

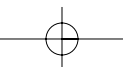
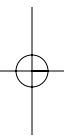


Energie

NADOSAH

*Bezpečnostní, sociální a ekonomické
výzvy decentralizované energetiky*

Praha-Brno / listopad 2008



Energie

NADOSAH

Bezpečnostní, sociální a ekonomické výzvy decentralizované energetiky

Edice APEL (Alternativa–Příroda–Ekonomika–Lidé) je založena Zeleným kruhem a Hnutím DUHA za podpory Nadace OSF Praha. Bere si za cíl přicházet s novými a v českých poměrech okrajově diskutovanými ekologickými tématy, přinášet nové pohledy a inspirovat.

Členy redakční rady jsou: V. Kotecký, Z. Drhová, V. Třebický, M. Šafařík, Y. Gailly. Vydání studie podpořila Nadace OSF Praha a Heinrich Böll Stiftung. Kontakt: www.zelenykruh.cz/APEL

Obsah:

1. Úvod
2. Důvody a příležitosti pro decentralizaci energetiky (K. Polanecký)
3. Vize budoucnosti decentralizované energetiky (Ivan Beneš)
4. Změna role distribuční sítě v decentralizovaném energetickém systému (Ivan Beneš)
5. Virtuální elektrárny (Miroslav Šafařík)
6. Backcasting – metoda plánování vhodná pro rozvoj decentralizovaných zdrojů (Miroslav Šafařík)
7. Technologie vhodné pro decentralizovanou výrobu energie (Karel Srdečný)
 - 7.1 Technologie pro decentralizovanou výrobu tepla
 - 7.2 Technologie pro decentralizovanou výrobu elektřiny
 - 7.3 Příklady využití v praxi
8. Decentralizace energetiky a ekonomický rozvoj regionů (Petr Holub)
9. Doporučení pro další decentralizaci energetiky

1.

Úvod

Dosavadní debata o tom, jak do budoucna uspokojit vysoké energetické nároky současné společnosti, se téměř výlučně zabývá problémem, jak a čím nahradit ubývající fosilní zdroje, případně se zaměřuje na charakter trhu s energiemi. Přitom stejně důležitá je otázka celého nastavení energetického systému, počtů a velikosti zdrojů a k tomu přizpůsobené fungování přenosové soustavy. Nelze očekávat, že energetiku čekají stejně zásadní proměny, ke kterým došlo přechodem od několika sálových počítačů k velkému množství uživatelských PC a laptopů? Lze tyto nově se vynořující trendy vyzorovat již nyní? V případě že ano, jaké mohou mít širší společenské dopady? Nemohou změnit náš běžný život podobně, jako se tomu stalo u počítačů, automobilů či mobilních telefonů? Právě tyto a další otázky nás vedly ke zpracování této publikace.

Zároveň nezastíráme, že považujeme za podstatné vnést téma decentralizace energetiky do diskuse o potenciálu rozvoje obnovitelných zdrojů, které svým rozptýleným charakterem tomuto konceptu dobře vyhovují. Na druhou stranu některé výhody decentralizované energetiky (například nižší systémové ztráty) platí i pro fosilní paliva.

V textu této publikace označujeme pojmem decentralizace každý posun od centrálních energetických zdrojů směrem k většímu počtu menších jednotek. Rov-

něž v případě subjektů působících na energetickém trhu chápeme decentralizaci jako přechod od velkých firem monopolního charakteru k většímu počtu menších podniků. Pod pojem decentralizace tedy patří rozšiřování mikrozdrojů v rodinných domech stejně jako energetické programy velkých měst či regionů.

2.

Důvody a příležitosti pro decentralizaci energetiky

Během dvacátého století došlo vedle výrazného zvýšení spotřeby energie také k postupnému nárůstu přepravy energetických zdrojů a následné centralizaci sektoru. Zatímco ještě v devatenáctém století čerpala většina obyvatel energetické zdroje ze svého blízkého okolí, v současnosti v řadě případů netušíme, odkud pochází teplo, které nás hřeje, případně elektrina, která nám svítí.

Posun k vyšší centralizaci se dotkl všech oblastí energetiky. V oblasti zásobování elektrinou naprosto dominuje výroba ve velkých elektrárnách s výkony v řádu stovek megawattů, které lze v zemi srovnatelně s Českou republikou většinou spočítat na prstech. Velká kvanta elektřiny jsou pak z těchto výrobních center přenášena rozvodnou sítí na vzdálenosti stovky kilometrů ke svým spotřebitelům. V případě zásobování teplem proběhla centralizace jen částečně. V řadě velkých měst byl zaveden systém centrálního zásobování teplem z několika velkých zdrojů, na druhou stranu si individuální vytápění objektů stále udržuje převahu. Výrazně centralizovanou povahu mají rovněž dodávky fosilních paliv – jsou těžena na několika málo místech (i z pohledu kontinentu či celého světa), zpracovávána v malém počtu průmyslových komplexů (například rafinerie) a přepravována ve velkých objemech několika ropovody či plynovody.

Centralizované struktury energetických systémů odpovídá rovněž forma jejich vlastnictví – těžbu, zpracování a dodávku paliv, stejně jako výrobu elektřiny ovládá několik málo obřích podniků, často ze strategických důvodů ovládaných státem (Gazprom, EdF).

Na první pohled je centralizovaný systém plně funkční. Tradiční energetické firmy mají velké zkušenosti a dostatečné kapacity k řešení problémů a zajištění spolehlivosti dodávek. Jedinou starostí spotřebitele je nastavení termostatu, volba vhodného jističe a výběr optimálního tarifu.

Centralizovaný systém energetiky má ovšem řadu nevýhod, které ohrožují jeho stabilitu. Decentralizace může naopak některé hrozby omezit nebo eliminovat, jak uvádíme níže.

Důvody pro postupný přechod k decentralizovanému modelu

- **Změna struktury zdrojů**

Model centralizované energetiky je jednoznačně uzpůsoben pro využívání fosilních paliv a dobře vyhovuje rovněž jaderným a velkým vodním elektrárnám. Využívání těchto zdrojů je ovšem limitováno omezenými geologickými zásobami surovin a negativními dopady na životní prostředí. Proto v posledních letech roste význam obnovitelných zdrojů, které jsou ze své podstaty rozptýlené a jejich využívání lépe vyhovují modely s nižší mírou centralizace.

- **Vysoká zranitelnost centralizovaných systémů při mimořádných událostech**

Slabou stránkou centralizovaných systémů je riziko výpadku důležitého místa

v systému; výpadek přitom může postihnout vysoký počet spotřebitelů zároveň. Pokud vichřice poškodí elektrické vedení, zůstanou dočasně bez proudu tisíce lidí. V případě elektřiny může být hrozbou i neočekávaný výpadek elektrárny či nepředpokládaný nárůst odběru, které mohou mít za následek rozsáhlé přerušování dodávek. Fatální následky by pak mohl mít koordinovaný teroristický útok na energetickou infrastrukturu (elektrická síť, plynovod). Postihne-li havárie decentralizovaný systém, počet postižených je podstatně menší.

- **Dovozní závislost, cenová nejistota a politická nestabilita**

Centralizovaná energetika je konkrétně v Evropě výrazně závislá na dovozech ropy, plynu, uhlí a jaderného paliva. S tím souvisí dvojnásobné riziko. Odběratel se stává do určité míry rukojmím svých dodavatelů, kteří mohou omezení dodávek využívat k politickému nátlaku. Ropná krize ze sedmdesátých let byla ukázkovým důsledkem jednotného postupu významné části států vyvážejících ropu. Druhým rizikem je omezená možnost odběratele ovlivnit cenu dodávek. Zejména v případě rostoucí poptávky v různých částech světa se může cena energetických zdrojů vyšplhat k velmi vysokým hodnotám, přičemž spotřebitel nemá jinou šanci než cenu zaplatit. Decentralizovaný model postavený na lokálních zdrojích je pochopitelně méně citlivý na politický vývoj v Rusku či v Perském zálivu, stejně jako na výkyvy trhu s ropou.

- **Posilování místních ekonomik**

Při srovnání s centralizovanými energetickými systémy hovoří ve prospěch rozvoje decentralizovaných zdrojů nejen

výše uvedené důvody, ale také ekonomické a sociální přínosy. Jednotlivé praktické zkušenosti s decentralizací fyzických zdrojů i struktury vlastníků ukázaly jednoznačné výhody pro ekonomiku regionu, ve kterém jsou decentralizované zdroje provozovány. Spotřebitelé v těchto případech neplatí za energii vzdálené, často zahraniční společnosti, ale místnímu subjektu, který mohou eventuálně spoluvlastnit. Peníze vyplacené za dodávku energie tak zůstávají v regionu a podporují jeho rozvoj.

- **Nová pracovní místa**

Dalším významným přínosem decentralizovaných energetických modelů je pozitivní dopad na zaměstnanost. Větší počet výrobních jednotek vede k vytvoření vyššího počtu pracovních příležitostí, které se rovněž přesouvají do regionů s vyšší nezaměstnaností. Totéž platí o lokálním zásobování palivy, které zvyšuje poptávku po pracovní síle zejména v zemědělství.

Studie CityPlanu předpokládá, že díky přijetí zákona na podporu obnovitelných zdrojů energie bude v České republice do roku 2010 sektor zaměstnávat přes 4 200 pracovníků jen v oboru „obsluhy, údržeb, oprav a produkce paliva“ a dalších asi 20 000 lidí v oblasti „výroby, inženýringu, výstavby a montáže“.

- **Vývoj cen**

Zejména v případě decentralizovaného využití obnovitelných zdrojů může uživatel významně omezit riziko rostoucích cen fosilních paliv. Počáteční investice bývá v těchto případech značná, ovšem provozní náklady minimální. Například v případě instalace solárního sys-

tému na ohřev vody zaplatí uživatel náklady na jeho pořízení a montáž na základě smlouvy s vybraným dodavatelem. Podle předložených nabídek se odběratel může rozhodnout, zda a jaký systém si pořídí – své peníze má tedy pod kontrolou. Za energii dodanou systémem uživatel neplatí, což znamená, že omezil riziko dopadů zdražování. Odběratel závislý na centrálních zdrojích nemůže předvídat ani ovlivňovat vývoj ceny dodané energie.

3.

Vize budoucnosti decentralizované energetiky

(Ivan Beneš)

Má vůbec smysl přemýšlet o změně centralizovaného modelu energetiky, který je vyzkoušený a funguje bez větších problémů? Většina spotřebitelů nemá na změně nejmenší zájem. Naprosto jim vyhovuje, že teplo a elektřinu pro ně zajišťuje velká a stabilní firma. Rozhodující podniky energetického průmyslu rovněž nemají decentralizaci ve svých rozvojových plánech. Ovšem stávající systém má velkou slabinu – závislost na neobnovitelných zdrojích energie. Dříve nebo později bude změna nevyhnutelná.

Zdroje neobnovitelné energie jsou omezené

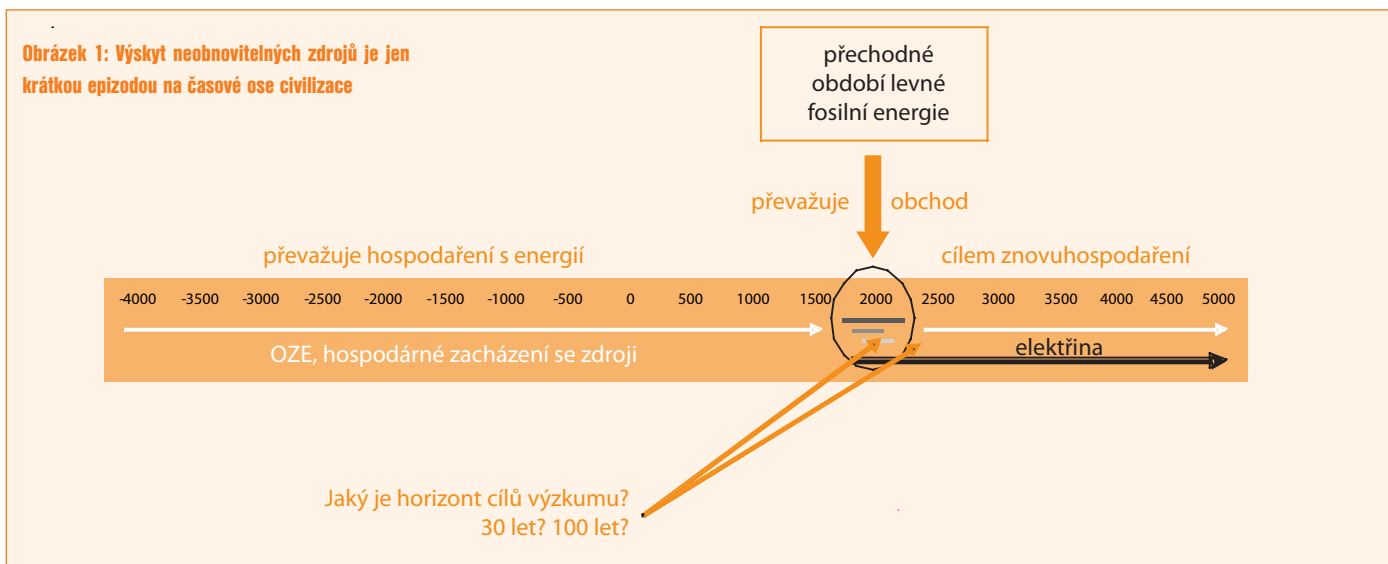
Energetická spotřeba současné světové populace (6,6 miliard obyvatel v dubnu 2008) je dominantně zajištěna transformacemi neobnovitelných zdrojů primární energie. Ke klíčovým surovinám patří ropa, uhlí, zemní plyn a uran. Očekává se, že počet obyvatel na Zemi může vzrůst v tomto století až na 10 miliard. Pokud by spotřeba elektřiny činila v průměru 5000 kWh na obyvatele a rok (brutto), znamená to, že by mělo být vyrobeno 50 000 TWh elektřiny, tj. o 32 000 TWh více než v současnosti. Přitom k největšímu nárůstu spotřeby dojde v rozvojových zemích.

