyžadují platné zákony.

Stát by měl navíc zajistit účinnou kontrolu plnění a postihy za neplnění a zajistit také projednání investičních plánů s veřejností.

Příští kolo reforem

Evropská unie začne během několika let debatovat o příští reformě obchodování s emisemi, která rozhodne o pravidlech po roce 2020. Česká vláda i čeští europoslanci budou hrát důležitou roli v diskusi. Měli by prosazovat takové regule, jež zajistí, aby průmyslové podniky měly silnější motivaci vytvářet pracovní místa v zelených technologiích a snižovat závislost na fosilních palivech a požadovat, aby za znečištění platili znečišťovatelé, nikoli rodiny.

Celkový objem znečišťování, které unie dovolí, by měl dále soustavně klesat – tak, aby průmysl svým dílem přispěl ke snižování českých emisí o 2 % ročně (viz kapitola 12.1).

Nová legislativa by měla stanovit, že všechny povolenky ke znečišťování budou po roce 2020 rozdělovány v aukcích. Pouze tento princip je zcela transparentní a brání korupci. Pouze plné aukce zajistí skutečný trh v obchodování s emisemi – který v ekonomice efektivně vyhledává, jak nejlevněji snížit emise – na úkor státní regulace. Pouze plné aukce zařídí, aby program opravdu působil jako soustavná motivace k inovacím a snižování závislosti na fosilních palivech. Dražby navíc přinášejí zisk pro veřejné rozpočty. Nespornou výhodou aukce povolenek je, že odpadají problémy s metodou alokace pro nová zařízení. Celý systém obchodování se tedy výrazně zjednodušuje.

Ekologické organizace prosazují, aby aukce probíhaly pro celou unii společně a Evropská komise výnosy automaticky předávala členským státům, v nichž se podniky nacházejí. Zaručí to lepší průhlednost



Foto: Schott

a menší náklady. Pro průmyslová odvětví s velkou uhlíkovou náročností, která jsou vystavena mezinárodní konkurenci, by unie měla vytvořit opatření, která sníží pravděpodobnost úniku výroby (a také emisí) za hranice. Mohou mezi ně patřit daňové úlevy, dotační programy na modernizaci technologií či globální regulace uhlíkových emisí ve vybraných sektorech.

Obdobné programy vznikají v USA, Japonsku či Austrálii. Není rozumný důvod jednotlivé trhy izolovat. Propojovat však lze pouze systémy, které mají přinejmenším stejně silná pravidla jako evropské obchodování s emisemi. Pokud by se EU spojila s trhy, kde je cena povolenek ke znečišťování podstatně nižší, investice budou z českých průmyslových podniků odtékat za oceán.

Tabulka 9: Hlavní technické parametry pasivního domu

Parametr	Na 1 m ² plochy a rok
Topný příkon (při –12 °C venku)	10 W
Roční spotřeba na topení	15 kWh
Roční dodávka do domu (koncová energie)	42 kWh
Energie kvůli tomu uvolněná (tzv. primární)	120 kWh

Tabulka 10: Porovnání platné normy pro energetickou náročnost domů s pasivním standardem (součinitel prostupu tepla)

	Závazná hodnota platné normy (W/m ² .K)	Doporučená hodnota platné normy (W/m ² .K)	Hodnota pro dosažení pasivního standardu (W/m ² .K)
Obvodová stěna	0,3	0,2	0,15
Střecha	0,24	0,16	0,12
Podlaha	0,45	0,3	0,15
Vnější okna a dveře	1,7	1,2	0,8

12.4. Mezinárodní klimatická dohoda

Česká republika má dobré důvody rychle snižovat svoji závislost na fosilních palivech. Měla by však také přispět ke vzniku smysluplné globální smlouvy, která naváže na Kjótský protokol. Je potřebná, protože stanoví společná pravidla, a sjednotí plány, připojí další země a pomůže řešit ochranu lesů nebo pomoc rozvojovým zemím.

Vyjednávání patrně ještě budou nějakou dobu trvat. Česká vláda vzhledem k vysokým emisím na obyvatele nese obzvláště velký díl odpovědnosti. Měla by na světových summitech i při debatách o postoji Evropské unie aktivně prosazovat smlouvu, která:

→ Spravedlivě zajistí potřebné snížení emisí.

Pokles znečištění by měl zajistit, že mezinárodní společenství skutečně udrží emisemi vyvolaný růst teplot na plus 2 °C. Ale musí také být férově rozdělen. Nikdo nemůže čekat, že státy jako Indie sníží znečištění stejným tempem jako Česká republika. EU a další bohaté průmyslové země by měly omezit emise tak, aby mezi roky 1990 a 2020 klesly o 40 %. Po rozvojových zemích je spravedlivé požadovat, aby jejich emise přestaly do roku 2020 růst. V letech 1990–2050 by měl klesnout o 51 %.²³⁰

→ Pomůže chránit lesy. Asi 10–30 % globálních emisí skleníkových plynů připadá na kácení a vypalování lesů, zejména v tropech.²³¹ Nová dohoda proto musí vytvořit mechanismus, který pomůže rozvojovým zemím s ochranou lesů. Důležitou součástí však musí být pravidla, jež zajistí práva místních obyvatel.

→ Pomůže financovat programy v rozvojových zemích. Peníze mají několik účelů. Nemalým globálním změnám podnebí se už nedovedeme vyhnout. Proto chudé státy především v Africe či Asii potřebují finance na nouzová opatření, která jim pomohou se se škodami vyrovnat. Další část prostředků pomůže třetímu světu, aby mohl zavádět čisté technologie, nepřidával další emise a přitom zvyšoval svoji životní úroveň. Třetím účelem jsou peníze na ochranu lesů. Ekonomicky rozvinuté státy se na Klimatické konferenci OSN v Kodani (2009), respektive v Cancúnu (2010) dohodly, že budou společně přispívat na financování klimatických opatření v rozvojových zemích do roku 2020 až 100 mld USD ročně. Musí jít o nové peníze, nad rámec už přislíbené rozvojové pomoci, aby nezbytné programy nevznikly na úkor nových škol, nemocnic nebo humanitárních projektů. Adekvátní český příspěvek by činil asi 9 miliard korun ročně v roce 2020..

12.5. Fond energetické nezávislosti

Příležitosti k zateplování českých domů jsou enormní (kapitola 8.1). Studie společnosti Porsenna spočetla, že za zateplování, výměny oken a podobně bude v příštích letech potřeba utratit 45 miliard korun ročně. Velkou část z toho vloží samy domácnosti. Nemají však dostatek prostředků na to, aby pokryly kompletní potřebné investice. Proto musí pomoci státní granty.

Zkušenosti to potvrzují. Podpora zateplování škol, nemocnic a dalších obecních budov z evropských fondů nestačí zájmu žadatelů. Program Zeleňá úsporám necelý rok po startu dostává žádosti ve výši 0,5 miliardy korun měsíčně a poptávka rapidně roste. Ovšem oba zdroje stačí jen na malou část českých domů.

Ekologické organizace proto navrhují, aby vláda zřídila speciální Fond energetické nezávislosti, kam bude stát ukládat výnosy z používání fosilních paliv, a financovat z něj granty pro domácnosti a obce, které umožní postupně zateplit bezmála každý dům v zemi. Fond by také měl přispívat na pořízení solárních kolektorů, kotlů na biomasu a jiných malých, domácích obnovitelných zdrojů tepla. Pravidla pro poskytování příspěvků lze převzít ze stávajících programů.

Fond by měl mít rozpočet 22 miliard korun ročně. Financovaly by jej tři hlavní zdroje: výnosy z aukcí, kde stát bude velkým znečišťovatelem prodávat část povolenek k emisím oxidu uhličitého (až 20 miliard korun ročně); část z profitu, který polostátní ČEZ vydělává na vysokých cenách elektřiny (až sedm miliard ročně); a polovina příjmů, jež vláda případně bude mít z DPH z benzínu a nafty navíc nad očekávání státního rozpočtu v letech, kdy cena ropy vyskočí nahoru. Podrobnosti: www.hnutiduha.cz/publikace/fosilni_fond.pdf

12.6. Standardy pro budovy

Stát musí pomoci s plošným zateplováním už stojících domů. Ale velmi důležité jsou také nové budovy a rekonstrukce, které se podepíší na naší spotřebě plynu a uhlí na desítky let dopředu. Jenom v letech 1999–2009 u nás přibýlo 342 tisíc bytů.²³² Proto potřebujeme silné standardy, které přimějí developery, aby budovali stavby, které lze vytopit.

Nové budovy

Ministerstvo průmyslu a obchodu by mělo změnou vyhlášky upravit normu tak, aby developři stavěli pouze budovy v pasivním standardu. Pasivní domy se dnes běžně budují a nic nebrání, aby stejný standard předepisovaly i stavební normy.

Spotřeba energie na vytápění klesne oproti běžným

českým novostavbám na šestinu a oproti starším budovám na desetinu.³¹ Pasivní standard je však definován také limitem celkové koncové spotřeby energie a spotřeby primární energie (viz Tabulka 9). Celkové množství energie, které domácnost spotřebuje k vytápění, ohřívání vody a pohonu spotřebičů, tak oproti obvyklým novostavbám klesne na čtvrtinu a oproti starým budovám na šestinu.³¹ Tudíž by bylo reálně možné pokrýt poptávku pasivního domu výhradně z obnovitelných zdrojů energie.

Ekologické organizace navrhují, aby doporučené hodnoty klíčových parametrů (součinitel prostupu tepla pro různé části budovy) v současné stavební normě (ČSN 73 0540) byly pomocí stavebního zákona a souvisejících vyhlášek prakticky okamžitě změněny na závazné. Počínaje rokem 2015 by se závazným měl stát pasivní standard.

Rekonstrukce

Komplikovanější to bude s rekonstrukcemi. Ne vždy lze budovu vyspravit až na pasivní standard. Opravy se často omezují pouze na některé prvky, nikoli celý dům (zdi, základy, okna, střecha). Norma však může vyžadovat, aby takové úpravy, které vyžadují stavební povolení nebo se při nich užívají státní, krajské nebo obecní peníze, vždy používaly stejné komponenty a dodržovaly stejné parametry, které jsou požadovány u novostaveb – to se týká zejména tloušťky tepelných izolací, tepelných parametrů nových či opravovaných oken, eliminace tepelných mostů, vzduchotěsnosti budovy či doplnění mechanického větrání s rekuperací tepla. Při užití takových postupů lze koncovou spotřebu energie v budovách snížit přinejmenším na třetinu té dnešní.³¹

12.7. Vylepšování energetické efektivity elektrospotřebičů

Štítkování energetických spotřebičů razantně snižuje poptávku po málo efektivním zboží. Je však potřeba program vylepšit tak, aby byl účinnější.

Kontrola

Státní energetická inspekce (SEI) musí vyčlenit dostatečnou kapacitu na testování základních typů spotřebičů. Systematické testy by se měly zaměřit na pravdivost údajů. Nedodržení hodnot deklarovaných na štítku nebo v technické dokumentaci musí být dostatečným důvodem pro okamžitou změnu udávaných hodnot nebo i pro stažení výrobku z prodeje.

Účinná prevence nepravdivých informací si vyžaduje také aktivní práci České obchodní inspekce. ČOI by měla připravit konkrétní plán kontrol v obchodech – ověřovat, zda jsou energetické štítky správně

umísťovány a používány. Pouze tak lze vymýtit klamání zákazníků falešnými štítky s vymyšlenými energetickými třídami.

SEI a ČOI by měly zákazníkům aktivně nabízet informace o podvodech zjištěných při kontrolách. Inspekce musí také věnovat kapacitu mezinárodní výměně informací – poskytovat informace o svých odhaleních zahraničním kolegům a zároveň sledovat, které spotřebiče byly podvodně označeny v jiných zemích.

Postupné posouvání tříd

Štítkování rozděluje spotřebiče do tříd A až G. S technickými inovacemi ale z trhu postupně mizí výrobky horších kategorií. Legislativa to prozatím řešila vytvářením nových tříd A+, A++ či A+++ (viz kapitola 8.2). Takové řešení však mate spotřebitele. Česká vláda a europoslanci by proto měli v EU prosazovat, aby namísto vytváření nových kategorií unie postupně určovala přísnější kritéria pro jednotlivé třídy.

Informace pro spotřebitele

Mezi další vhodné aktivity patří aktivní informační podpora spotřebitelů o parametrech energeticky úsporných výrobků, nakupování úsporných výrobků v rámci procesu hromadného nakupování veřejných a soukromých institucí, jakož i aktivní účast na tvorbě mezinárodní legislativy v oblasti značení výrobků a elektrospotřebičů.

Nové standardy

Státy EU také postupně vylepšují standardy tak, aby z trhu zmizely nekvalitní výrobky s velmi vysokou spotřebou (viz str. 47). První byly žárovky; obdobná pravidla pro jiné spotřebiče budou následovat. Česká vláda a europoslanci by měli podporovat novou legislativu, která domácnostem ušetří účty za energii a sníží zbytečnou spotřebu elektřiny nebo tepla.

12.8. Zákon o teple z obnovitelných zdrojů

Zákon o podpoře obnovitelných zdrojů z roku 2005, který ekologické organizace pomohly prosadit, rozhybal instalace nových větrných elektráren, solárních panelů, bioplynových stanic a podobných projektů. Po pěti letech poslanci udělali drobné, ale důležité změny, které zajistí, aby podpora nových technologií držela krok s inovacemi a cena klesala stejně rychle jako výrobní náklady.

Jenomže druhá – a významnější – část sektoru stále přeshlupuje před startovní čarou. Chybí legislativní podpora výroby tepla z obnovitelných zdrojů. Ekologické organizace navrhly dlouhodobý koncepční systém podpory, který zajistí narovnání podmínek

na trhu zejména proti fosilním palivům.

Hlavním smyslem zákona by měla být podpora využívání obnovitelných zdrojů v centrálním zásobování teplem. Pro malé zdroje, jako jsou kotle na biomasu pro vytápění jednotlivých budov nebo solární kolektory na střechách, se podle zkušeností ze zahraničí více hodí systém nárokových dotací či daňových úlev k pokrytí části investičních nákladů. Takové podpory nastartoval program *Zelená úsporám* a měl by se také stát součástí příspěvků z Fondu energetické nezávislosti.

Koncept zákona je založen na návrhu, který pro německé ministerstvo životního prostředí připravil Öko-Institut ve spolupráci s dalšími konzultačními společnostmi. Hlavní princip je odvozen od podpůrného systému pro výrobu obnovitelné elektřiny: za každý vyrobený gigajoul tepla z obnovitelných zdrojů dostane výrobce bonus v určité výši, která bude garantována na určitou dobu. Ekologické organizace navrhují podporu po dobu 15 let, což odpovídá garanci pevné výkupní ceny podle současného zákona o podpoře obnovitelných zdrojů elektřiny a zároveň reflektuje životnost tepelných technologií.

Podpůrný systém by se týkal zařízení s výkonem nad 200 kWt (hranice odpovídá registraci tzv. středních zdrojů dle zákona o ochraně ovzduší) a čistou účinností spalování nad 85 % využitím obnovitelného zdroje. Výše bonusu by měla být odstupňována podle technologie (biomasa, solární panely, geotermální energie), a to ve výši 20–50 Kč/GJ, aby nedocházelo k nepřiměřeným ziskům. Bonus by byl vyplácen z fondu, do kterého by povinně přispívali výrobci tepla z fosilních paliv v řádech desetihaléřů, později maximálně nižších jednotek korun (tedy ne více než 0,5 % z průměrné ceny tepla). Podpora se tak rozprostírá mezi výrobce tepla z fosilních zdrojů a nezatěžuje státní rozpočet. Kontrolu nad výší bonusu i příspěvku do fondu by měl mít Energetický regulační úřad, stejně jako v případě výkupních cen za elektřinu z obnovitelných zdrojů.

12.9. Standardy pro nové spalovací elektrárny

Během příštích desetiletí bude v České republice rapidně přibývat elektráren poháněných biomasou. Scénáře *Důsledně a chytře* i *Lenivý pokrok* (a ostatně také plány ministerstva průmyslu a obchodu) počítají s utlumováním výroby elektřiny z uhlí nebo zemního plynu. Nicméně nějaké zdroje poháněné fosilními zdroji u nás ještě vzniknou. V obou případech musí palivo používat efektivně.

Proto je nutné, aby všechna paliva byla spalována ve zdrojích s maximální dostupnou účinností. Musí přinejmenším plnit emisní limity stanovené evropskou směrnicí o integrované prevenci a omezení znečištění (IPPC) – a potažmo vyhovovat požadavkům

takzvaných referenčních dokumentů (BREF) na nejlepší dostupnou technologii (BAT). Experti Evropské komise, členských států unie a průmyslových podniků se v nich shodli, jaké jsou parametry nejčistších technologií.

Spalování biomasy. Stát by měl vyhláškou stanovit, že minimální účinnost výroby elektřiny v zařízeních na biomasu nesmí být nižší než 30 %. Biomasa by však měla přednostně využívat kogenerační zdroje, které budou vyrábět elektrickou energii i teplo s využitím přinejmenším 80 % paliva. Spoluspalování energetických plodin nebo dřevní štěpky v uhelných elektrárnách, jež vinou své nízké efektivnosti doslova plýtvají důležitým obnovitelným zdrojem, by mělo být úplně vyloučeno.

Fosilní paliva. Na několika místech patrně ještě vyroste nová generace uhelných zdrojů (kapitola 11). Propočty Wuppertalského institutu po roce 2010 nepředpokládají výstavbu nových elektráren pracujících v kondenzačním režimu. Scénář *Důsledně a chytře* však kalkuluje se stavbou nebo retrofitem některých uhelných tepelných zdrojů (str. 77-78). Stát ale musí důsledně vyžadovat, aby provozovatelé, chtějí-li stavět zdroje poháněné nejspínavějším dostupným palivem, použili nejlepší technologie, jaké lze na trhu koupit. V roce 2010 by to pro kogeneraci byla zařízení s minimální účinností využití paliva 75 %.