Pokrytí této poptávky uhelnými nebo plynovými či jadernými elektrárnami by znamenalo nutnost dvakrát zvýšit světovou těžbu uhlí nebo produkci zemního plynu, případně dvanáctkrát zvýšit dodávky uranu. Současný stav a výhled geologických zásob ukazuje, že to ani v jednom případě není možné. Stále významnější roli budou hrát obnovitelné zdroje energie. Velmi pravděpodobně dojde rovněž k zásadním změnám na energetickém trhu. Současný model, při němž zisk energetické firmy závisí na množství prodané energie bez ohledu na účel a efektivitu jejího využití, již nebude vyhovovat potřebám společnosti. Hlavní část energetického byznysu funguje na nereálném předpokladu trvalého přísunu surovin, což je možné pouze dočasně (viz obrázek 1).

Role obnovitelných zdrojů v rámci centralizovaného systému

Zachování současného energetického modelu, ve kterém budou fosilní paliva jednoduše nahrazena obnovitelnými zdroji, není principiálně proveditelné. Pouze energetické využití biomasy má totiž jistou podobnost s fosilními palivy – nezávisí na části dne, počasí a ročním období. Lze ovšem snadno dokázat, že biomasa se nemůže nikdy stát univerzálním řešením energetického deficitu pro světovou populaci. Může však, stejně jako v minulosti, sloužit jako akumulátor energie pro překlenutí časového období spojeného s deficitem jiné obnovitelné energie (např. slunečního záření).

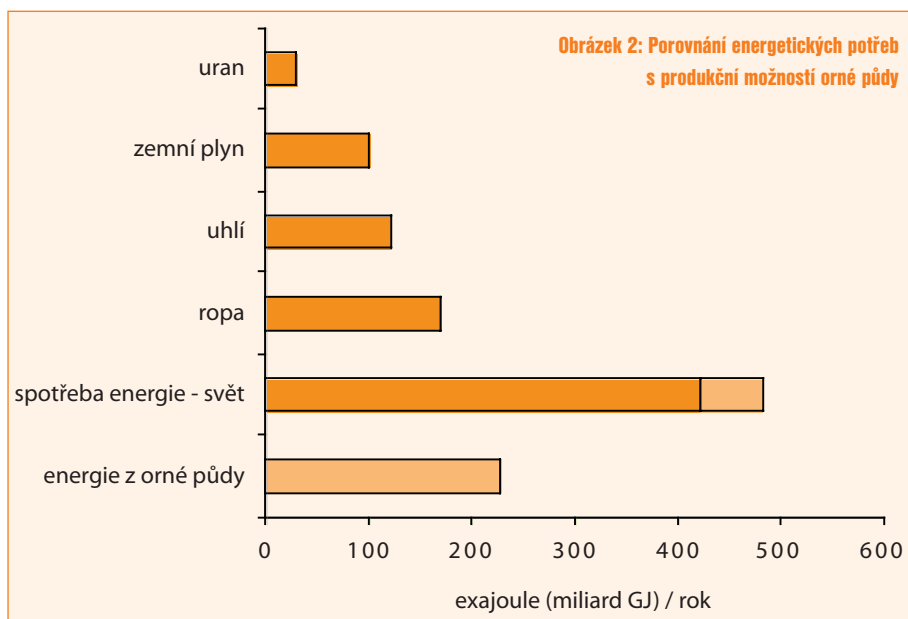
Obrázek 2 ukazuje světovou spotřebu energie podle druhu a porovnává ji s energií, kterou je možné vyprodukovat



ve světě na obdělávané půdě. Je patrné, že orná půda by mohla vyprodukovat sotva polovinu současné spotřeby energie. S tím však nelze počítat, neboť prvotním a nezastupitelným účelem využití orné půdy musí být potravinové zabezpečení lidstva.

Podstatně větší potenciál má využití energie slunečního záření (viz tabulku 1). Významnou část potenciálu lze využít v rámci centralizovaného modelu. Nevyhne se ovšem zásadní systémové změně – pro solární zdroj nelze vozit palivo, naopak elektrárnu musíme dopravit na místo s vhodnými podmínkami.

Sluneční energie získaná z jednoho procenta území pouští dokáže pokrýt veškeré současné energetické potřeby lidstva. Množství elektřiny odpovídající současné světové spotřebě lze vyrobit ověřenými technologiemi koncentračních slunečních elektráren z území o rozloze 300 x 300 km, což je přibližně 0,23 %



všech pouští. Vhodné pouště a polopouště jsou přitom rozprostřeny po povrchu Země rovnoměrněji než neobnovitelné zdroje energie. Devadesát procent populace žije ve vzdálenosti do 3000 ki-

lometrů od těchto pouští, což je vzdálenost, na kterou lze současnými technologiemi elektřinu dopravovat dálkovými stejnosměrnými přenosovými vedeními.

Tabulka 1: Světová bilance disponibilní energie

	zásoby	produkce	zásoby/produkce	násobek světové roční spotřeby energie	
	EJ	EJ/rok	roky	zásoby/spotřeba	produkce/spotřeba
Ropa	7203	172	42	14,7	0,350
Uhlí	19215	124	155	39,2	0,253
zemní plyn	6796	101	67	13,9	0,207
Uran	2666	31	85	5,4	0,064
sluneční záření		5 676 480	7 000 000		11 585

Koncentrační sluneční elektrárny znamenají naději i pro budoucích 10 miliard obyvatel planety v tomto století. Jedná se o ambiciózní projekt, avšak uskutečnitelný, a pro pokračování rozvoje naší civilizace nevyhnutelný. Bližší informace o projektu jsou dostupné na <http://www.desertec.org/>.

Nutnost decentralizované výroby

Celá řada zemí ovšem nemá vhodné podmínky pro umístění koncentračních slunečních elektráren. Například ve střední Evropě nelze s instalací podobného energetického zdroje počítat. I v případě, že se tyto státy zapojí do realizace velkých mezinárodních projektů typu velkých koncentračních elektráren podle konceptu DESERTEC, bude žádoucí maximální využití domácích zdrojů. Z důvodu bezpečnosti dodávek bude potřebné zajistit alespoň 35 % spotřeby elektrické energie z místních výroben.

Možnost pokračovat v koncepci velkých systémových elektráren časově omezují zásoby uhlí a zemního plynu. Z jaderné energetiky zůstávají z dlouhodobého hlediska ve hře jaderné elektrárny čtvrté a vyšší generace. Současně s tím budou nepochybně na území Evropy bu-

dovány decentralizované zdroje energie počínaje těmi současnými (teplárny, vodní elektrárny, vodní, větrné a fotovoltaické elektrárny) a konče miniaturními technologiemi, které budou mít charakter panelů na střeše a kuchyňského přístroje zavěšeného na zdi, jejichž výkony budou řádově desetiny a jednotky kilowattů.

Spotřebitel přestane být pouhým pasivním odběratelem, naopak se stane aktivním spoluvýrobce. Pro fungování tohoto modelu bude nutné, aby elektrická síť působila jako článek vyrovnávající nerovnováhu mezi jeho právě zapnutými spotřebiči a v téže chvíli vyráběnou domácí elektřinou. V době přebytků by síť elektřinu odebírala, v době deficitu naopak dodávala.

„Budoucnost je v partnerství mezi velkými systémovými elektrárnami (koncentrační sluneční, větrné parky na atlantickém pobřeží a možná i jaderné elektrárny nové generace) a malými elektrárničkami, které budou patřit ke standardnímu technickému zařízení nových a rekonstruovaných budov.“

„Velká energetika“ může s tímto trendem bojovat, avšak tento boj nemůže být dlouhodobě úspěšný, stejně jako nebyl úspěšný boj sálových výpočetních center proti osobním počítačům a drátové telekomunikace proti mobilním telefonům. Budoucnost je v partnerství mezi velkými systémovými elektrárnami (koncentrační sluneční, větrné parky na atlantickém pobřeží a možná i jaderné elektrárny nové generace) a malými elektrárničkami, které budou patřit ke standardnímu technickému zařízení nových a rekonstruovaných budov. Objektové zdroje budou převážně kogenerační, případně tri-generační, tzn. budou schopné vyrábět také chlad. V současné době se začínají v Evropě dostávat na trh například plynové kogenerační jednotky, které je možné instalovat do rodinných domků jako zdroj vytápění, přičemž jejich elektrický výkon může být v jednotkách kilowattů. Dodávají se i domovní obnovitelné zdroje elektřiny, jako jsou solární fotovoltaické panely a miniaturní větrné elektrárny instalované na střechy domů.

Rozvinutí vodíkové energetiky umožní, aby se aktivním hráčem v poskytování podpůrných služeb elektrické sítě stal i palivový článek zaparkovaného automobilu.

Obnovitelné zdroje energie v decentralizovaném systému

Pro optimální využití obnovitelných zdrojů o malém výkonu bude potřeba najít způsob jejich zapojení do soustavy. Lze předpokládat, že bude účelné předvídat a regulovat dodávku z obnovitelných zdrojů na regionální (městské, obecní) úrovni. Oproti dnešnímu fungování centralizované sítě patrně vznikne pozice lokálních či regionálních energetických správců, kteří budou zastupovat skupinu mikrovýrobců a řídit dodávky do soustavy.

4.

Změna role distribuční sítě v decentralizovaném energetickém systému

(Ivan Beneš)

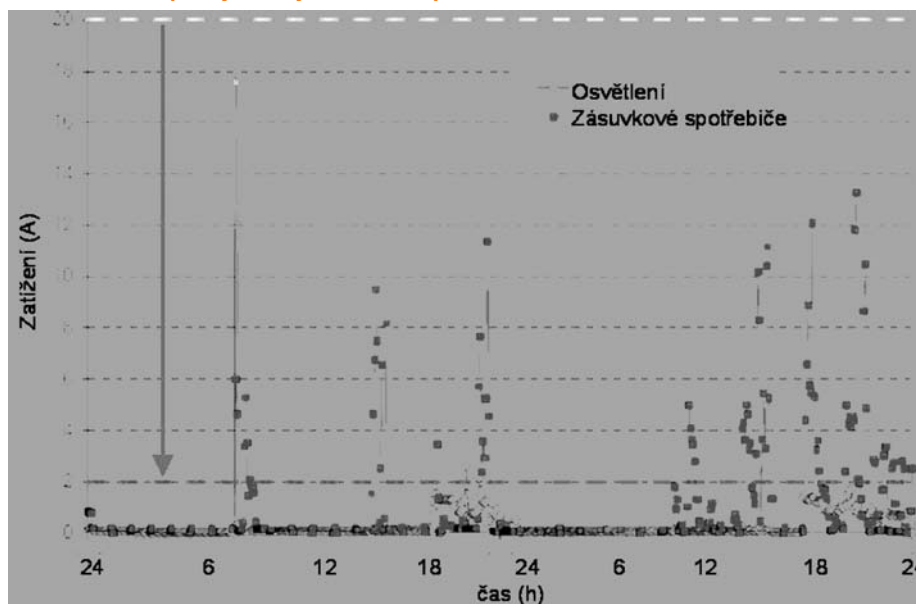
Decentralizovaný model energetiky v žádném případě neznamena soustavu zcela samostatných jednotek. Propojení zdrojů pomocí sítě výrazně zlepšuje efektivnost jejich využití, což platí i pro decentralizovanou energetiku. Výhodnost síťového propojení ilustruje následující obrázek, na kterém je zachycen denní průběh spotřeby elektrické energie v domácnosti.

Obrázek 3 ukazuje nerovnoměrnost spotřeby. Trvale potřebujeme jen velmi malé množství elektřiny a vyšší odběry jsou pouze krátkodobé. Z toho ovšem vyplývá, že individuální objektová výroba elektřiny by byla velmi neefektivní, neboť převážnou část dne by například zdroj o výkonu 4 kW běžel takřka naprázdno. Naproti tomu osamocený zdroj o výkonu 1 kW by nebyl schopen zásobovat větší spotřebiče.

„Pokud by všechny domácnosti disponovaly 1kW zdrojem elektřiny, podobně jako jsou vybaveny pračkou a dalšími spotřebiči, činil by jejich instalovaný výkon téměř 4000 MW.“

Pokud by ovšem všechny domácnosti disponovaly 1kW zdrojem elektřiny, podobně jako jsou vybaveny pračkou a dal-

Obrázek 3: Snímek spotřeby elektřiny v domácnosti v průběhu dvou dnů



šími spotřebiči, činil by jejich instalovaný výkon téměř 4000 MW. Propojení pomocí elektrické sítě umožňuje sdílet decentralizovanou výrobní základnu a využívat výhodu nesoučasnosti užívání spotřebičů v domácnostech a podnicích. Fungování sítě by ovšem muselo doznat zásadních změn.