Elektrárny na zemní plyn by měly mít účinnost minimálně 36 % pro plynové turbíny a 54 % pro zařízení s kombinovaným cyklem. Kogenerační zdroje musí využívat přinejmenším 75 % paliva.

12.10. Mýtné pro nákladní auta

Česká republika má jako tranzitní země dvojnásob zájem, aby ubylo kamionů. Klesne tak spotřeba dovozené ropy, ubude smogu i hluku a silnice budou bezpečnější. Hlavním a prozatím nevyužitým řešením je reforma mýtného.

Mýtné prozatím slouží pouze jako malý příspěvek státní kase na opravy vozovek. Navíc jsou v něm velké díry. Vztahuje se pouze na dálnice a několik úseků silnic první třídy. Hejtmani a starostové si stěžují, že kamiony placené úseky objíždějí, poškozují tak krajské a místní silnice a znepríjemňují život lidem ve stovkách měst a obcí.

Reforma mýtného pro nákladní dopravu by měla firmy motivovat, aby raději nakupovaly od místních dodavatelů nebo zboží přepravovaly po železnici. Vyžaduje to především tři opatření:

→ **Rozšířit mýtné na všechny silnice.** Mýtné musí pokrývat celou silniční síť – jinak by motivovalo k objíždění placených úseků, jak se to děje dnes. Pardubický kraj už anoncoval, že zavede vlastní poplatek pro kamiony na vybrané části silnic 2. třídy. Vláda by měla zajistit, aby

jednotlivá hejtmanství nemusela přicházet se svými projekty, ale aby se o rozšíření postaral stát.

→ **Vyšší sazby.** Mýtný poplatek nyní dokonce ani zdaleka nepokrývá náklady na údržbu silnic. Státní Centrum dopravního výzkumu odhadlo, že poškození silnic nákladní automobilovou dopravou vyjde zhruba na 70 miliard korun ročně a další škody činí asi 55 miliard korun.²³³ Mýtné však musí nejen hradit náklady, nýbrž hlavně působit jako účinná ekonomická motivace. Sazby je potřeba stanovit podle toho.

→ **Investovat do železnic.** Stát by měl po vzoru Švýcarska určit, že nejméně dvě třetiny výnosu z mýtného připadnou na vylepšování železnic, nákupu nových vagonů a lokomotiv, budování logistických center pro kombinovanou dopravu a podobně. Dráha totiž musí být dostatečně operativní, aby pružné dodávky zboží skutečně dovedla zajistit.

12.11. Recyklační legislativa

Několik důležitých změn v legislativě pomůže recyklaci odpadu – a tudíž sníží energeticky náročnou výrobu z přírodních surovin (viz kapitola 8.4).

Snadnější třídění odpadu

Popelnice stojí před každým domem – ale k barevným kontejnerům na tříděný odpad to průměrná domácnost má více než 100 metrů daleko. Navíc ve většině měst vůbec nejde třídit biologický odpad z kuchyně a zahrady, který může sloužit jako výborná surovina k výrobě bioplynu.

V úspěšných evropských zemích svázejí tříděný odpad přímo od dveří. Stát musí radnicím a obecním úřadům pomoci s projekty, které to umožní také u nás. Státní fond životního prostředí na takové programy vyčlenil 2 miliardy korun ročně z evropských fondů. Je velmi důležité, aby financování pokračovalo také po roce 2013. Ministerstvo životního prostředí také musí zřídit informační program, který bude starostům a komunálním službám pomáhat – především shromažďovat a předávat inspirativní příklady z progresivních projektů v zahraničí.

Nový zákon o odpadech

Neméně důležitý je nový zákon o odpadech, který pomůže recyklaci dostat pro začátek alespoň na úroveň Německa či Rakouska. Měl by obsahovat čtyři hlavní body:

- Zvýšení poplatků za skládkování a jejich rozšíření i na pálení odpadu.
- Recyklační slevu: nižší sazbu poplatků za sklád-

kování či spalování pro obce, které sníží svoji produkci smíšeného komunálního odpadu pod určitou, postupně klesající úroveň (tj. které hodně recyklují).

- Základní standard recyklačních služeb – pravidlo po vzoru slovenského či rakouského zákona, podle něž v každé obci lidé musí mít možnost třídit hlavní druhy odpadu včetně biologicky rozložitelných.
- Spravedlivé poplatky za svoz popelnic ve všech městech a obcích podle množství odpadu – nikoli podle počtu lidí v domácnosti.

Odpovědnost výrobců za odpad

Klíčové opatření, které motivuje k inovacím, jež zvyšují materiálovou efektivnost, je zvýšení finanční odpovědnosti výrobců za odpad.²³⁴ Pokud je legislativa nutí postarat se o své zboží poté, co doslouží, mají zájem na jeho větší životnosti a snadnější recyklaci. Evropská legislativa už podobná opatření částečně zavedla ve třech oblastech: obalech, automobilech a elektrickém a elektronickém zboží.

Ekologické organizace prosazují, aby domácí legislativa podobná pravidla zavedla v dalších oblastech. Nabízejí se například baterie, novinový papír a především: zvýšení požadované míry recyklace a/ nebo opětovného využití u obalů.



Foto: archiv MŽP

Tabulka 11: Hlavní výsledky scénáře *Důsledně a chytře*

	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Domácí produkce primárních zdrojů energie (PJ)	1 104	994	875	753	671	705	584	504	510	547
Uhlí	985	841	665	489	369	369	217	108	84	84
Ropa	24	13	13	0	0	0	0	0	0	0
Zemní plyn	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Jaderné palivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Obnovitelné zdroje	89	133	190	256	294	329	360	389	418	455
Voda	8	9	9	9	9	9	9	9	10	10
Biomasa	81	113	162	215	236	250	258	265	268	282
Vítr	0	2	5	8	13	15	16	17	18	19
Slunce	0	7	8	12	20	32	46	59	72	82
Geotermální zdroje	0	2	6	12	17	23	30	38	50	63
Čistý dovoz (PJ)	789	891	924	909	862	662	675	679	565	367
Uhlí	-146	-114	-79	-63	-76	-118	-28	30	12	-26
Ropa	398	385	376	355	339	314	284	268	228	197
Zemní plyn a ostatní plyny	315	331	327	302	285	277	239	218	189	160
- z toho bioplyn	0	0	0	0	0	14	25	34	33	33
Jaderné palivo	267	314	314	314	314	164	156	156	136	0
Elektřina	-45	-25	-15	0	0	26	24	7	0	36
Celková spotřeba primárních zdrojů energie (PJ)	1 893	1 880	1 794	1 655	1 526	1 360	1 251	1 175	1 067	906
Uhlí	839	728	585	427	293	251	188	138	96	59
Ropa	422	397	389	355	339	314	284	268	228	197
Zemní plyn	321	339	335	309	293	284	247	226	197	167
Jaderné palivo	267	314	314	314	314	164	156	156	136	0
Elektřina	-45	-25	-15	0	0	26	24	7	0	36
Obnovitelné zdroje	89	127	185	250	288	322	352	380	409	447

Hrubá výroba elektřiny (Gwh)	78 302	76 690	70 640	65 327	64 723	57 860	57 097	60 961	62 115	52 479
Jaderné elektrárny	27 320	29 680	29 680	29 680	29 680	16 400	15 600	15 600	13 600	0
Vodní, větrné a sluneční elektrárny	2 359	3 283	4 481	5 681	8 640	12 306	16 190	19 712	23 399	26 220
Tepelné elektrárny (včetně biomasy)	48 623	43 728	36 479	29 966	26 404	29 153	25 307	25 648	25 116	26 260
Spotřeba sektoru energetiky (PJ)	78	91,9	92,2	91,3	84,7	82,2	78,2	75,2	69,0	63,7
Neenergetické využití (PJ)	101	119,1	134,0	150,2	162,9	171,8	184,0	192,4	200,7	204,9
Konečná spotřeba energie (PJ)	1 085	1 109,4	1 073,9	1 018,2	962,2	904,1	841,0	779,8	723,0	668,8
podle oblasti spotřeby										
Průmysl	436	453	442	418	395	372	341	314	291	267
Domácnosti	241	233	220	201	185	165	149	130	112	97
Služby	157	148	137	124	114	104	94	85	77	69
Doprava	251	275	275	274	269	263	257	251	243	236
podle paliva										
Uhlí	116	133	120	101	86	71	58	44	33	23
Ropa	304	320	308	282	256	231	204	176	142	114
Plyn	286	233	221	200	182	170	155	140	126	104
Elektřina	193	198	190	186	182	179	174	171	169	170
Teplo z centrálních zdrojů	144	143	135	126	117	107	96	87	79	72
Biomasa a solární teplo	42	83	101	123	140	147	154	161	174	185
Emise oxidu uhličitého (Mt CO₂)	122,5	112,6	95,6	76,9	61,7	52,5	39,8	31,4	21,4	14,6
Výroba elektřiny a tepla	69,6	59,5	45,5	31,8	21,1	16,4	9,2	5,3	1,4	-1,1
- z toho negativní emise v důsledku CCS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9
Ostatní energetika	2,0	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5
Průmysl	18,7	18,5	17,6	15,9	14,3	12,5	9,0	7,2	4,3	2,7
- z toho negativní emise v důsledku CCS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,5	-1,5	-3,0	-3,0
Domácnosti	7,6	7,3	6,4	5,2	4,3	3,4	2,6	1,8	1,2	0,7
Služby	6,1	5,1	4,5	3,7	3,1	2,5	1,9	1,4	1,0	0,6
Doprava	18,6	20,0	19,3	18,1	16,7	15,5	14,8	13,2	11,0	9,2