Energetický průmysl čeká velký úkol: překonat technické problémy při začleňování decentralizovaných technologií do distribučních soustav. Jestliže na tuto výzvu nezareaguje, najdou uživatelé a konkurence postupem času náhradní řešení, podobně jako je našli, když soustava centralizovaného zásobování teplem (CZT) v některých případech nebyla schopna konkurovat cenou a komfortem individuálnímu vytápění.

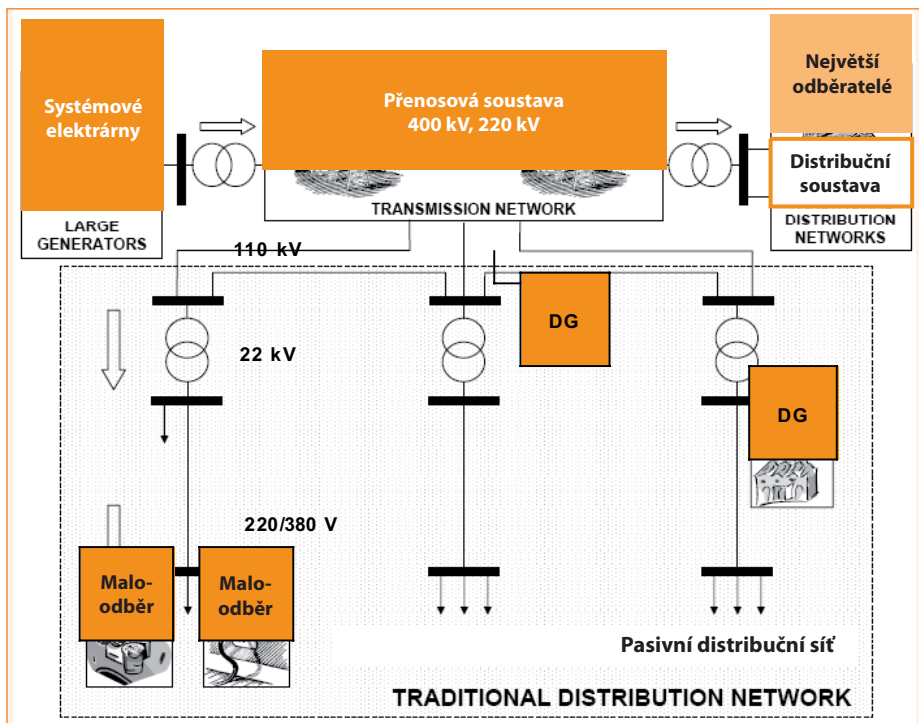
Lze předpokládat, že počet technologií pro získávání elektřiny a tepla se podstatně zvýší. Za perspektivní lze v blízké budoucnosti považovat zejména plynové zdroje (spalovací motor, Stirlingův motor, parní stroj, mikroturbína), později se uplatní mnohem více vodíkové technologie včetně palivových článků, fotovoltaické panely, miniaturní větrné elektrárny; to vše ve výkonových řadách odpovídajících energetické potřebě příslušné budovy či areálu. Tento trend ovšem musí být doprovázen transformací stávajících pasivních distribučních sítí na aktivní.

Pasivní síť

Distribuční sítě byly dosud projektovány jen jako jednosměrky pro dopravu elektřiny z velkoelektráren do domácích zásu-

vek. Takovou distribuční síť můžeme označit jako pasivní. Není schopna pracovat odděleně od přenosové soustavy, a když se do ní připojí decentralizované zdroje elektřiny, distribuční síť je prakticky nevyužívá. Decentralizované zdroje (DG) jsou připojeny na síť a „zapomenuty“. Dispečink s nimi zachází převážně pasivně jako s elektrickými spotřebiči. Pouze některé větší teplárenské zdroje a akumulární elektrárny jsou využívány pro poskytování podpůrných služeb.

Obrázek 4: Pasivní elektrizační soustava



Přenosová soustava je zokruhována a navržena podle pravidla N-1 tak, aby výpadek kteréhokoliv jejího prvku neohrozil její provoz a tím i provoz všech na ní napojených distribučních soustav. Na úrovni distribuční soustavy jsou většinou zokru-

hována vedení 110 kV, vedení 22 kV a 0,4 kV jsou provozována jako jednosměrná paprsková síť. Výjimkou jsou mřížové sítě ve větších městech.

„Nevyhovuje-li malý decentralizovaný zdroj existující síti, nedostane povolení k připojení a není vybudován. Naproti tomu rozvodná síť se vždy přizpůsobuje velké systémové elektrárně i za cenu vybudování nových vedení a rozveden.“

Provozovatelé pasivní distribuční sítě požadují, aby se decentralizované zdroje přizpůsobovaly současné praxi provozování sítí a ne naopak. Nevyhovuje-li malý decentralizovaný zdroj existující síti, nedostane povolení k připojení a není vybu-

dován. Naproti tomu rozvodná síť se vždy přizpůsobuje velké systémové elektrárně i za cenu vybudování nových vedení a rozvoden.

I provozovatelé evropských přenosových sítí si stěžují na velké množství výkonu ve větrných elektrárnách, které jejich soustavu zatěžuje. Obecně vzato „velká energetika“ založená na fosilních a jaderných zdrojích dosud není zvyklá přizpůsobovat se přírodním cyklům. Má k tomu i ekonomické důvody – potřebuje rozložit investiční a fixní provozní náklady do maximálního množství vyrobené elektřiny. Snahou je, aby drahé elektrárny pracovaly s vysokou dobou využití, tedy pokud možno nepřetržitě. Obnovitelné zdroje podléhající rozmarům počasí jsou vnímány jako rušivý element.

Z hlediska provozovatele je jistě jednodušší pracovat s fosilními zdroji a vyzkoušeným modelem pasivní sítě. V době docházejících neobnovitelných surovin je však zřejmé, že bude nezbytné postupně měnit naše technologie a přizpůsobovat je těm zdrojům energie, které zůstanou dlouhodobě k dispozici. Stejně jako zemědělci nemohou využívat veškerou nakoupenou techniku během všech ročních období, musí se i energetický průmysl začít přizpůsobovat přírodním cyklům. K tomu ovšem bude třeba zásadní změna systému, kterou naznačíme v dalším textu.

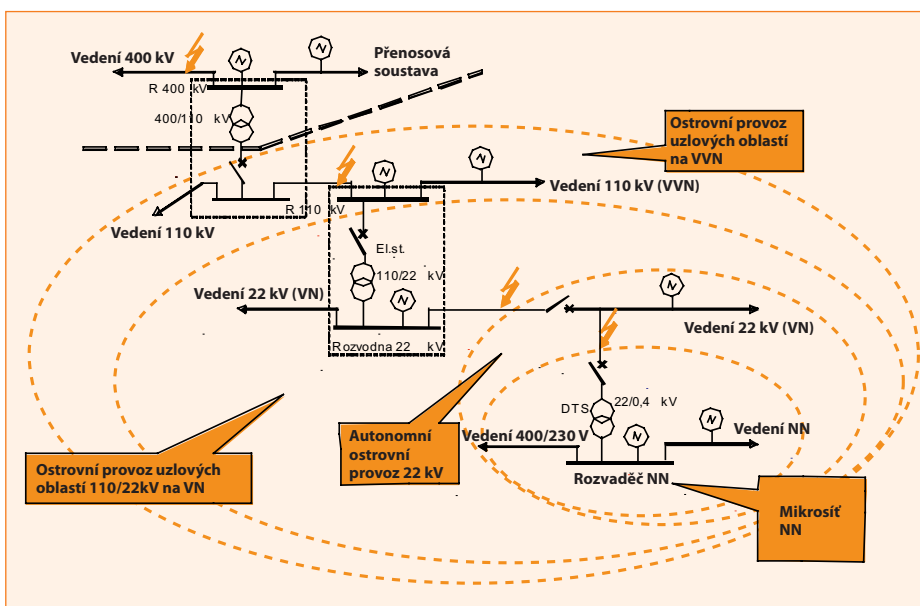
Aktivní distribuční síť

Na rozdíl od stávajícího jednosměrného modelu bude aktivní elektrická síť působit jako vyrovnávací článek mezi roz-

pílenými místy s přebytkem a deficitem výroby. Část současně centralizované výroby se tedy přesune blíže místům spotřeby, některé se přemístí až do budov jako objektové zdroje, a ty nejmenší budou součástí kuchyňských linek. Elektrizací soustava bude zajišťovat spolupráci velkých a malých zdrojů. V případě krizových situací, které by v současné době vedly k rozsáhlému blackoutu, umožní vyšší inteligence těchto aktivních sítí zachovat alespoň nouzové zásobování elektřinou prostřednictvím místního ostrovního provozu (Obrázek 5).

Místo hledání odpovědi na otázku, jak se mají decentralizované zdroje elektřiny přizpůsobovat potřebám elektrických sítí, se můžeme naopak ptát, jak se mohou elektrické sítě přizpůsobit charakteru decentralizovaných zdrojů elektřiny. Stejně tomu bylo při budování systémových uhelných a jaderných elektráren. Umístění jaderné elektrárny se nikdy nepřizpůsobovalo topografii sítě, nýbrž vždycky se topografie sítě, její ochrany a řízení přizpůsobovaly požadavkům jaderné elektrárny. Není správné, pokud se s decentralizovanými zdroji zachází jinak.

Obrázek 5: Vytváření ostrovních sítí pro nouzové zásobování elektřinou v krizových stavech



Místo hledání odpovědi na otázku, jak se mají decentralizované zdroje elektřiny přizpůsobovat potřebám elektrických sítí, se můžeme naopak zeptat, jak se mohou elektrické sítě přizpůsobit charakteru decentralizovaných zdrojů elektřiny.

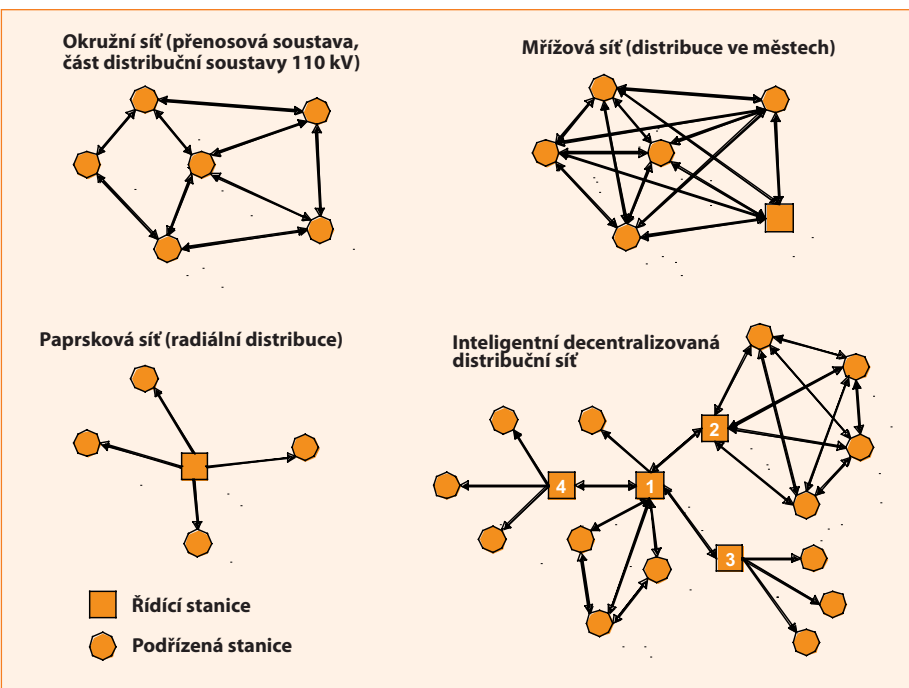
Velikou výhodou distribuované výroby elektřiny je dosažitelná úroveň spolehlivosti. K pochopení slouží tato jednoduchá úvaha. Bude-li potřebný elektrický výkon v soustavě zajišťován deseti velkými elektrárnami, pak při poruše jedné elektrárny ztratíme desetinu výkonu. Jestliže bude zajištěn tisíci decentralizovanými jednot-

kami, ztratíme jen tisícinu výkonu. To znamená, že z hlediska záloh pro případ poruchy jsou decentralizované výrobní jednotky méně náročné a mohou zajistit vyšší spolehlivost výroby elektřiny. Zálohování větrných a slunečních elektráren z důvodu počasí je méně náročné, protože na rozdíl od poruch lze počasí předpovídat a tuto předpověď zahrnout do denní přípravy provozu elektrizační soustavy.

Při transformaci elektrických sítí bude možné využít zkušenosti z první poloviny dvacátého století. Tehdy každá městská elektrárna či vesnické dynamo bylo schopné prostřednictvím místní sítě zajistit pokrytí lokální spotřeby, byť stálost napětí a kmitočtu nebyla na dnešní úrovni. Z důvodu bezpečnosti pro případ krizových stavů je nyní žádoucí tuto dřívější schopnost obnovit, a to samozřejmě s využitím současných možností řídicí techniky. Aby distribuční síť kromě toho sloužila k využití výhod nesoučasnosti spotřeby a rozptýlené výroby, musí umožňovat obousměrné toky na vedeních podle okamžitého stavu výkonové bilance. Pokud by v případě krizové situace, jakou může být například rozpad přenosové soustavy, nebylo možné vyrovnat bilanci výroby a spotřeby kvůli deficitu místních výroben, musí být pro umožnění nouzových ostrovních provozů zajištěno řízení spotřeby v reálném čase. Je to obdoba přidělového systému v případě narušení zásobování vodou či potravinami.