Zdroj: Lechtenböhmer et al. 2009

Scénář Důsledně a chytře - pokračování

	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Hlavní energetické indikátory										
Spotřeba primárních zdrojů/HDP (PJ/milion eur)	19,2	14,7	11,5	8,9	7,0	5,5	4,4	3,7	3,1	2,4
Spotřeba primárních zdrojů na obyvatele (TJ/obyv.)	187,5	182,8	174,4	161,0	149,7	134,7	125,8	120,0	110,9	96,0
Hrubá výroba elektřiny na obyvatele (kWh/obyv.)	7790,7	7458,0	6869,6	6352,3	6349,8	5727,5	5739,6	6223,7	6460,3	5560,4
Uhlíková náročnost (t CO₂/PJ)	63,9	59,9	53,3	46,5	40,4	38,6	31,8	26,7	20,1	16,1
Emise CO₂ na obyvatele (t CO₂/obyv.)	12,0	10,9	9,3	7,5	6,1	5,2	4,0	3,2	2,2	1,5
Emise CO₂ na jednotku HDP (t CO₂/milion eur)	1226,7	879,1	613,6	414,6	284,6	210,9	141,5	99,9	61,7	38,3
Dovozní závislost (%)	42,7	47,4	51,5	54,9	56,5	48,7	54,0	57,8	53,0	40,5
(při uvažování jaderného paliva jako domácího zdroje)	27,4	30,7	34,0	35,9	35,9	36,6	41,5	44,5	40,3	40,5
Indikátory energetické náročnosti (1990=100)										
Průmysl (spotřeba energie na přidanou hodnotu)	37,6	30,2	24,9	20,1	16,7	14,2	11,9	10,1	8,6	7,3
Domácnosti (spotřeba energie na průměrný příjem)	50,3	38,0	29,5	22,6	17,8	13,9	11,1	8,6	6,7	5,3
Služby (spotřeba energie na přidanou hodnotu)	38,4	29,0	21,8	16,2	12,4	9,7	7,6	6,0	4,8	3,9
Doprava (spotřeba energie na jednotku HDP)	174,4	148,9	122,4	102,5	85,9	73,4	63,4	55,3	48,6	43,0
Účinnost využití primární energie (milion eur/PJ)	52,1	68,1	86,8	112,1	142,1	182,9	224,8	267,2	325,4	419,9
Účinnost využití primární energie (2005=100)	100,0	130,9	166,8	215,4	272,9	351,4	431,8	513,3	625,0	806,5

Indikátory uhlíkové náročnosti											
Výroba elektřiny a tepla (t CO ₂ /MWh)	0,50	0,43	0,35	0,27	0,19	0,18	0,13	0,09	0,05	0,02	
Konečná spotřeba energie (t CO ₂ /PJ)	46,70	45,83	44,58	42,14	39,89	37,49	33,65	30,30	24,34	19,73	
Průmysl	42,48	40,76	39,91	37,96	36,07	33,64	26,48	22,98	14,86	10,03	
Domácnosti	34,02	31,41	29,22	25,84	23,45	20,50	17,35	13,85	10,88	7,19	
Služby	36,56	34,31	32,98	30,13	27,63	23,74	20,54	16,67	13,26	9,03	
Doprava	72,52	72,62	70,15	65,91	61,99	59,01	57,40	52,64	45,36	38,96	
Instalovaný výkon zdrojů pro výrobu elektřiny a tepla											
Celkový výkon (MWe)	15 425	14 850	14 508	13 866	15 505	17 516	20 963	24 530	27 888	28 367	
Jaderné elektrárny	3 760	3 760	3 760	3 760	3 760	2 000	2 000	2 000	2 000	0	
Vodní elektrárny (bez přečerpávacích)	1 198	1 256	1 264	1 270	1 262	1 246	1 246	1 246	1 246	1 246	
Větrné elektrárny	26	410	880	1 200	1 870	2 160	2 300	2 420	2 440	2 460	
Sluneční elektrárny	1	160	530	1 040	2 900	6 050	9 800	13 200	16 800	19 500	
Tepelné elektrárny	10 441	9 264	8 074	6 596	5 712	6 060	5 617	5 664	5 401	5 161	
z toho kogenerační zdroje	5 273	5 439	5 179	4 957	4 816	4 687	4 604	4 503	4 243	4 008	
Uhlerné	8 909	7 199	5 348	3 587	2 145	1 528	1 055	581	245	106	
Plynové	1 220	1 472	1 765	1 741	1 872	2 000	1 523	1 377	1 033	714	
Topné oleje	119	119	113	56	24	18	13	8	4	3	
Spalování biomasy	193	473	788	982	1 255	1 907	2 246	2 449	2 327	2 047	
Geotermální teplo	0	0	60	230	417	607	779	1 249	1 793	2 292	
Indikátory pro výrobu elektřiny											
Elektřina vyrobená v kogeneračních zařízeních (%)	17,8	23,9	27,0	32,6	35,8	39,4	38,4	36,2	35,6	43,3	
Elektřina vyrobená bez fosilních paliv (%)	39,1	45,8	54,0	63,0	71,5	68,2	78,9	84,9	91,5	93,6	
- jaderné elektrárny	35,1	38,7	42,0	45,4	45,9	28,3	27,3	25,6	21,9	0,0	
- obnovitelné zdroje energie	3,9	7,1	12,0	17,6	25,6	39,9	51,6	59,3	69,6	93,6	

Tabulka 12: Návrh sazby energetických daní, postupný náběh do roku 2032

Sazba v korunách ¹ , počínaje rokem:											
Palivo	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032
Elektřina [Kč/MWh]	28,30	200	400	600	800	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000
Hnědé uhlí ² [Kč/GJ]	8,50	19	40	60	90	100	120	120	140	140	140
Černé uhlí ² [Kč/GJ]	8,50	19	30	50	70	70	90	90	110	110	110
Koks [Kč/GJ]	8,50	19	30	50	70	70	90	90	110	110	110
Zemní plyn topný [Kč/MWh]	30,60	31	31	31	31	60	60	60	120	120	120
Zemní plyn k pohonu vozidel [Kč/MWh]	0	34	68	137	265	265	265	265	265	265	265
Zemní plyn k pohonu stacionárních motorů [Kč/MWh]	30,60	31	31	31	31	60	60	60	120	120	120
Nafta [Kč/1000 litrů]	9 950	11 840	13 054	13 706	14 392	15 111	15 867	16 660	17 493	18 368	19 286
Bezolovnatý benzín [Kč/1000 litrů]	11 840	12 432	13 054	13 706	14 392	15 111	15 867	16 660	17 493	18 368	19 286
Kerosin ³ [Kč/1000 litrů]	9 950	11 840	13 054	13 706	14 392	15 111	15 867	16 660	17 493	18 368	19 286
Uhlovodíky v kapalném nebo plyn- ném stavu vyrobené přepracová- ním pevných paliv [Kč/1000 litrů]	19 900	23 680	26 108	27 412	28 784	30 222	31 734	33 320	34 986	36 736	38 572

Poznámky:

(1) v reálných cenách roku 2009

(2) včetně výrobků z něj

(3) pro vnitrostátní lety a jiné použití než coby pohonná hmota

13. Prameny

1. 100% renewable electricity: a roadmap to 2050 for Europe and North Africa, PricewaterhouseCoopers LLP, London 2010
2. Svaz průmyslu a dopravy: Prohlášení SP ČR k politice klimatických změn – politika udržitelného rozvoje, www.spcr.cz/cz/dokumenty/snemy/vh_070425/prohlaseni.doc, 6. 11. 2009
3. Meehl, G. A., Stocker, T. F., Collins, W. D., Friedlingstein, P., Gaye, A. T., Gregory, J. M., Kitoh, A., Knutti, R., Murphy, J. M., Noda, A., Raper, S.C.B., Watterson, I.G., Weaver, A.J., et Zhao, Z.-C.: Global climate projections, in: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., et Miller, H.L. (eds.): *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge–New York 2007
4. von Deimling, T.S., Ganopolski, A., Held, H., et Rahmstorf, S. (2006): How cold was the Last Glacial Maximum, *Geophysical Research Letters* 33: L14709
5. Richardson, K., Steffen, W., Schellnhuber, H. J., Alcamo, J., Barker, T., Kammen, D.M., Leemans, R., Liverman, D., Munasinghe, M., Osman-Elasha, B., Stern, N., Waever, O. (eds.): *Synthesis report from Climage change: Global risks, challenges & decisions*, University of Copenhagen, Copenhagen 2009
6. Kundzewicz, Z. W., Mata, L. J., Arnell, N. W., Döll, P., Kabat, P., Jiménez, B., Miller, K.A., Oki, T., Sen, Z., et Shiklomanov, I. A.: Freshwater resources and their management, in: Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., van der Linden, P. J., et Hanson, C. E. (eds.): *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge 2007
7. Mirza, M. Q., Warrick, R. A., Ericksen, N. J., et Kenny, G. J. (1998): Trends and persistence in precipitation in the Ganges, Brahmaputra and Meghna river basins, *Hydrological Sciences* 43 (6): 845-858
8. Easterling, W. E., Aggarwal, P. K., Batima, P., Brander, K. M., Erda, L., Howden, S. M., Kirilenko, A., Morton, J., Soussana, J. F., Schmidhuber, J., et Tubiello, F. N.: Food, fibre and forest products, in: Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., van der Linden, P. J., et Hanson, C.E. (eds.): *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge 2007
9. Peng, S., Huang, J., Sheehy, J. E., Laza, R. C., Visperas, R. M., Zhong, X., Centeno, G.S., Khush, G.S., et Cassman, K.G. (2004): Rice yields decline with higher night temperature from global warming, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101 (27): 9971-9975
10. van Lieshout, M., Kovats, R.S., Livermore, M. T. J., et Martens, P. (2004): Climate change and malaria: analysis of the SRES climate and socio-economic scenarios, *Global Environmental Change* 14: 87–99
11. Hales, S., de Wet, N., Maindonald, J., et Woodward, A. (2002): Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model, *Lancet* 360 (9336): 830-834
12. Cruz, R.V., Harasawa, H., Lal, M., Wu, S., Anokhin, Y., Punsalmaa, B., Honda, Y., Jafari, M., Li, C., et Huu Ninh, N.: Asia, in: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., et Hanson, C.E., (eds.): *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge 2007
13. *Climate change 2007: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC, Geneva 2007
14. Lockwood, M., et Fröhlich, C. (2007): Recent oppositely directed trends in solar climate forcings and the global mean surface air temperature, *Proceedings of the Royal Society A* 463 (2086): 2447-2460
15. Meinshausen, M., Meinshausen, N., Hare, W., Raper, S., Frieler, K., Knutti, R., Frame, D.J., et Allen, M.R. (2009): Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 °C, *Nature* 458: 1158-1162
16. Barker, T., Bashmakov, I., Alharthi, A., Amann, M., Cifuentes, L., Drexhage, J., Duan, M., Edenhofer, O., Flannery, B., Grubb, M., Hoogwijk, M., Ibitoye, F. I., Jepma, C. J., Pizer, W. A., et Yamaji, K.: Mitigation from a cross-sectoral perspective, in: Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P. R., Dave, R., et Meyer, L. A. (eds): *Climate change 2007: mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge-New York 2007
17. *Energy technology perspectives 2008: scenarios & strategies to 2050*, International Energy Agency Paris 2008
18. Pacala, S., et Socolow, R. (2004): Stabilisation wedges: solving the climate problem for the next 50 years with current technologies, *Science* 305: 968-972
19. Stern, N., et al.: *The economics of climate change: the Stern Review*, Cambridge University Press, Cambridge 2007

20. Key world energy statistics 2009, International Energy Agency, Paris 2009
21. Spitz, J., et al.: Výpočet dalších scénářů a citlivostních analýz a zpracování vyžádaných podkladů, Enviros pro NEK, Praha 2008
22. Politika ochrany klimatu, MŽP, Praha 2009
23. Zpráva Nezávislé odborné komise pro posouzení energetických potřeb České republiky v dlouhodobém časovém horizontu, Úřad vlády ČR, Praha 2008
24. Jakubes, J., Truxa, J., Beranovský, J., Spitz, J., et Kalčev, P.: Studie možností úspor energie v českém průmyslu, EkoWatt pro Greenpeace a Hnutí DUHA, Praha 2008
25. Lechtenböhmer, S., Prantner, M., et Samadi, S.: Development of alternative energy & climate scenarios for the Czech Republic, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Wuppertal 2009
26. Czechinvest: Přislíbené investiční pobídky od dubna 1998 do 14. ledna 2010, www.czechinvest.org/data/files/3-udelenne-investicni-pobidky-investment-incentives-granted-1438-cz.xls, 20. 3. 2010
27. Kubáňová, J., et Klecker, R.: Útlum těžby: impuls k oživení Ústeckého kraje, Hnutí DUHA, Brno 2007
28. Svoboda, I. et Valášek, V.: Úloha hnědouhelného hornictví ve struktuře energetických zdrojů ČR z pohledu dlouhodobé perspektivy, včetně vyhodnocení dopadu na sociálně-ekonomický rozvoj regionu severozápadních Čech, Výzkumný ústav hnědého uhlí pro Hospodářskou a sociální radu Ústeckého kraje a Severočeské doly, Most 2004
29. Mf DNES, 9. ledna 2009
30. Energetická bezpečnost – informační příručka, City Plan, Praha 2007
31. Hollan, J. (ed.): Pasivní dům II: zkušenosti z Rakouska a české začátky, Ekologický institut Veronica, Brno 2008
32. Výpočet „základního scénáře NEK 2008“, citlivostních analýz k němu a další podklady, Enviros, Praha 2008
33. World Nuclear Association: World uranium mining, <http://www.world-nuclear.org/info/inf23.html>, 11. 11. 2009
34. Energy security and climate policy: assessing interactions, International Energy Agency, Paris 2007
35. Podesta, J., Stern, T., et Batten, K.: Capturing the energy opportunity: creating a low-carbon economy, Center for American Progress, Washington D.C. 2007
36. Oil supply security: emergency response of IEA countries, International Energy Agency, Paris 2007
37. Müller–Kraenner, S.: Energy security: re-measuring the world, Earthscan, London–Sterling 2008
38. Třebický, V., Rut, O., Skalský, M., Drhová, Z., et Kotecký, V.: Česká stopa: Ekologické a sociální dopady spotřeby za našimi hranicemi, Zelený kruh–Hnutí DUHA, Praha–Brno 2005
39. Friedman, T. L. (2006): The first law of petropolitics, Foreign Policy 154: 28-36
40. Ross, M.L. (2001): Does oil hinder democracy? World Politics 53: 325–361
41. ČEZ News, září 2005: 27–30
42. Analýza konkurenceschopnosti České republiky, MPO, Praha 2009
43. ČSÚ: Zahraniční obchod za leden až prosinec 2009 - vývoz v běžných cenách, http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabparam.jsp?voa=tabulka&cislatab=6001-0912b&vo=null&stranka=1&kapitola_id=27, 26. 2. 2010
44. Kupka, V.: Česká energetika a některé mýty, www.czso.cz/csu/csu.nsf/ainformace/753500380CAF, 26. 2. 2010
45. ČSÚ: Spotřebitelské ceny vybraných druhů zboží a služeb, http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabparam.jsp?voa=tabulka&cislatab=08-07&vo=null&kapitola_id=30, 26. 2. 2010
46. BP: BP Statistical Review of World Energy June 2009, www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/2009_downloads/statistical_review_of_world_energy_full_report_2009.xls, 27. 2. 2010
47. Drahekupil, J. (ed.): Ropný zlom, Trast pro ekonomiku a společnost, Brno 2007
48. International energy outlook 2009, Energy Information Administration–U.S. Department of Energy, Washington D.C. 2009
49. Jones, D. W., Leiby, P. N., et Paik, I.K. (2004): Oil price shocks and the macroeconomy: what has been learned since 1996, The Energy Journal 25: 1-32
50. Analysis of the impact of high oil prices on the global economy, International Energy Agency, Paris 2004
51. Malcolm Fergusson, M., Mackay, E., et Skinner, I.: Over a barrel: reducing the UK and Europe's oil dependency, Institute for European Environmental Policy pro Greenpeace UK, London 2006
52. Awerbuch, S., et Sauter, R.: Exploiting the oil-GDP effect to support renewables deployment. University of Sussex SPRU Electronic Working Paper no. 129, www.awerbuch.com/shimonpages/shimondocs/sewp129.pdf, 12. 1. 2010
53. Státní energetická koncepce. Příloha k SEK č. 2: Komplexní energetický scénář, MPO, Praha 2003
54. Scénář MŽP pro aktualizaci Státní energetické koncepce České republiky, MŽP, Praha 2003