Myšlenka aktivní sítě vychází z toho, co již dnes funguje na různých úrovních elektrizační soustavy .

Obrázek 6: Způsoby provozování elektrických sítí



Realizace aktivní distribuční sítě však není vůbec jednoduchá. Spíše než beton a kovy bude vyžadovat mnoho úsilí v oblasti rozvoje využívání ochranné, automatizační a řídicí techniky, tedy v oblasti síťové inteligence.

Aktivní distribuční síť cíleně využívá decentralizované zdroje pro svůj provoz.

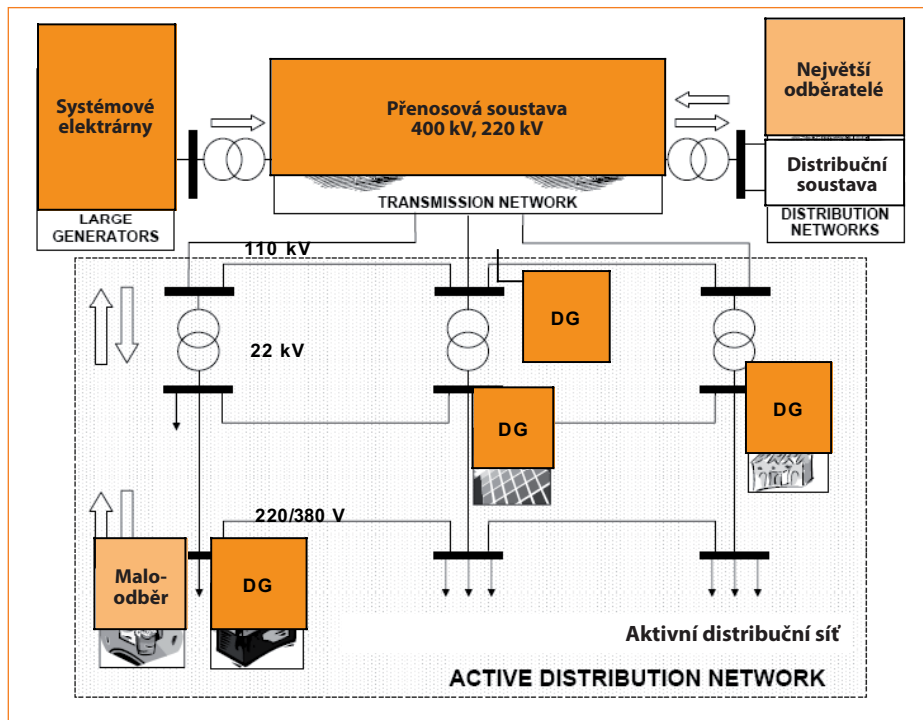
Decentralizace a vývoj energetiky

„Plného využití výhod decentralizované výroby lze dosáhnout jedině zvýšením inteligence současných distribučních sítí.“

Budeme-li chtít zachovat současnou životní úroveň, musíme se naučit používat technologie pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů a s využitím akumulace vyrovnávat jejich nepravidelný výkon závislý na přírodních cyklech. Do doby vyčerpání neobnovitelných zdrojů energie mohou toto vyrovnávání zajišťovat konvenční elektrárny, zejména plynové.

Plného využití výhod decentralizované výroby lze dosáhnout jedině zvýšením inteligence současných distribučních sítí. Inteligentní ostrovní provozy mikro- a minisít jako opatření pro případ poruchových stavů jsou odvozeny od řešení již používaných, například v elektrárnách, letadlech, námořních lodích a na ostrovech bez elektrického propojení s pevninou.

Obrázek 7: Aktivní elektrizační soustava



Všechny zmiňované technologie a koncepční záměry uváděné v tomto textu jsou reálně technicky dostupné, některé z nich se běžně využívají, jiné se zkoumají v rámci pilotních projektů.

Decentralizace energetiky vytvoří podmínky i pro decentralizovaný způsob života, který umožní žít ve větším souladu s přírodou a posilovat samosprávnost a soběstačnosti přirozených územních celků, což je tou nejlepší prevencí pro přežití možných krizových stavů, kterým může naše společnost v 21. století čelit.

5.

Virtuální elektrárny

(Miroslav Šafařík)

Dosavadní nezájem provozovatelů distribučních sítí o decentralizované zdroje plyne do jisté míry z obtížného odhadu jejich disponibilního výkonu v horizontu několika let. Pro provozovatele sítě je z hlediska plánování jednodušší pracovat s omezeným počtem velkých zdrojů. Jednu z možností, jak tuto překážku rozvoje decentralizovaných zdrojů odstranit, představuje koncept virtuální elektrárny.

Princip virtuální elektrárny

Virtuální elektrárnou se obecně rozumí skupina decentralizovaných zdrojů energie, které jsou provozovány pomocí společného řídicího systému, třebaže fyzicky od sebe mohou být značně vzdáleny. Instalovaný výkon virtuální elektrárny je dán součtem výkonu jednotlivých zdrojů, které ji tvoří. Virtuální elektrárnu lze sestavit ze zařízení využívajících obnovitelné i neobnovitelné zdroje, její součásti mohou být kogenerační jednotky na zemní plyn, bioplynové stanice, větrné elektrárny, malé vodní elektrárny, fotovoltaické elektrárny apod.

Podle nastavení řídicího systému mohou virtuální elektrárny sloužit jak v základním, tak i ve špičkovém, případně záložním režimu. Záleží pochopitelně rovněž na struktuře a velikosti jednotlivých zdrojů. Při současné praxi provozování sítě lze s výhodou využít kapacitu vhodné

sestavené elektrárny pro pokrývání špičkového výkonu – řídicí systém umožní nasazení takového výkonu, který odpovídá aktuálním potřebám sítě.

Dalším významným rysem virtuální elektrárny je možnost využití potenciálu úspor při jejím sestavování. Ve chvíli, kdy vznikne potřeba nového zdroje o určitém instalovaném výkonu, může provozovatel virtuální elektrárny tuto poptávku uspokojit sestavou decentralizovaných jednotek doplněnou o zaručené snížení spotřeby dosažené v důsledku cílených opatření.

„Budoucnost by měla patřit efektivnímu řízení dodávky elektřiny založenému na výměně informací mezi dodavatelem a spotřebitelem. Jedním z efektů pak může být využití efektivních technologií při výrobě spotřebičů“.

Výhody virtuální elektrárny by se ovšem naplno projevily ve chvíli, kdy by provozovatelé sítě začali využívat koncept řízení poptávky. Vzhledem k rozvoji informačních technologií se otevírají nové možnosti, jak přizpůsobit průběh spotřeby charakteru převažujících zdrojů. Budoucnost by měla patřit efektivnímu řízení dodávky elektřiny založenému na výměně informací mezi dodavatelem a spotřebitelem. Jedním z efektů pak může být využití efektivních technologií při výrobě spotřebičů.

Hlavním cílem sestavení virtuální elektrárny je zajistit maximálně efektivní výrobu elektřiny v čase a místě spotřeby. Zásadní výhodou virtuální elektrárny je vysoká odolnost proti neplánovanému výpadku. Vzhle-

dem k využití zdrojů rozptýlených na větším území lze nasazením virtuální elektrárny rovněž omezit ztráty v sítích.

Virtuální elektrárna plní několik rolí:

- Je klíčovým nástrojem managementu strany poptávky;
- zvyšuje výrazně úroveň bezpečnosti dodávek;
- zvyšuje efektivnost systému zásobování energií;
- napomáhá zvyšování soběstačnosti v zásobování energií.

Řízení poptávky

Jednou ze základních charakteristik elektroenergetiky je nutnost výroby v reálném čase. Elektřinu nelze jednoduchým způsobem skladovat, ale musí být dodána do místa spotřeby právě v okamžiku zapnutí spotřebiče. Moderní řídicí systémy přenosu a distribuce elektřiny toto zvládají zcela spolehlivě, ale mají své limity, zejména s ohledem na rozmístění a velikost zdrojů v soustavě.

Na důležitosti tak nabývá tzv. management strany poptávky (demand side management – dále též DSM). DSM zahrnuje aktivity, které ovlivňují kvantitu nebo vzorce spotřeby energie u konečného spotřebitele s cílem zejména snížit vliv špičkové poptávky – potřebu špičkového výkonu v síti. Pojem DSM vnikl v době první ropné krize, v roce 1970.

Ve spojení s nasazením virtuální elektrárny by mohl koncept DSM dosáhnout ještě ambicióznějších cílů, jako je např. snížení celkových ztrát přenosem a transformací a motivace k efektivnějšímu využívání elektřiny.

Vzhledem k rychlosti vývoje technologií vhodných pro decentralizovanou výrobu tepla a elektřiny nastává čas pro jejich systémové využití. Značná část spotřebitelů se může stát zároveň dodavateli; princip virtuální elektrárny je pak vhodným nástrojem pro optimalizaci jejich zapojení do systému.

Příklad: V době kalifornské energetické krize byly k elektrizační soustavě připojovány také volné dieselové lokomotivy. Moderní lokomotivy převádějí mechanickou energii na elektrickou a mohou tak sloužit jako záložní dieselové generátory. Nejedná se sice o ukázkou efektivního řízení poptávky (DSM), ale o primitivní virtuální elektrárnu, jejíž nasazení pomohlo překonat počáteční šok z nastalé situace. Obecně je vhodné se z kalifornské krize poučit jako z celku a nezneužívat ji pouze jako odvodnění nutnosti

Princip virtuálních elektráren vyhovuje rovněž koncepci přechodu od prodeje energetické komodity (elektřiny, tepla, paliva) k poskytování služeb (zajištění požadovaných funkcí budov, zařízení, tepelné pohody, světelné pohody apod.). Vzniká prostor pro podnikatelské subjekty, které zákazníkovi zajistí energetické služby včetně provozování jeho vlastního zdroje zapojeného do virtuální elektrárny. Do budoucna lze v tomto konceptu vidět alternativu ke stávajícímu modelu postavenému na velkých centrálních zdrojích a na předpokladu snadné dostupnosti neomezeného množství paliv.

Podmínky pro efektivní fungování virtuálních elektráren

Obecně udávané výhody a nevýhody virtuálních elektráren lze shrnout v následujících argumentech.

Argumenty pro (zastánci konceptu):

- Vysoký počet investorů usnadňuje financování;
- snížení emisí skleníkových plynů;
- vytváření místních pracovních míst
- a tím multiplikační ekonomický efekt – prostředky vynakládané na energie zůstávají z podstatné části v regionu.

Argumenty proti (odpůrci konceptu):

- Energetická efektivnost je omezený koncept limitovaný množstvím spotřebovávané energie a virtuální elektrárny založené právě na konceptu postupného snižování spotřeby a řízení poptávky tak mají malý vliv rámci „velké energetiky“;
- Sluneční a větrná energie jsou zdroje s nespojitou a obtížně regulovatelnou výrobou
- Převaha těchto zdrojů v energetických sítích je rizikem pro spolehlivost dodávek energie;
- Výroba energie na straně spotřebitele vyvolává problémy integrace do sítí a řízení a regulace na straně distributorů energie.

Z uvedených nejčastěji používaných argumentů vidíme skutečnou příčinu neochoty věnovat se virtuálním elektrárnám na profesionální úrovni. Koncept příliš radikálně zasahuje do zavedené ne pružné a neefektivní organizace energetických soustav.

„Z uvedených nejčastěji používaných argumentů vidíme skutečnou příčinu neochoty věnovat se virtuálním elektrárnám na profesionální úrovni. Koncept příliš radikálně zasahuje do zavedené ne pružné a neefektivní organizace energetických soustav“.

Energetické společnosti nemají zájem měnit dosavadní praxi a zatím zanedbávají příležitost k reálnému rozšíření svých obchodních možností. Postupně by se totiž mohly transformovat z výrobních a distribučních společností na subjekty poskytující (nejen) energetické služby. V současnosti si spíše kladou za cíl ovládnout veškeré energetické zdroje na trhu a vysilují se potíráním veškeré, byť i domnělé konkurence. Takovou konkurenci pro ně představuje i zemědělec, který zprovozní vlastní bioplynovou stanici. V okamžiku, kdy se energetická společnost více soustředí na stranu poptávky, stává se pro ni tento zemědělec partnerem a spojencem.