55. Denmark in figures 2008, Statistics Denmark, Copenhagen 2008
56. Danish Energy Agency: Energistatistik 2008, http://www.ens.dk/en-US/Info/FactsAndFigures/Energy_statistics_and_indicators/AnnualStatistics/Documents/Figures2008.xls, 4. 3. 2010
57. Státní energetická koncepce, MPO, Praha 2004
58. Státní energetická koncepce. Příloha k SEK č. 2: Komplexní energetický scénář, MPO, Praha 2003
59. Introduction to energy performance contracting, ICF International - National Association of Energy Services Companies pro U.S. Environmental Protection Agency, 2007
60. Problematika jaderné elektrárny Temelín: Pro poradu ekonomických ministrů, MPO, Praha 1993
61. Elektrárenská společnost ČEZ, a.s.: Výsledky hospodaření v roce 1994. Záměry společnosti do roku 2000, ČEZ, Praha 1995
62. Říman, M.: Energetická a surovinová bezpečnost České republiky, <http://download.mpo.cz/get/30175/33048/348144/priloha001.ppt>, 4. 3. 2010
63. Právo, 7. 2. 2007
64. Ladislav Pazdera, ředitel odboru elektroenergetiky, MPO: dopis Hnutí DUHA, 30. 3. 2007
65. Polanecký, K.: Vývoz elektrické energie z České republiky, Hnutí DUHA, Brno 2001
66. Polanecký, K., et Kotecký, V.: Privatizace energetiky, model Grégr: znečištění, obstaroční technologie a uhelné doly, Hnutí DUHA, Brno 2001
67. Kendall, G.: Plugged in. The end of the oil age, WWF, Brussels 2008
68. Pecina, M.: Státní energetická koncepce a spolupráce s ekologickými iniciativami, Ekolist po drátě 14. července 2003, www.ekolist.cz/nazor.shtml?x=141319, 5. 2. 2010
69. Beneš, I.: Změna role distribuční sítě v decentralizovaném energetickém systému, in: Polanecký, K. (ed.): Energie nadosah: Bezpečnostní, sociální a ekonomické výzvy decentralizované energetiky, Zelený kruh–Hnutí DUHA, Praha–Brno 2008
70. Accelerating smart grid investments, World Economic Forum–Accenture, Cologne/Geneva 2009
71. ČEZ: tisková zpráva, 9. 12. 2009
72. Šafařík, M.: Virtuální elektrárny, in: Polanecký, K. (ed.): Energie nadosah: Bezpečnostní, sociální a ekonomické výzvy decentralizované energetiky, Zelený kruh–Hnutí DUHA, Praha–Brno 2008
73. Kempton, W., et Tomić, J. (2005): Vehicle-to-grid power implementation: From stabilizing the grid to supporting large-scale renewable energy, *Journal of Power Sources* 144: 280-294
74. System integration of addition micro-generation (SIAM), Mott MacDonald pro Department of Trade and Industry, London 2004
75. European SmartGrids technology platform: vision and strategy for Europe's electricity networks of the future, European Commission, Brussels 2006
76. Ackermann, T., Tröster, E., Short, R., et Teske, S.: Renewables 24/7: infrastructure needed to save the climate, Greenpeace International–European Renewable Energy Council, Amsterdam–Brussels 2009
77. Smart grid: enable of the new energy economy, The Electricity Advisory Committee, Washington D.C. 2008
78. Woyte, A., De Decker, J., Van Thong, V.: A North Sea electricity grid [r]evolution. Electricity output of inter-connected offshore wind power: a vision of offshore wind power integration, 3E–Greenpeace, Brussels 2008
79. Trieb, F. (ed.): Trans-Mediterranean interconnection for concentrating solar power. Final report, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt – Institute of Technical Thermodynamics pro Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Stuttgart 2006
80. ABB: ABB zahajuje éru rozvodných superdálnic, www.abb.com/cawp/seitp202/e3614efab4cb5-f46c125722c00357d78.aspx, 7. 12. 2009
81. Fritsche, U. R.: Treibhausgasemissionen und Vermeidungskosten der nuklearen, fossilen und erneuer-baren Strombereitstellung, Öko-Institut, Darmstadt 2007
82. New nuclear generating capacity: Potential credit implication for U.S. investor owned utilities, Moody's Investors Service 2008
83. Krohn, S., Morthorst, P.–E., et Awerbuch, S.: The economics of wind energy, The European Wind Energy Association, Brussels 2009
84. Graus, W., et Harmelink, M.: Global low energy demand scenarios 2003–2050, Ecofys pro Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Utrecht 2006
85. Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR, MPO, Praha 2001
86. Nassauer, O.: Jaderná energetika a šíření jaderných zbraní, Heinrich Böll Stiftung, Praha 2005
87. Studie potenciálu úspor energie v obytných budovách do roku 2050, Porsenna pro Hnutí DUHA, Praha 2007

88. Studie potenciálu úspor energie v terciárním sektoru do roku 2050, Porsenna pro Hnutí DUHA, Praha 2007
89. Náklady a potenciál snižování emisí skleníkových plynů v České republice, McKinsey & Company, Praha 2008
90. Heat and energy saving strategy consultation, Department of Energy and Climate Change – Department of Communities and Local Government, London 2008
91. Bárta, J. (ed.): Pasivní domy 2006, Centrum pasivního domu, Brno 2006
92. SEVEn: Nízkoenergetická architektura, www.svn.cz/cs/activity/jhgfd, 6. 12. 2009
93. Bárta, J.: Ekonomika pasivního domu – vyplatí se pasivní dům skutečně? In: Bárta, J. (ed.): Pasivní domy 2006, Centrum pasivního domu, Brno 2006
94. Centrum pasivního domu: Co je pasivní dům? www.pasivnidomy.cz/pasivni-dum, 6. 12. 2009
95. Zelený, K.: Studie problematiky snižování energetických ztrát a zvýšení spolehlivosti při dodávkách tepla, RAEN, Praha 2007
96. Michel, A., Bush, E., et Josephy, B.: Television sets (TVs): recommendations for policy design, www.topten.info/uploads/File/Recommendations%20TVs%200310.pdf, 20. 3. 2010
97. Gadgets and gigawatts: policies for energy efficient electronics, International Energy Agency, Paris 2009
98. de Almeida, A.: Residential monitoring to decrease energy use and carbon emissions in Europe, www.energyrating.gov.au/pubs/2009-end-use-almeida.pdf, 7. 2. 2010
99. Valentová, M.: Pohotovostní spotřeba energie (standby): výsledky měření stovek spotřebičů: www.usporne-spotrebice.cz/sites/spotrebice.drupal.cz/files/6_Valentova_SEVEn.pdf, 10. 2. 2009
100. Beranovský, J., Kašparová, M., Macholda, F., Srdečný, K., et Truxa, J.: Úsporné osvětlení a spotřebiče v domácnosti, Ekowatt, Praha–České Budějovice 2007
101. energo
102. Generating, distributing and using energy intelligently: white paper on energy efficiency, Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie, Frankfurt a.M. 2008
103. Selina Project: <http://www.selina-project.eu/files/SELINA%20first%20results.pdf>, 15. 2. 2010
104. Panáček, M. (2008): Energeticky úsporné osvětlování – význam a možnosti, Zprávy ze SEVEn 15 (2): 2
105. SEVEn: Energeticky úsporné osvětlení, www.usporne-spotrebice.cz/energeticky-usporne-osvetleni, 7. 2. 2010
106. SEVEn: Úsporné spotřebiče v kategorii: Chladnička a mraznička š. 60cm, do 315l, www.usporne-spotrebice.cz/produkty/chladnicka-a-mraznicka-60-cm-do-315, 7. 2. 2010
107. The EU directive on the Ecodesign of Energy-Using Products: A crucial tool to meet European environmental goals, European Environmental Citizens Organisation for Standardisation, Brussels 2009
108. de Almeida, A.: Energy efficient motors – key considerations in their application, UNIDO, Vienna 2007
109. Kaschenz, H., Albert, R., Mordziol, C., Schubert, J., Waschmann, U., Schwermer, S., et Berg, H.: Úspora elektriny: méně nákladů, méně elektrárén, méně CO₂, Umweltbundesamt, Berlin 2007
110. Market transformation to promote efficient motor systems, Standards for Energy Efficiency of Electric Motor Systems, Zurich 2006
111. Druhá Situační zpráva ke Strategii udržitelného rozvoje ČR, Rada vlády pro udržitelný rozvoj, Praha 2006
112. Moll, S., Skovgaard, M., et Schepelmann, P.: Sustainable use and management of natural resources, European Environment Agency, Copenhagen 2005
113. Kotecký, V., et Kropáček, I.: Suroviny v popelnici: spotřeba materiálů v české ekonomice a její důsledky pro odpadové hospodářství, Hnutí DUHA, Brno 2008
114. Sampat, P.: Scrapping mininig dependence, in: Starke, L. (ed.): State of the world 2003, W.W. Norton & Company, New York–London 2003
115. Waste Watch: Plastics recycling, www.wasteonline.org.uk/resources/information sheets/plastics.htm, 28. 2. 2010
116. Georgeson, P.: Gone to waste: the valuable resources European countries bury and burn, Friends of the Earth Europe, Brussels 2009
117. Statistická data k 31. 12. 2004 k Surovinové politice v oblasti nerostných surovin a jejich zdrojů schválené usnesením vlády č. 1311 ze dne 13. 12. 1999, MPO, Praha 2005
118. Incineration or something sensible? Friends of the Earth Scotland, Edinburgh 2001
119. Murray, R.: Creating wealth from waste, Demos, London 1999
120. Sander, K.: Climate protection potential of EU recycling targets, Ůkopol pro Friends of the Earth Europe–European Environmental Bureau, 2008