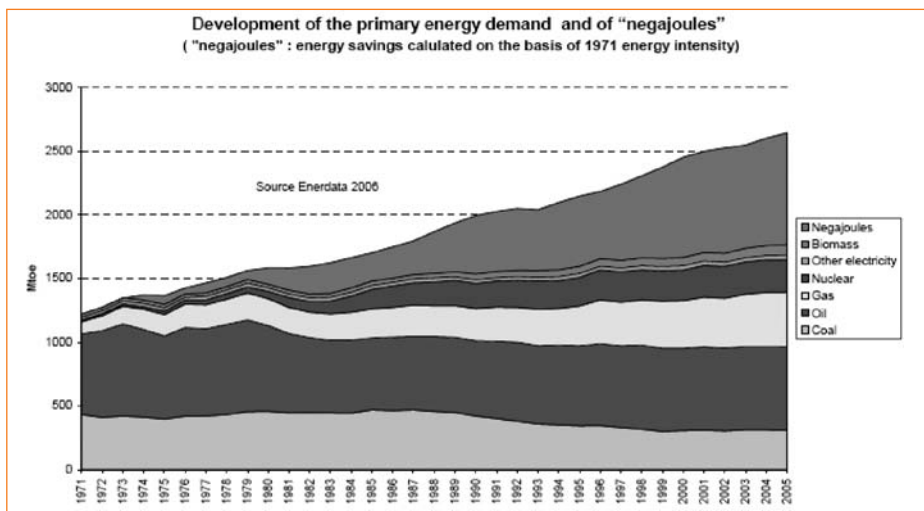
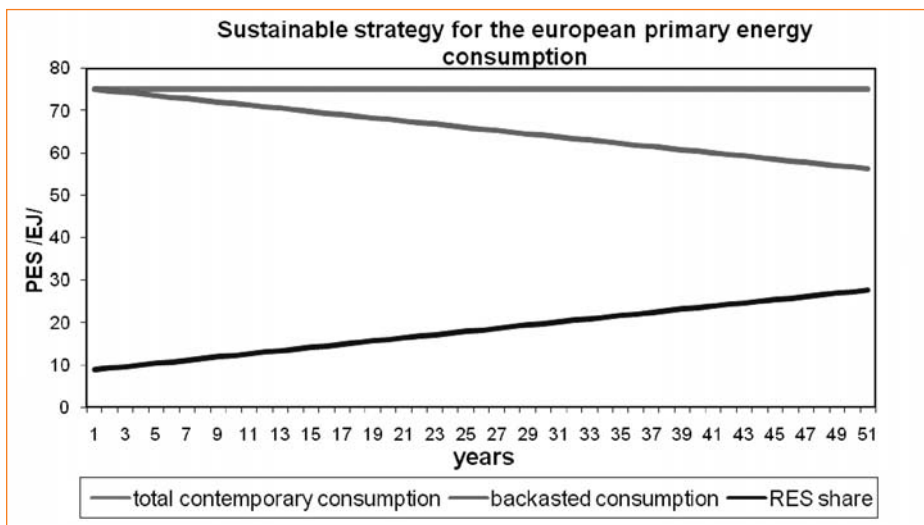
Koncept virtuální elektrárny podporuje efektivní využívání zdrojů a zvyšování podílu obnovitelné energie na celkové spotřebě. Provozovatel virtuální elektrárny přirozeně komunikuje s prvky svého systému, které přestávají být pasivními spotřebiteli. Tím pádem má lepší možnost působit osvětově, ale také například motivovat ke snižování spotřeby zaměnitelné elektřiny. Na rozdíl od klasického dodavatele na energetickém trhu totiž jeho zisky nezávisí na množství prodané elektřiny.

Energetické úspory jako zdroj

Koncept virtuální elektrárny lze výhodně využít rovněž při vytváření energetických strategií a plánování výstavby zdrojů. V tomto případě se mohou na instalovaném výkonu podílet také kumulované úspory energie. Místo investic do nových zdrojů může nastoupit například osvětla a motivace ke snižování spotřeby zaměnitelné elektřiny. Elektřinou totiž není nezbytné ani vytápět, ani ohřívat vodu, ani chladit (klimatizovat). Domy lze stavět a rekonstruovat tak, aby potřebovaly minimální množství energie na vytápění. Spotřebu energie na chlazení lze zcela eliminovat, případně zajistit bez nutnosti přelívání s elektřinou.

Příklad: Jako příklad lze uvést postup radních ve městě Austin v Texasu, kde po dobu 12 let cílevědomě motivovali k využívání co nejefektivnějších technologií a dosáhli tak ověřitelné úspory o celkové výši 550 MWel. Během uvedené doby se počet obyvatel zvýšil na dvojnásobek. V důsledku nemusel být vybudován původně plánovaný nový blok uhelné elektrárny o stejném výkonu a úspory se ukázaly na jednotku instalovaného výkonu levnější než výstavba nového zdroje. Současně se vytvořila nová pracovní místa a projevila se multiplikační efekt.

Při pohledu do nedávné minulosti vidíme, že postupné zlepšování energetické efektivnosti se během posledních desetiletí stalo významným energetickým

Obrázek 8: Podíl „negajoulů“ na celoevropské spotřebě PEZ (zdroj: Evropský akční plán energetické efektivity – zelená kniha)

Obrázek 9: Schéma zahrnutí zlepšování energetické efektivity do plánovacího procesu


zdrojem také v Evropě, což ilustruje obrázek 8.

Podíl úspor byl v tomto případě vyčíslen přepočtem aktuální spotřeby na energetickou náročnost roku 1971. Daleko větší smysl než zpětné sledování dopadu úsporných opatření má ovšem zahrnutí

technických možností zlepšování energetické efektivity do plánovacího procesu. Vstupem pro vytváření energetické koncepce by pak mohl být požadavek na vývoj spotřeby podle obrázku 9.

Budeme-li programově a koncepčně pracovat s úsporami energie při plánování

každé investice nejen v sektoru energetiky, pak vznikne vhodné prostředí pro uplatnění konceptu virtuálních elektráren.

Možnost využití akumulace

Tvoří-li podstatnou část skladby zdrojů virtuální elektrárny, solární moduly nebo větrné parky, pak její využitelný výkon kolísá podle počasí. V tomto případě lze zvýšit stupeň využití tím, že do systému zapojíme akumulační prvky.

Nejvýznamnějším akumulačním prvkem současných energetických soustav se staly přečerpávací vodní elektrárny, které využívají rozdílu mezi spotřebou ve dne a v noci. Jejich výstavba má ovšem výrazné negativní dopady na krajinu a s jejich začleněním do konceptu virtuální elektrárny nelze počítat.

Jednu z perspektivních možností akumulace představuje relativně starý princip využívající stlačený vzduch. Uskladněný vzduch, obvykle v podzemních zásobnících, se v době vyšší poptávky vypouští a v plynové turbíně spojené s generátorem vyrábí elektřinu. S výhodou se tak používá pro vyrovnání nerovnoměrného výkonu větrných elektráren.

V úvahu připadá rovněž skladování vyrobené energie pomocí elektrických akumulátorů, využívané například u ostrovních fotovoltaických systémů. Pro větší systémy ovšem tento způsob není technicky ani ekonomicky vhodný.

Další možnost slibuje akumulace elektřiny pomocí vodíku. V současnosti tuto možnost zkoumá snad každé větší výzkumné pracoviště na světě, nicméně

Příklad: Pro srovnání si můžeme uvést dva případy z praxe. V rámci výstavby nové automobilky bylo nutné vybudovat novou rozvodnu, přípojku a velkou transformační stanici. Energetická společnost toto připojení vybuďovala velmi rychle, velmi ochotně a na investici se významnou měrou spolupodílela.

Ve stejné době však měla „na stole“ též žádost o připojení nové bioplynové stanice, které si několik měsíců nevšimla, načež investora přiměla snížit původně zamýšlený instalovaný výkon s tím, že nemá v síti dostatečnou kapacitu a nemohla by tak bioplynovou stanici připojit. V regionu je přitom stabilně nedostatek přípojného výkonu.

Takové případy se dějí nadále a jsou o to nepříjemnější, že je mnohde blokován přípojný výkon pro plánované, ale nerealizované zdroje. Energetické společnosti se chovají tak „plánovitě“ a panovačně, jak jsou zvyklé z dob starých a stále přežívajících oligopolů. Transformace na podniky poskytující služby by tento přístup s největší pravděpodobností pomohla změnit.

Chování jednotlivců se však bude kultivovat ještě velmi dlouho, v některých případech se toho asi ani nedočkáme. I v této oblasti má technika nad člověkem často navrch.

zbyvá vyřešit ještě řadu technických problémů v celém logistickém řetězci. Cyklus od elektrolýzy vody po zpětnou přeměnu vodíku na elektřinu v palivových článcích dosud čeká na zdokonalení technologie. Pro samotné skladování vodíku se předpokládá využití možností, které nám dává rozvoj nanotechnologií². Podstatným úkolem bude zvýšit účinnost celého cyklu a snížit ekonomické náklady.

Různé typy virtuálních elektráren

1. Síť malých kogeneračních zdrojů

Zejména v Německu existují plány na koordinované využití zdrojů kombinované výroby tepla a elektřiny, které primárně slouží k vytápění objektů. Malé kogenerační jednotky, poháněné převážně zemním plynem, umožňují částečnou regulaci. Zapoji-li se jejich vlastníci do projektu virtuální elektrárny, vznikne zdroj, jehož výsledky budou srovnatelné s klasickou elektrárnou. Musíme ovšem počítat s tím, že z hlediska ekonomiky provozu bude nutné zajistit odběr vyrobeného tepla. Výroba elektřiny tak bude podstatně vyšší v zimním období. Z uvedeného důvodu nemohou podobně koncipované virtuální elektrárny zabezpečit základní výkon v soustavě, ale mohou sloužit jako alternativní regulační a špičkové zdroje.

Jako o jednom z potenciálních „mikrozdrojů“ pro virtuální elektrárny tohoto typu se uvažuje o možnosti výroby elektřiny v domovních kotlích pomocí Stirlingova motoru. Jeho tepelný výměník je zaveden do domovního kotle (někteří výrobci kotlů na dřevo již o této kombinaci reálně uvažují) a na 10 kW tepelného vý-

konu kotle je schopen dodávat až 3 kW elektrického výkonu. Toto řešení umožňuje kombinovanou výrobu tepla a elektřiny s využitím větší části zbytkového tepla, nicméně přesto spotřeba paliva o něco vzroste. Kritickými parametry pro rozšíření tohoto systému jsou zejména cena Stirlingova motoru, doba jeho využití (pouze v topné sezóně a v cyklech odpovídajících potřebě tepla v objektu), problematické mohou být také zvyklosti majitelů kotlů a účinnost celého systému³.

2. Společné řízení různých typů decentralizovaných zdrojů

V Rakousku v současné době probíhá příprava projektu, jehož cílem je ověřit výhody společného řízení odlišných typů převážně obnovitelných zdrojů. Do systému mají být zapojeny zdroje využívající biomasu, větrné a fotovoltaické elektrárny i palivové články. Za zmínku stojí, že systém částečně využívá možnost řízení poptávky.

Schéma fungování této virtuální elektrárny znázorňuje obrázek 10 na následující straně.

3. Bioplynové stanice v ČR

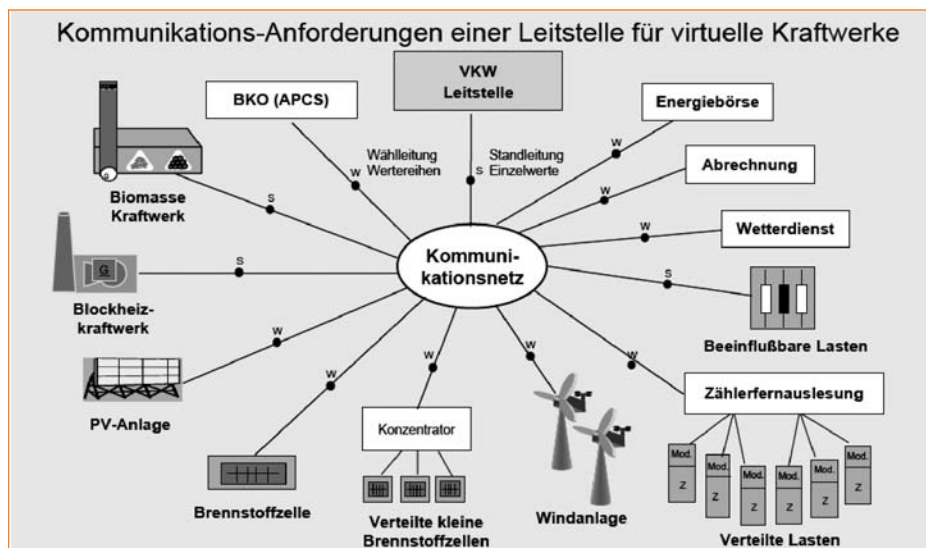
V důsledku působnosti zákona o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů lze očekávat bouřlivý rozvoj výstavby bioplynových stanic. Jakkoli se jedná o investičně náročnou technologii, mají bioplynové stanice řadu výhod, díky kterým jsou podnikatelsky zajímavé.

Technické parametry moderních bioplynových stanic ukazují, že se jedná o zdroje střední velikosti, vzhledem k zásobování palivem přirozeně decentralizované.

2) Kromě samotné efektivní výroby vodíku je jedním z technických úkolů zajištění jeho bezpečného skladování, neboť ve směsi se vzduchem tvoří výbušnou směs. Jednou z možností skladování vodíku je jeho uložení ve struktuře nanotrubic, odkud může být bezpečně čerpán v okamžiku potřeby – předpokládá se jeho využití v palivových článcích.

3) Více odkazů na webové stránky s tématem Stirlingova motoru například zde: http://peswiki.com/index.php/Directory:Stirling_Engine

Obrázek 10: Schéma zapojení virtuální elektrárny



Popis k obrázku: zleva doprava (ve směru hod. ručiček od pozice 9 h):
 Teplárna na biomasu; Elektrárna na biomasu; BKO⁴ = operátor trhu s elektřinou (koordinátor trhu, clearingové centrum); VKW – řídicí jednotka; Energetická burza; Vyúčtování; Předpověď počasí; Ovlivňování zátěže v síti; Vzdálené odečty elektroměrů (rozptýlená zátěž); Větrné elektrárny; Koncentrator – rozptýlené malé jednotky s palivovými články; Palivové články; Fotovoltaická zařízení

Dobře se osvědčily bioplynové stanice s elektrickým výkonem 0,5–1,0 MW elektrického výkonu, který je zajištěn spolehlivými motorovými kogeneračními jednotkami. Výroba elektrické energie se pohybuje v případě dobrého řízení fermentoru kolem 8000 hodin nominálního výkonu za rok, optimálně lze dosáhnout až 8500 provozních hodin. To představuje roční výrobu 4 až 8 GWh elektrické energie. Tepelný výkon se z 20–30 % využívá pro ohřev fermentoru, zbytek tepla lze při této velikosti stanice odvádět k vytápění blízkých domů, zásobování drobných výrobních (např. sušárny ovoce) nebo malých průmyslových zón. Bioplynová stanice se tak stává ideální jednotkou pro virtuální elektrárnu.

Lze odhadnout, že během příštích sedmi let (programovacího období) může

v ČR vyrůst zhruba 300 bioplynových stanic o součtovém výkonu přibližně 250 MWel a celkové roční výrobě kolem 2 TWh. Tím současně získáváme parametry virtuální elektrárny. Elektrárny, kterou nikdy nemusíme odstavit kvůli pravidelné údržbě, která dokáže udržet stále stejný výkon dodávaný do sítě, ale současně ji lze regulovat v době špiček. Podobnou virtuální elektrárnu nemůže ohrozit teroristický útok ani havárie velkého rozsahu.

Jednotkové investiční náklady bioplynových stanic se pohybují na úrovni srovnatelné s novou nadkritickou uhelnou elektrárnou. Provozní náklady má bioplynová stanice dosud vyšší, a to z důvodu náročnosti získávání paliva. Řada faktorů, mezi něž patří stálý růst cen fosilních paliv, vliv ekologické daňové reformy a ob-

chodování s emisemi skleníkových plynů, ovšem nasvědčuje tomu, že v příštích letech porostou provozní náklady uhelných elektráren podstatně rychleji. Vedle ekonomického srovnání ovšem nelze přehlédnout další výhody využívání bioplynu – čistý provoz bez produkce skleníkových plynů, pomoc při údržbě krajiny a zcela domácí, na dovozu nezávislý zdroj energie.⁵

4. Energetický potenciál české krajiny

Díky zvýhodněné výkupní ceně električiny z fotovoltaických výroben se v české krajině rozmáhá fenomén slunečních elektráren na volné ploše. Zábor plochy vzhledem k velikosti elektráren zatím nepředstavuje zásadní problém. Výrobu električiny pomocí fotovoltaických panelů lze výhodně spojit například s údržbou volných méně úrodných pozemků pasením ovcí, elektrárny mohou vyrůstat na méně přístupných pozemcích – ve svazích, na rekultivovaných skládkách, výsypkách apod. Jak ukazuje následující obrázek, je možné výhodně spojit výstavbu retenční nádrže za čistírnou odpadních vod s umístěním elektrárny o výkonu 110 kWp.

V České republice lze na dvou tisících podobných lokalit (areálů ČOV) umístit fotovoltaickou elektrárnu o špičkovém výkonu 100 kW. Po dokončení tohoto projektu bychom, v případě společného řízení, získali virtuální elektrárnu se špičkovým výkonem 200 MW a roční výrobou okolo 220 GWh. Potenciál české krajiny, zejména té industriální, na využití fotovoltaiky je ovšem podstatně vyšší.

V jiné verzi bychom mohli na střechách 100 000 rodinných domů s příhodným směřováním umístit fotovoltaické

4) V Rakousku „Billanzgruppenkoordinator“

5) Nejvíce relevantních informací o bioplynu a jeho využití lze najít například zde: <http://www.fachverband-biogas.de>, případně na www.biom.cz.

Obrázek 11: Rozmístění palivových článků evropské virtuální elektrárny

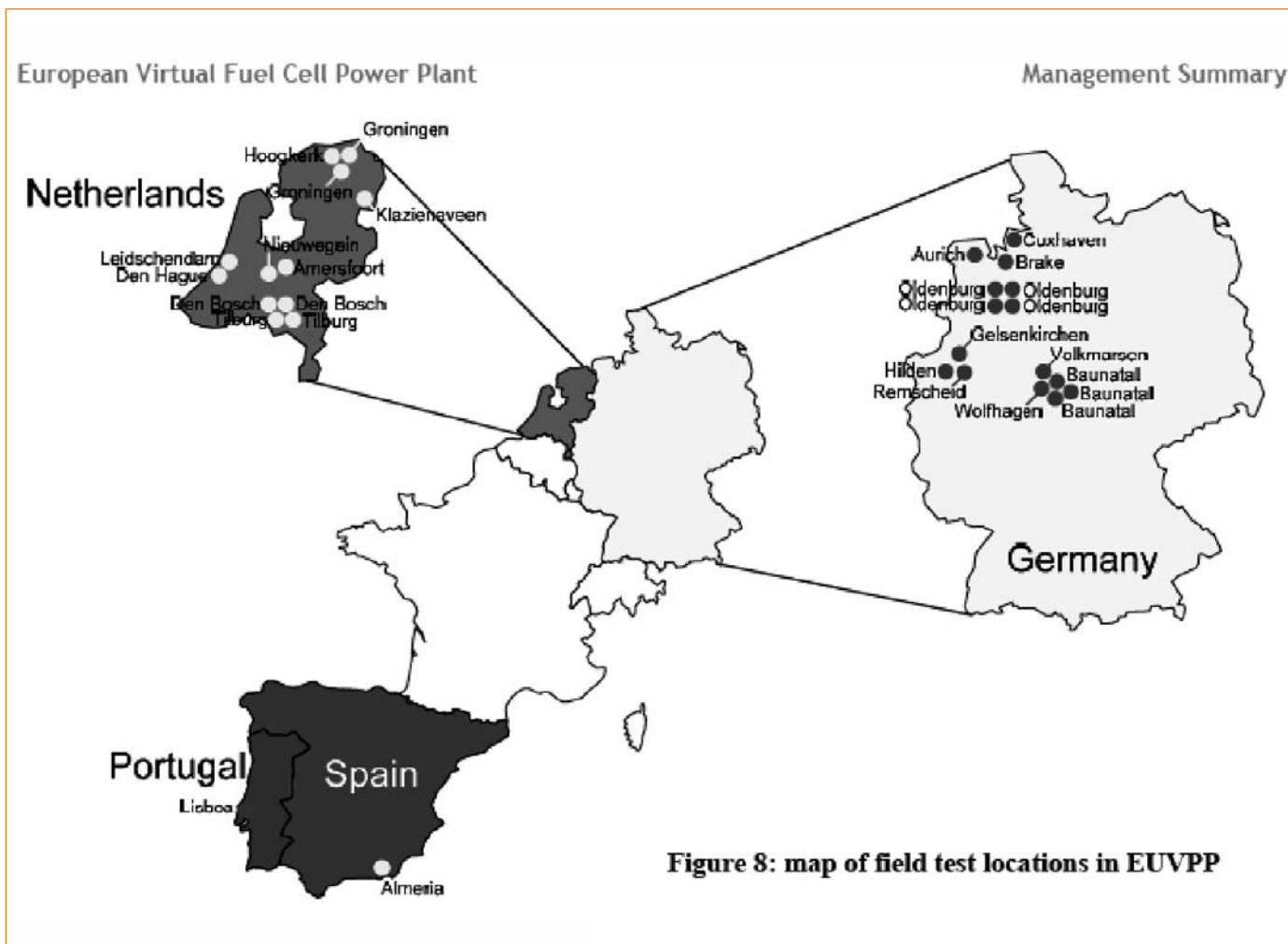


Figure 8: map of field test locations in EUVPP

moduly, každý o výkonu 1 kWp. Získali bychom virtuální elektrárnu o výkonu 100 MWp s roční výrobou okolo 100 GWh.

5. Evropská virtuální elektrárna s palivovými články

Z prostředků Pátého rámcového programu EU byl v letech 2002–2005 podpořen výzkumný projekt „Evropská virtuální elektrárna s palivovými články“.

Cílem projektu byl průzkum možností řízení a chování 31 palivových článků rozmístěných v německých a holandských domácnostech (viz mapku na obrázku 11). Projektu se zúčastnily společnosti Cogen Europe, E.ON a zejména Vaillant, která dodala prototypy palivových článků pro využití zemního plynu jako paliva. Projekt umožnil účastníkům získat praktickou zkušenost s chováním prototypů palivo-

vých článků a identifikovat překážky komerčního nasazení této technologie.

Hlavním cílem projektu však bylo otestovat řízení virtuální elektrárny pomocí řídicího systému, tzv. „energetického manažera“, a ujistit se, zda lze takový systém provozovat ku prospěchu obou stran – konečného uživatele a operátora, resp. provozovatele sítě. Použity byly palivové

články o parametrech 9 kW_{th} a 4.6 kW_{el}, jejich zapojení znázorňuje obrázek 12. Objekty byly vybaveny záložním, resp. doplňkovým zdrojem tepla (peak heater). Vyrobena elektřina přednostně hradila spotřebu v domě, přebytky byly dodávány do sítě. Palivový článek je současně nutno provozovat pouze po dobu, kdy dodává teplo do soustavy, resp. nabíjí tepelný zásobník. Maření přebytečného tepla z palivového článku je sice tech-

nicky možné (v chladicích smyčkách vně objektu, podobně jako u klimatizace), ovšem není žádoucí ani z ekonomického, ani z environmentálního hlediska.

Třebaže zkušenosti s provozem systému byly pozitivní, zúčastněné firmy projekt dále nerozvíjejí. Hlavním důvodem jejich rozhodnutí je vysoká cena palivových článků.

Obrázek 12: Schéma zapojení palivového článku v objektu

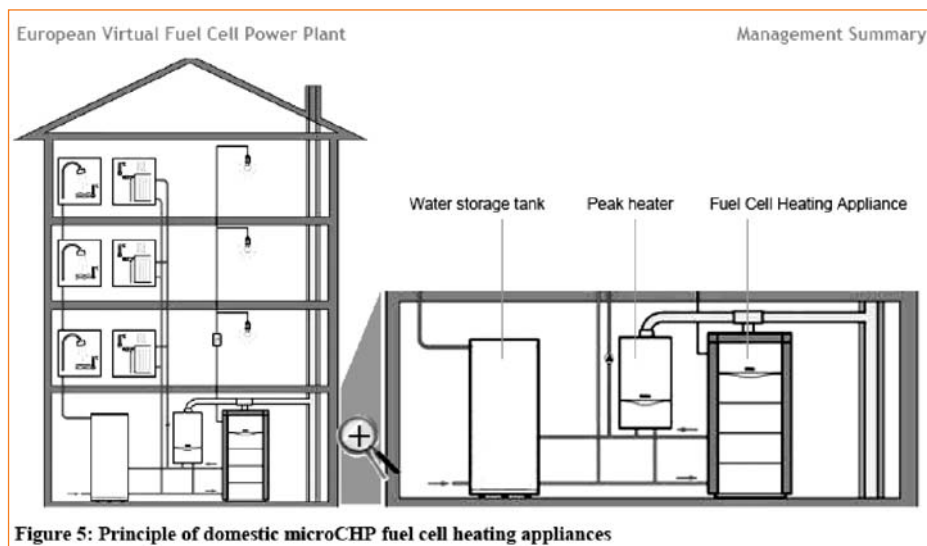


Figure 5: Principle of domestic microCHP fuel cell heating appliances

6.

Backcasting – metoda plánování vhodná pro rozvoj decentralizovaných zdrojů

(Miroslav Šafařík)

Zahrnutí decentralizovaných jednotek, virtuálních elektráren a zejména pak konceptu úspor jako zdroje do energetických strategií stojí v cestě zaběhaná praxe. Běžný postup energetického plánování se zakládá na extrapolaci dosavadního trendu spotřeby a zajištění zdrojů pro její pokrytí. Pro efektivní zahrnutí potenciálu úspor je ovšem vhodnější přístup, kdy úroveň budoucí spotřeby předem určíme a následně zajistíme nástroje pro dosažení žádoucího stavu. Při podobném plánování lze s výhodou využít metodu backcastingu.

Backcasting je pojem, pro který nemá čeština vhodný výraz. Opisem jej lze trochu nadneseně vyložit jako „předpovídání na základě budoucí zkušenosti“. Slovo bylo v podstatě vytvořeno odvozením z výrazu „forecasting“, který znamená předpovídání (prognózaování).

Tento „pohled zpět“ z budoucnosti je metodou strategického plánování, původně vzešlou z podnikové sféry, nyní však úspěšně aplikovanou i v oblasti udržitelného rozvoje. S výhodou jej lze uplatnit všude tam, kde vzhledem k rychlému

vývoji ve většině oblastí lidské činnosti sehlává tradiční přístup k prognózování.

Backcasting se od plánování v běžném slova smyslu liší tím, že místo rozhodování na základě odhadů pravděpodobného vývoje uplatňuje obrácený a mnohem aktivnější postup. Východiskem nejsou „realistické odhady“ na základě dnešních měřítek a vývojových trendů, ale ambiciózní a inspirativní vize žádoucího vývoje v budoucnosti. V podstatě se jedná o vytvoření představy budoucnosti, „jakou bychom chtěli mít“.