121. MŽP: 2008: Množství obalových odpadu, které vznikly v členském státu a byly využity nebo spáleny ve spalovnách odpadu s energetickým využitím v rámci tohoto členského státu nebo mimo něj, [www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/souhrnne_udaje_obaly/\\$FILE/OODP-Data_2003_2008-20091008.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/souhrnne_udaje_obaly/$FILE/OODP-Data_2003_2008-20091008.pdf), 28. 2. 2010
122. Kalkulace Hnutí DUHA podle údajů o roční spotřebě hliníku společností Škoda Auto (Škoda Auto Sustainability Report, Škoda Auto, Mladá Boleslav 2004) a produkci automobilů (Škoda Auto. Výroční zpráva 2004, Škoda Auto, Mladá Boleslav 2005), data za rok 2003
123. Department for Environment, Food and Rural Affairs: Municipal waste management in the European Union, www.defra.gov.uk/evidence/statistics/environment/waste/kf/wrkf08.htm, 28. 2. 2010
124. Delatter, C.: Waste management policy in Flanders, VVSG, Brussels, 2005
125. Kropáček, I.: Komunální odpady, Hnutí DUHA, Brno 2006
126. Ukazatele skladby domovního odpadu, Projekt VaV/720/2/00 Intenzifikace sběru, dopravy a třídění komunálního odpadu, Přírodovědecká fakulta UK, Praha 2002
127. Motlík, J., et al.: Čisté teplo: příležitost leží ladem. Potenciál výroby tepla z obnovitelných zdrojů, Calla–Hnutí DUHA, České Budějovice–Brno 2008
128. Money to burn – perverse subsidies for incineration, Friends of the Earth, London 2003
129. Hogg, D.: A changing climate for energy from waste? Eunomia Consulting pro Friends of the Earth, Bristol 2006
130. Wenzel, H., et al.: Environmental benefits of recycling: An international review of life cycle comparisons for key materials in the UK recycling sector, Technical University of Denmark pro Waste & Resources Action Programme, London 2006
131. Bufka, A., Dušek, L., Bednář, P., et Rosecký, D.: Obnovitelné zdroje energie v roce 2008, MPO, Praha 2009
132. Bechník, B.: Zaměstnanost ve fotovoltaickém průmyslu v České republice, Czech RE Agency pro Czech Photovoltaic Industry Association, Rožnov pod Radhoštěm 2010
133. Flavin, C.: Low-carbon energy: a roadmap, Worldwatch Institute, Washington D.C. 2008
134. Google Inc.: Google's goal: renewable energy cheaper than coal, www.google.com/intl/en/press/press-rel/20071127_green.html, 8. 7. 2008
135. Google Inc.: Develop renewable energy cheaper than coal (RE<C), www.google.org/RE-C_Brief.pdf, 23. 11. 2009
136. Solarbuzz: Solar module price highlights: March 2010, www.solarbuzz.com/Moduleprices.htm, 10. 3. 2010
137. Rentzing, S., et Heup, J. (2009): Who's not playing fair? New Energy 06
138. Pernick, R., et Wilder, C.: The clean tech revolution. The next big growth and investment opportunity, Collins Business, Collins 2007
139. Renewable energy technology roadmap: 20% by 2020, European Renewable Energy Council, Brussels 2008
140. Reuters 19. 10. 2007
141. World energy outlook 2008, International Energy Agency, Paris 2008
142. Solar PV roadmap targets, International Energy Agency, Paris 2009
143. Crachilov, C., Hancock, R.S., et Sharkey, G.: China greentech report 2009, China Greentech Initiative 2009
144. Global trends in sustainable energy investment 2009, United Nations Environment Programme–New Energy Finance, Paris–London 2009
145. Teske, S., et Ties, F.: Energetická [r]evoluce: trvale udržitelná energetická koncepce pro Evropskou unii, Greenpeace International, Amsterdam 2008
146. Archer, C.L., et Jacobson, M.Z. (2005): Evaluation of global wind power, Journal of Geophysical Research 110: D12100
147. Pullen, A., Qiao L., et Sawyer S. (eds.): Global wind 2008 report, Global Wind Energy Council, Brussels 2008
148. Větrná energie současnosti. Česká společnost pro větrnou energii, Praha 2009
149. Připojování OZE do ES ČR, EGÚ Brno pro ČESRES, Brno 2010
150. British Wind Energy Association: Wind energy and intermittency: the facts, www.bwea.com/pdf/briefings/intermittency05-small.pdf, 3. 4. 2007
151. Planning of the grid integration of wind energy in Germany onshore and offshore up to the year 2020 (dena grid study). Summary of essential results, Deutsche Energie-Agentur, Berlin 2005
152. Van Hulle, F. (ed.): Integrating wind: developing Europe's power market for the large-scale integration of wind power, TradeWind 2009

153. Hanslian, D., Hošek, J., et Štekl, J.: Odhad realizovatelného potenciálu větrné energie na území ČR, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha 2008
154. Petříček, V., et Macháčková, K.: Posuzování záměru výstavby větrných elektráren v krajině. Metodické doporučení Agentury ochrany přírody a krajiny ČR, www.nature.cz/ve_kr_raz.htm, 8. 9. 2003
155. Jirásková, A.: Odpovědi na nejčastější dotazy o infrazvuku větrných elektráren, www.hnutiduha.cz/vitr/index_soubory/Infrazvuk%20VE.pdf, 10. 3. 2010
156. Royal Society for Protection of Birds: Wind farms, www.rspb.org.uk/ourwork/policy/windfarms/index.asp, 20. 3. 2010
157. Braunholz, S.: Public attitudes to wind-farms: a survey of local residents in Scotland, Scottish Executive Social Research, Edinburgh 2003
158. Cetkovský, S., Frantál, B., et Štekl, J. (eds.): Větrná energie v České republice: hodnocení prostorových vztahů, environmentálních aspektů a socioekonomických souvislostí, *Studia Geographica* 101, Ústav geoniky Akademie věd ČR, Brno 2010
159. Srdečný, K.: Technologie vhodné pro decentralizovanou výrobu energie, in: Polanecký, K. (ed.): Energie nadsoh: Bezpečnostní, sociální a ekonomické výzvy decentralizované energetiky, Zelený kruh–Hnutí DUHA, Praha–Brno 2008
160. Solar thermal action plan for Europe, European Solar Thermal Industry Federation, Brussels 2007
161. Solar generation V – 2008, Greenpeace–European Photovoltaics Industry Association, Amsterdam–Brussels 2008
162. Renewables global status report 2009, REN 21, Paris 2009
163. Bechník, B.: Historie a perspektivy OZE - fotovoltaika, méně rozšířené technologie, <http://energie.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5517>, 11. 3. 2010
164. Bechník, B.: Historie a perspektivy OZE – fotovoltaika, technologie krystalického křemíku, <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5470>, 11. 3. 2010
165. American Wind Energy Association: The most frequently asked questions about wind energy, American Wind Energy Association, www.awea.org/pubs/documents/faq2002-web.pdf, 10. 3. 2010
166. Vaněček, M. (2007): Vyplatí se sluneční články? *Vesmír* 86: 735
167. Romm, J.: Concentrated solar thermal power – a core climate solution, <http://climateprogress.org/2008/04/14/concentrated-solar-thermal-power-a-core-climate-solution>, 12. 12. 2009
168. National Renewable Energy Laboratory: Solar Electric Generating Station VIII, http://www.nrel.gov/csp/solarpaces/project_detail.cfm/projectID=35, 10. 3. 2010
169. Richter, Ch., Teske, S., et Short, R.: Concentrating solar power global outlook 09: why renewable energy is hot, Greenpeace–European Solar Thermal Electricity Association–SolarPACES, Amsterdam–Brussels–Tabernas 2009
170. ABB–Abengoa Solar–CeVital–Deutsche Bank–Desertec Foundation–E.ON–HSH Nordbank–Man Solar Millenium–Munich RE–m+w zander–RWE–Schott Solar–Siemens: tisková zpráva, 30. 10. 2009
171. Morhart, A. (2010): Mirrors for parabolic trough collectors; *Sun & Wind Energy* 2/2010
172. Laszlo, M., Popiashvili, K., et Polanecký, K.: Environmental concerns of using forest biomass for energy production in Visegrad countries, Hnutí DUHA–WWF Hungary, Brno–Budapest 2005
173. Hruška, J., et Cienčala, E. (eds.): Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví, MŽP, Praha 2001
174. Petříková, V.: Biomasa z energetických plodin. <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-z-energetickych-rostlin>, 16. 1. 2010
175. Usták, S.: Pěstování a využití šťovíku krmného v podmínkách České republiky: metodika pro praxi, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha 2007
176. Petříková, V.: Nejnovější zkušenosti s pěstováním energetického šťovíku – Uteuša, <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nejnovejsi-zkusenosti-s-pestovanim-energetickeho-stoviku-uteusa>, 16. 1. 2010
177. MVV Energie: Iromez: <http://www.mvv.cz/iromez.html>, 12. 1. 2010
178. RWE: Bioplyn: http://www.cng.cz/cs/zemni_plyn/alternativni_pohonne_hmoty/bioplyn.html, 29. 1. 2010
179. Sequens, E., et Holub, P.: Větrné elektrárny: mýty a fakta, Calla–Hnutí DUHA, České Budějovice–Brno 2004
180. Postoje obyvatel ČR ke stavbě větrných elektráren, TNS Factum pro Hnutí DUHA, Praha 2004
181. British Wind Energy Association: The economics of wind energy, www.bwea.com/ref/econ.html, 3. 4. 2007
182. Brown, L., Larsen, J., Dorn, J. G., et Moore, F.: Time for Plan B: cutting carbon emissions 80 percent by 2020, www.earth-policy.org/Books/PB3/80by2020.pdf, 8. 7. 2008