Tato vize vzniká na základě společného aktivního zapojení všech účastníků rozhodovacího procesu. Představa žádoucí budoucnosti je tak jednak výsledkem kreativní tvorby, zároveň však spočívá na vědecky podepřeném vědomí obecných limitů udržitelného vývoje.

Z tohoto budoucího bodu se pak prostřednictvím společného plánování všech účastníků zpětným způsobem určují konkrétní strategické postupy a specifické akce, které postupně povedou k uskutečnění cílové vize. Tyto akce se komplexně rozvádějí na nejrůznějších úrovních a v rozličných směrech.

Jak využít metodu backcastingu v energetice?

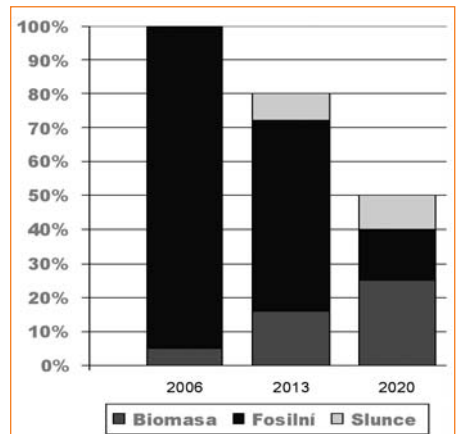
V případě, že by stát a všechny subjekty, které rozhodují o budoucím zásobování energií, začaly při plánování postupovat metodou backcastingu, musely by si na počátku položit základní otázku, jak bude vypadat struktura a velikost spotřeby v době, pro kterou se plá-

nuje provoz daného investičního záměru. Jak se budou vyvíjet technologie, který druh průmyslu má šanci na přežití v příštích 20–30 letech, jak se budou vyvíjet preference obyvatel, jaký bude demografický vývoj atd. Totéž by měla činit i strategická oddělení energetických firem. Současně si však musejí položit otázku, co vše je třeba udělat pro to, aby tento cílový stav nastal.

Praktický rozdíl v plánování pomocí „předpovídání“ a „backcastingu“ představuje energeticky soběstačná obec. Nakonec, i v evropské Bílé knize pro obnovitelné zdroje energie z roku 1995 byl plán na vytvoření zhruba 100 ostrovních energeticky soběstačných systémů. Jednalo se většinou skutečně o ostrovy, kde je energetické zásobování často velkým problémem.

Pokud se soustředíme na tuzemské možnosti a na využití principu backcastingu, můžeme dokázat, že tento přístup je reálný, alespoň v mezích daných rámcem měst a obcí, tj. bez zahrnutí průmyslové výroby.

Obrázek 13: Energetická soběstačnost – základní princip



Uvedený obrázek jednoduše ilustruje strategický přístup, ve kterém se zavazujeme do určité doby snížit svou potřebu energie (v určité struktuře) a současně nahrazení její části energií získanou z obnovitelných zdrojů.

Velmi jednoduchým příkladem může být provedení komplexní rekonstrukce domu, při níž snížíme spotřebu energie na 50 % spotřeby původní (pomocí tepelných izolací a dalších úsporných prvků). Instalací kotle na biomasu a solárních kolektorů na ohřev vody zajistíme 70 % zbývajících potřeby obnovitelnou energií.

Příklad: Plánování pomocí backcastingu v praxi lze ukázat na konkrétním příkladu z Kanady. Metoda byla úspěšně použita při sestavování vize udržitelného rozvoje v kanadském městě Whistler, nazvané Whistler 2020. Energetika je jednou z šestnácti strategií místního komplexního komunitního plánu. Na základě spoluúčasti všech místních zájemců na jeho tvorbě udává cílový popis budoucího stavu, k jehož dosažení stanoví specifické indikátory a formuluje jednotlivé konkrétní akce. Pomocí tohoto přístupu tak bylo vyřešeno i energetické zásobování vznikající olympijské vesnice pro účely zimních olympijských her ve Vancouveru v roce 2010. I přes relativně snadnou dostupnost zemního plynu a elektřiny z hydroelektráren byla pomocí backcastingu a za účasti celé komunity vytvořena alternativní vize energetického zásobování, založená na snižování spotřeby ener-

gie a zvýšení využití obnovitelných zdrojů. Vznikl tak inspirativní projekt sestávající z energeticky úsporných budov, jejichž snížená energetická spotřeba je plně kryta z místních obnovitelných zdrojů. Namísto rozšíření potrubní trasy pro zemní plyn pro pokrytí původně plánované vyšší spotřeby získala místní komunita mnohanásobné přínosy v podobě ušetřených nákladů na energie, tvorby místního zisku a pracovních míst v souvislosti s využíváním obnovitelných zdrojů. K tomu je nutné připočítat zlepšenou kvalitu ovzduší a snížení emisí skleníkových plynů. Další informace jsou k dispozici na webových stránkách www.whistler.ca a www.whistler2020.ca.

7.

Technologie vhodné pro decentralizovanou výrobu energie

(Karel Srdečný)

V současnosti roste zájem průmyslových podniků i majitelů nemovitostí o pořízení vlastního energetického zdroje. Důvodem není nespolehlivost dodávek nebo technické problémy se sítěmi, ale rostoucí ceny plynu a elektřiny. V kombinaci s podporou výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů a kogenerace roste ekonomická zajímavost takové investice.

Rostoucí ceny paliv, hlavní složka provozních nákladů stávající energetiky, významně zvyšují konečnou cenu energie. Tím klesá význam investičních nákladů. Tím pádem se otevírá prostor pro relativně nákladná zařízení, které však doveudou využívat levné palivo (biomasu), případně sluneční, větrnou či vodní energii, která je zdarma. Získané teplo či elektřina však rozhodně zadarmo není. Investiční náklady se musí rozpočítat na množství energie, které zařízení za dobu své životnosti vyprodukuje, cenu dále zvyšují provozní (případně i palivové) náklady. Nejvýznamnějším problémem pro většinu zdrojů je tedy vysoká pořizovací cena zařízení – to platí jak pro obnovitelné zdroje, tak pro fosilní paliva.

Oblast „malé“ energetiky se rozvíjí velmi dynamicky. Kromě pracovních míst, která souvisejí s výrobou, montáží a provozem zařízení, jsou již ekonomicky zajímavou

oblastí i navazující služby, jako konference a semináře, specializované výstavy, časopisy atd.

7.1.

Technologie pro decentralizovanou výrobu tepla

Dodávka tepla je v současné době poměrně decentralizovaná. V ČR funguje asi 2000 větších centrálních zdrojů tepla (teplárna, výtopna). Zejména ve větších sídlech má ovšem CZT (centrální zásobování teplem) pozitivní dopad, neboť u velkého zdroje lze účinněji snížit emise než v případě velkého počtu zdrojů individuálních. Díky vyššímu komínu lze počítat rovněž s lepším rozptylem škodlivin. Odpadá také zátěž spojená s dopravou paliva k jednotlivým objektům, individuální skladování atd. Významnou výhodou je také lepší kontrola – je známo, že špatně seřízený kotel v rodinném domku může být co se týče emisí horší než spalovna odpadů.

Výstavba nových centrálních zdrojů tepla představuje velkou investici, zejména do rozvodů. Je zřejmé, že budovat síť v zástavbě rodinných domů bude mnohem méně efektivní než v městské čtvrti s bytovými domy. Přesto i pro vesnice může být výstavba CZT zajímavou alternativou k plynofikaci. Kromě jiných výhod může provoz CZT přinášet peníze do obecní pokladny. Při plánování investice je zásadním rizikem přecenění prodeje tepla, u zdrojů na biomasu musí investor spolehlivě zajistit dodávku paliva.

V současné době lze ale spíše pozorovat trend odpojování stávajících odběratelů

od sítě centrálního vytápění. Důvodem je zejména cena tepla, v roce 2008 se pohybuje od 350 do 730 Kč/GJ (1,30 až 2,60 Kč/kWh). Cena tepla z domácího plynového kotle je přitom 270 až 310 Kč/GJ (0,98 až 1,11 Kč/kWh), bez započtení investičních nákladů. Příčiny vysoké ceny tepla z CZT mohou být různé. V některých případech se může jednat o použití drahého paliva (mazut), jinde dochází k velkým ztrátám v zastaralých rozvodech, které nakonec musí zaplatit konečný spotřebitel. V případě, že majitel CZT investoval do nových rozvodů, kotlů či jiné technologie, rozpouští tyto své náklady do ceny tepla, což ji opět zvyšuje. V neposlední řadě si musíme uvědomit, že CZT většinou provozují komerční společnosti, které musí generovat zisky, přičemž mají na dodávku tepla určitý monopol. Přestože ceny tepla z CZT reguluje Energetický regulační úřad tak, aby provozovatel zahrnoval do ceny jen oprávněné náklady a tzv. přiměřený zisk, „kreativita“ podnikatelů nezná mezí – například jedna teplárna pořídila jako služební vozidla údržbařů luxusní vozy, každý za několik milionů Kč.

Ekonomiku provozu CZT může vylepšit kombinovaná výroba tepla a elektřiny (kogenerace). Potenciál pro obnovu technologie je zde značný. Výhodně lze využít stávající infrastrukturu, není potřeba zábor půdy a podobně. Zvolíme-li za palivo biomasu či bioplyn, lze využít poměrně výhodné výkupní ceny elektřiny.

CZT a spalování biomasy

Dřevo, štěpky, slámu a jinou suchou biomasu lze jednoduše spalovat. Každé palivo ovšem vyžaduje jiný typ kotle. Před

výstavbou tedy musíme zpracovat velmi kvalitní studii proveditelnosti, která mimo jiné určí potenciál dostupných druhů biomasy. V jedné provozovně lze ovšem instalovat různé kotle pro různá paliva. Příkladem může být teplárna v Třebíči, která spaluje jak dřevní štěpku, tak slámu. Logickým důsledkem velké investice do CZT je snaha použít co nejlevnější palivo. Technologie pro spalování štěpky jsou dobře dostupné, obvykle lze spalovat i syrovou nebo mokrou štěpku, odpady z dřevovýroby atd. Dále lze využít možnost likvidace zbytků z údržby městské zeleně a podobně. Nevýhodou je dosud nepřilíš stabilní trh se štěpkou, stavba vyššího počtu nových zdrojů zvyšuje poptávku a ceny. Řešením zde může být samostatná výroba štěpky z vlastních lesů. Štěpka vyrobená z cíleně vypěstovaných rychlerostoucích dřevin zatím není cenově konkurenceschopná.

Další možnost představuje spalování obilné slámy, i zde jsou technologie komerčně dostupné. Může být zajímavé pálit nevymlácené obilí, které se pouze poseče a slisuje do balíků. Protože nezáleží na kvalitě zrna, vychází pěstování tohoto obilí levněji než u potravinářské produkce.

Množství paliva potřebné k zajištění provozu typické výtopny uvádíme v následující tabulce.

Tabulka 2: Spotřeba paliva pro dodávku 30 tis. GJ (cca 1000 bytů)

	výhřevnost		spotřeba paliva		plocha pro pěstování (zhruba)	
hnědé uhlí	15	GJ/t	2 500	tun		
zemní plyn	33,6	GJ/tis. m ³	1 116	tis. m ³		
štěpka – dřevní odpad	14,6	GJ/t	2 568	tun		
štěpka – rychlerostoucí dřeviny	12	GJ/t	3 125	tun	313	ha
sláma obilná	15	GJ/t	2 500	tun	625	ha
obilí (sláma se zrnem)	17,5	GJ/t	2 143	tun	214	ha

Lokální spalování biomasy

Zejména u malých obcí, kde CZT nepřichází v úvahu, lze biomasu spalovat v individuálních kotlích či kamnech. Na trhu najdeme mnoho kotlů s výkony od 20 do 50 kW, určených pro rodinné domky. Kotlů s výkony do 10 kW, vhodných pro moderní domy s nízkou spotřebou, nabízejí výrobci poměrně málo; obvykle musíme volit zapojení kotle s akumulací nádrží. Instalovat kotel na dřevo v nízkoneergetickém domě tak vychází paradoxně draž než pořídit třikrát větší kotel do staršího nezatepleného domu. Někdy se proto jako zdroj používají interiérová kamna či krbová vložka. V tom případě se majitelé musí smířit s tím, že za zimu přinesou do obývacího pokoje několik metrů dřeva.

Jako palivo se nejčastěji používá polenové dřevo nebo peletky. Kotle na štěpky se vyrábějí obvykle s výkony od 50 kW, což je pro rodinný domek až desetkrát více, než by bylo potřeba. Polenové dřevo má nižší cenu a lze ho skladovat snadno v hranicích, vyžaduje však práci. Starší lidé to mohou vnímat jako zásadní překážku. Některé obce proto svým občanům nabízejí dodávku polenového dřeva z obecních lesů až do domu a za příznivou cenu.

Roste obliba peletek, které lze přikládat automaticky. Jejich cena je ve srovnání s jinými palivy vyšší, ale nabídka na českém trhu se zvyšuje a tím jsou peletky cenově i dopravně stále dostupnější. Velkou nevýhodou peletek je nutnost zajistit pro ně suchý sklad (když zvlhnou, rozpadají se), což zabírá cenný prostor v objektu. Pro nezateplený rodinný domek musíme počítat se spotřebou peletek o objemu zhruba 6 až 10 m³ za topnou sezónu.