183. GE: Developing large-scale batteries with compressed air, <http://www.gereports.com/developing-large-scale-batteries-with-compressed-air>, 12. 3. 2010
184. CENIA: Emise plynů přispívajících k změně klimatu v sektorovém členění, <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=478>, 7. 3. 2010
185. Ročenka dopravy 2008, Ministerstvo dopravy, Praha 2008
186. CENIA: Vývoj výkonů jednotlivých druhů osobní dopravy, <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=496>, 7. 3. 2010
187. CENIA: Vývoj výkonů nákladní dopravy, <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=497>, 7. 3. 2010
188. Zeman, J. (2007): Měrná energetická náročnost jednotlivých druhů dopravy v ČR, *Energetika* 57: 146-147
189. Duchoň, B., Moos, P., Votruba, Z., Vysoký, P., Leso, M., Sadil, J., Bína, L., Pastor, O., Skurovec, V., Jirkovský, V., et Honců, M.: *Energetická náročnost sektoru dopravy: prognózy ČR pro období 2010 až 2050*, Praha 2008
190. Spitz, J., et Pur, L.: *Zpráva o potenciálu snížení emisí skleníkových plynů v České republice*, Enviros pro MŽP, Praha 2007
191. *Agropaliva versus zelená energie*, Hnutí DUHA, Brno 2008
192. Cambell, J.E., Lobell, D.B., et Field, C.B. (2009): Greater transportation energy and GHG offsets from bioelectricity than ethanol, *Science* 324: 1055–1057
193. Dings, J.: Reducing CO2 emissions from new cars: a study of major car manufacturers' progress in 2008, *Transport & Environment*, Brussels 2009
194. *Roads towards a low-carbon future: reducing CO2 emissions from passenger vehicles in the global road transportation system*, McKinsey & Company, New York 2009
195. Hubmann, G.: *Climate Control Manual – 12 easy steps to cut car emissions by 2012 (not 2015)*, Greenpeace, nedatováno
196. Aubrey, C. (ed.): *Energy [r]evolution: a sustainable global energy outlook*, European Renewable Energy Council–Greenpeace, Brussels–Amsterdam 2008
197. US Department of Energy: Low rolling resistance tyres, www.afdc.energy.gov/afdc/vehicles/fuel_economy_tires_light.html, 7. 3. 2010
198. Tuvell, R.: Fuel efficient tire program, www.energy.ca.gov/transportation/tire_efficiency/documents/2009-06-10_workshop/presentations/2009-06-10_TUVELL.PDF, 7. 3. 2010
199. AGV: full speed ahead into the 21st century, Alstom Transport, Saint-Ouen–Madrid–Singapore–New York 2009
200. Kampman, B., Leguijt, C., Bennink, D., Wielders, L., Rijkee, X., de Buck, A., et Braat, W.: *Green power for electric cars: Development of policy recommendations to harvest the potential of electric vehicles*, CE Delft pro Friends of the Earth Europe–Transport & Environment–Greenpeace, Delft 2010
201. ENDS Daily 10. 2. 2010
202. *Dopravní podnik hlavního města Prahy. Výroční zpráva 2008*, DP hlavního města Prahy, Praha 2009
203. Sloman, L.: *Rural transport futures: transport solutions for a thriving countryside*, Transport 2000, London 2003
204. Martínek, J.: *Podpora rozvoje cyklistiky v ČR*, Centrum dopravního výzkumu, Brno 2008
205. McLaren, D., Bullock, S., et Yousuf, N.: *Tomorrow's world: Britain's share in a sustainable future*, Earthscan, London 1998
206. Johnová, J., Lukešová, P., Šmíd, P., et Hořín, J.: *Bezpečné cesty do školy, Oživení–Pražské matky*, Praha 2008
207. Koželouh, J.: *Environmentální dopady plánované prostorové expanze velkoplošného maloobchodu v České republice v roce 2008*, NESEHNUTÍ, Brno 2009
208. Molitor, R., Kafer, A., Thaller, O., Samaras, Z., Tourlou, P. M., et Ntziachristos, L.: *Road freight transport and environment in mountainous areas: case studies in the Alpine region and the Pyrenees*, European Environment Agency, Copenhagen 2001
209. Madarassy, J., et al.: *Heading down dead ends: transport sector financing in Central and Eastern Europe*, CEE Bankwatch Network 2004
210. Otten, M., et van Essen, H.: *Why slower is better: Pilot study on the climate gains of motorway speed reduction*, CE Delft, Delft 2010
211. *Souhrnná zpráva – Nástin scénářů vývoje energetické náročnosti české ekonomiky*, SEVEn pro NEK, Praha 2008
212. MŽP: Emise jednotlivých skleníkových plynů 1990 - 2008 v Gg CO2ekv., [www.mzp.cz/C1257458002F0-DC7/cz/news_tz100121emise_2008/\\$FILE/Emise%20_GHG_%201990_-_2008.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0-DC7/cz/news_tz100121emise_2008/$FILE/Emise%20_GHG_%201990_-_2008.pdf), 10. 3. 2010

213. Valášek, V.: Báňsko-technické, ekonomické a územní podmínky douhlení zásob hnědého uhlí v územně ekologických limitech a v oblastech mimo ně, Most 2008
214. Karafiát, J.: Analýza potřeb tepla v ČR, II. Etapa – Bilance potřeb tepla, jejich vývoj a varianty krytí, ORTEP 2008
215. Energetický regulační úřad: Roční zpráva o provozu ES ČR 2008, www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocní_zprava/2008/index.htm, 1. 3. 2010
216. Naucélér, T., Campbell, W., et Ruijs, J.: Carbon capture & storage: assessing the economics, McKinsey&Company 2008
217. Metz, B., Davidson, O., de Coninck, H., Loos, M., et Meyer, L. (eds.) Carbon dioxide capture and storage, Cambridge University Press, Cambridge 2005
218. Němcová, P., et Kotecký, V.: Ekologická daňová reforma: impuls pro modernizaci ekonomiky, Hnutí DUHA, Brno 2008
219. Environmentally related taxes in OECD countries: issues and strategies, OECD, Paris 2001
220. Environmental taxes in the European economy 1995–2003, Eurostat, Luxembourg 2007
221. European Trade Union Confederation: Ecological tax reform: discussion paper, www.etuc.org/policy/environment/other/reform.cfm, 18. 4. 2001
222. Koncepce ekologické daňové reformy. Verze po poradě vedení, MŽP, Praha 2005
223. Hospodářská komora: Společné prohlášení Sdružení automobilového průmyslu a Svazu dovozců automobilů k problematice stárí a obnovy vozového parku v ČR, Praha 9. července 2007, www.komora.cz/Files/Soubory/TI10-2007.DOC, 19. 3. 2010
224. ACEA tax guide 2008, Association of European Automobile Manufacturers, Brussels 2008
225. Vehicle Excise Duty as an environmental tax: tenth report of session 2007–2008, House of Commons Environmental Audit Committee, London 2008
226. The use of differential VAT rates to promote changes in consumption and innovation: Final report, Institute for Environmental Studies pro Evropskou komisi, Amsterdam 2008
227. Pearson, A., et Worthington, B.: ETS S.O.S: Why the flagship 'EU Emissions Trading Policy' needs rescuing, Sandbag, London 2007
228. The impact of auctioning on European wholesale electricity prices post-2012, New Carbon Finance, London 2008
229. Svoboda, A.: Vývoj trhu s elektřinou ve střední a východní Evropě, www.euroenergy.cz/prednasky07_cz/svoboda.ppt, 10. 3. 2010
230. A Copenhagen climate treaty, Version 1.0. A proposal for a Copenhagen agreement by members of the NGO community. Narrative, David Suzuki Foundation–Germanwatch–Greenpeace–IndyACT–National Ecological Centre of Ukraine–WWF, Vancouver–Bonn–Amsterdam–Beirut–Kiev–Gland 2009
231. Schimel, D. S., House, J. I., Hibbard, K.A., Bousquet, P., Ciais, P., Peylin, P., Braswell, B. H., Apps, M. J., Baker, D., Bondeau, A., Canadell, J., Churkina, G., Cramer, W., Denning, A.S., Field, C.B., Friedlingstein, P., Goodale, C., Heimann, M., Houghton, R.A., Melillo, J. M., Moore, B., Murdiyarso, D., Noble, I., Pacala, S. W., Prentice, I.C., Raupach, M. R., Rayner, P. J., Scholes, R. J., Steffen, W. L., et Wirth, C. (2001): Recent patterns and mechanisms of carbon exchange by terrestrial ecosystems, *Nature* 414: 169–172
232. Český statistický úřad: Bytová výstavba v České republice – byty dokončené 1998–2009: [www.czso.cz/csu/csu.nsf/i/tab_2_bvzcr/\\$File/bvzcr021910_02.xls](http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/i/tab_2_bvzcr/$File/bvzcr021910_02.xls), 13. 3. 2010
233. Bartheldi, A.: Spravedlivé zpoplatnění silniční a železniční dopravy, in: Vědeckotechnický sborník ČD č. 27/2009
234. Walls, M.: EPR policies and product design: economic theory and selected case studies, OECD, Paris 2006