Solární termické systémy

Využití solární energie pro ohřev vody lze realizovat i poměrně málo sofistikovanou technologií, jako je plechový sud natřený načerno. Běžné solární systémy pracují celoročně a získané teplo lze využít pro ohřev vody i pro vytápění.

V ČR dopadá na povrch za rok průměrně 1100 kWh/m² energie. Pomocí kapalinových kolektorů můžeme získat 300–800 kWh/m² za rok. Zisk se však v jednotlivých měsících značně liší; pro letní přebytky často není využití. Pro reálné odhady hrubé výroby energie v průměrných solárních zařízeních lze v podmínkách ČR uvažovat průměrnou roční výrobu 380–420 kWh/m² kolektorové plochy za rok.

Při navrhování je nutno zjistit co přesněji odběr teplé vody v jednotlivých měsících nebo týdnech. To není snadné, neboť spotřeba vody se měří obvykle pro studenou i teplou vodu dohromady. Navrhování systému jen podle odhadu projektanta nebo podle normových hodnot spotřeby může vést ke špatným výsledkům, neboť skutečná spotřeba velmi silně závisí na skutečném chování osob v domě.

V poslední době se i v ČR lze setkat s velkoplošnými systémy, zejména pro ohřev vody v internátech, domech pro seniory a jinde. Ve veřejných budovách se efektivita solárního systému snižuje termickou dezinfekcí vody. Aby se ve vodě nerozmnožily bakterie Legionella, ohřívá se celý zásobník vody např. jednou týdně na 70 °C nebo se trvale provozuje s teplotou nad 55 °C atd. To zhoršuje účinnost solárního systému, který pracuje neefektivněji s nižšími teplotami vody (pro mytí stačí voda okolo 40 °C).

Velké systémy vyžadují velký objem akumulčních nádrží. Standardní tlakové nádrže systém prodražují, proto se používají nádrže otevřené, např. z plastů nebo z betonu.

Solární systémy představují velmi vhodný zdroj pro jednotlivé rodinné domky, ale i pro bytové domy. Nabídka na trhu je široká, překážkou ovšem zůstává vysoká pořizovací cena. Cena tepla z termického systému se již několik let pohybuje od 1,40 až 2,50 Kč/kWh. Cena tepla např. ze zemního plynu činí 0,98 až 1,11 Kč/kWh, u elektřiny 1,40 až 2,00 Kč/kWh. V některých případech je tedy solární energie dražší než elektrický ohřev, v minulosti tomu tak bylo poměrně často. Díky dotacím však lze cenu solárního tepla snížit.

Solární chlazení

Stále častější požadavek na letní chlazení budov lze řešit i s využitím solární energie. Takovéto systémy se dnes teprve rozvíjejí a komerčně dostupných je zatím jen málo zařízení.

Nejjednodušší je samozřejmě osadit budovu fotovoltaickými panely, které vyrobí elektřinu pro pohon kompresoru konvenčního chladicího zařízení. Tato cesta však vychází jako příliš nákladná a málo účinná.

Proto se vyvíjejí systémy, kde se místo kompresorového chlazení používá chlazení sorpční – systém je poháněn teplem získaným ze solárních kapalinových kolektorů. Používají se vakuové trubicové kolektory, schopné dosáhnout vyšších teplot (potřebných pro chod systému). Tyto kolektory pak v létě chladí a v zimě přitápějí, teplou vodu ohřívají celoročně. Takovéto systémy začínají být dostupné i komerčně, s jedním z nich se lze setkat např. v pražském hotelu DUO.

V budoucnu lze čekat stále častější využití, které umožní snížit investiční i provozní náklady tak, že solární chlazení bude moci ekonomicky dobře konkurovat konvenčním systémům.

Výhodou solárního chlazení je snížení letních odběrových špiček elektřiny, na nichž má chlazení objektů významnější podíl. Přitom řada evropských elektráren musí v létě kvůli vysokým teplotám snižovat výkon. V letních měsících může v důsledku nižší poptávky po teple klesat i účinnost elektráren, které pracují v kogeneračním režimu.

7.2.

Technologie pro decentralizovanou výrobu tepla

Před přijetím zákona o obnovitelných zdrojích energie (OZE) č. 180/2005 Sb.

nebyla výstavba zařízení pro decentralizovanou výrobu elektřiny pro investory příliš zajímavá. Existoval sice systém výkupních cen, ale chyběla jejich garance na dostatečně dlouhé období. Riziko, že se ceny výrazně změní z roku na rok, bylo příliš vysoké. Zákon o OZE tuto nejistotu odstranil. Výkupní ceny byly vesměs nastaveny tak, že návratnost investice se pohybuje okolo 15 let. Zájem investorů ovšem stoupl až ve chvíli, kdy se otevřely možnosti získání dotace na výstavbu zdroje.

Největšímu zájmu se v poslední době těší fotovoltaické elektrárny (PVE). Tento zdroj se vyznačuje tím, že investiční náklady téměř přímo úměrně odpovídají velikosti. Lze stavět libovolně malá zařízení, což přitahuje i drobné investory – fyzické osoby. Existuje rovněž projekt tzv. občanských solárních elektráren, který umožní investovat částku od cca 30 tisíc Kč. Současně vznikají větší PVE, až na výjimky nikoli na střeších existujících budov, ale „na zelené louce“. Pro preferenci výstavby na volné ploše hovoří jednodušší stavební řízení a vlastnické vztahy, neomezená plocha pro instalaci a možnost použití PVE s trackery (natáčení panelů za sluncem během dne). Ve většině případů je motivace investorů čistě ekonomická – chtějí vydělat peníze, shodou okolností právě výrobou elektřiny. Významnou roli pak hraje zvýšení výkupních cen v roce 2006.

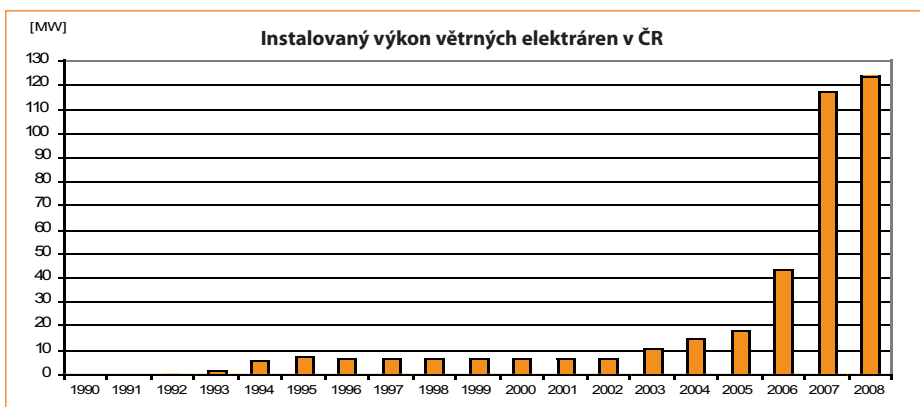
Roste rovněž zájem o stavbu větrných elektráren, jak dokládá graf na obrázku 14. Vzhledem k tomu, že výkupní ceny od roku 2002 klesají, resp. jsou konstantní, je zřejmé, že zvýšený zájem způsobilo právě zvýšení jistoty při podnikání dané zákonem o OZE. Projevu se i trend zvy-

šování instalovaného výkonu a tím i velikosti větrných elektráren. Záměr výstavby se častěji než dříve dostává do konfliktu s ochranou území. Častý je i odpor místních obyvatel, což vede k tomu, že investor slibuje každoročně přispívat do obecního rozpočtu.

Obdobně narůstá zájem o výstavbu bioplynových stanic, zejména po zvýšení výkupní ceny v roce 2008. Projekty bioplynových stanic vyžadují složité plánování, protože provozovatel musí zajistit dostatek vstupní suroviny (využití zemědělských odpadů může být z hlediska investora málo spolehlivé, protože země-

O kogeneraci by mohli mít zájem i drobní provozovatelé; kogenerační jednotka by pak nahradila například kotel v rodinném domku. Na trhu však dosud nejsou jednotky dostatečně malých výkonů. Nejmenší zařízení na bázi upraveného automobilového motoru mají tepelný výkon v desítkách kilowattů, což obvykle převyšuje i spotřebu nezatepleného domku. Pro moderní dům s nízkou spotřebou stačí několikanásobně menší zdroj vytápění. Výrobci však již vyvíjejí mikrozdroje s výkonem v řádu jednotek kilowattů, což by bylo pro použití v rodinných domcích ideální.

Obrázek 14: Vývoj instalovaného výkonu větrných elektráren v ČR



dělci v okolí mohou kdykoli přejít na jiné hospodaření) a obvykle i využití odpadního tepla.

Z hlediska decentralizace hraje významnou roli i použití kogenerace při výrobě tepla z fosilních paliv. Zákon o hospodaření energií č. 406/2000 Sb. dokonce předepisuje větším zdrojům povinně zvážit možnost kogenerace; za elektřinu z kogenerace získá výrobce i zvláštní příplatek.

Fotovoltaika

Přímá přeměna slunečního záření na elektřinu funguje na základě fotoelektrického jevu v polovodičích. Původně kosmická technologie se dnes uplatňuje i v zemích třetího světa jako spolehlivý a provozně nenáročný zdroj.

Tytěž solární články lze použít pro menší aplikace (kalkulačka) i pro rozlehlé elektrárny s výkonem v jednotkách MW.

To umožňuje pořídit zdroj libovolné velikosti, což je v energetice poměrně neobvyklé.

Fotovoltaické články mají za sebou 50 let vývoje, dnes rozlišujeme čtyři generace:

- První generace – články vyrobené z destiček z monokrystalického křemíku (krystaly větší než 10 cm), v současnosti stále nejpoužívanější typ.
- Druhá generace – z polykystalického, mikrokrystalického nebo amorfního křemíku (rozměry krystalů 1 mm až 100 mm). Oproti první generaci jsou levnější, protože spotřebují méně křemíku, lze je najít i na ohebných podkladech (na oblečení, fóliové střešní krytině). Přítomnost většího množství menších krystalů, resp. rozhraní mezi nimi, vede k nižší účinnosti, nicméně výroba je podstatně levnější a rychlejší.
- Třetí generace – nevyužívají křemík, ale třeba organické polymery. Dosud se komerčně příliš nepoužívají.
- Čtvrtá generace – kompozitní články z různých materiálových vrstev, schopné lépe využívat sluneční spektrum – každá vrstva využívá světlo jiné vlnové délky.

Tabulka 3: Porovnání účinnosti jednotlivých typů fotovoltaických článků

	běžná účinnost	max. laboratorní účinnost
Monokrystalický	14–17 %	25 %
Polykrystalický	13–16 %	20 %
Amorfní	5–7 %	12 %

Protože výkon článků závisí pochopitelně na okamžitém slunečním záření, udává se jejich výkon jako tzv. špičkový, tedy při dopadajícím záření s intenzitou 1000 W/m² a definovaném spektru. Člá-

nek s účinností 17 % má při ploše 1 m² špičkový (peak) výkon 170 Wp.

Energii vloženou do výroby fotovoltaických panelů získáme jejich provozem v našich podmínkách zhruba za šest let, přitom výrobci garantují životnost minimálně 20 let. U článků z monokrystalického a multikrystalického křemíku musíme počítat s poklesem výkonu cca o 1 % za rok, po 20 letech tak článek dosahuje 80 % nominálního výkonu. U článků z amorfního křemíku klesá účinnost v prvních letech výrazněji.

Začátkem roku 2007 se výrobou fotovoltaických panelů zabývalo 151 společností ve 32 zemích, jen za rok 2006 vzniklo 42 nových společností. Kapacita výroby v letech 2006 a 2007 se zvýšila

o 56 %. Přitom většinu výroby pokrývá Japonsko, Německo a Čína.

V praxi se nejčastěji setkáváme s několika typickými aplikacemi fotovoltaiky. Jejich přehled najdete v tabulce 4.

Fotovoltaická zařízení jsou vhodná pro individuální využití i pro větší (obecní či městské) projekty. Vzhledem k vysokým investičním nákladům dosahuje cena

vyrobené elektřiny asi trojnásobku běžného tarifu. Díky stanoveným výkupním cenám však může být fotovoltaika ekonomicky zajímavá. V běžném modelu provozu dodává fotovoltaická elektrárna veškerou vyrobenou elektřinu do sítě, zatímco výrobce pro svou potřebu nakupuje energii z distribuční soustavy.

Tabulka 5: Ekonomické porovnání ostrovních fotovoltaických systémů s prodejem do sítě

celoroční spotřeba domu	3000 kWh	
dopadající solární energie	1050 kWh/m ²	
plocha PV systému (cca)	23,8 m ²	
instal. výkon (cca)	3 kWp	
produkce systému	3000 kWh	
cena el. ze sítě (E.ON – CO ₂ d)	3,47 Kč/kWh	
výkupní cena při dodávce do sítě	13,46 Kč/kWh	
platba za zelený bonus při vl. spotřebě	12,65 Kč/kWh	
	ostrovní systém	dodávka do sítě
příjem za zelené bonusy	37 950 Kč/rok	
úspora za vlastní spotřebu	10 413 Kč/rok	
příjem za dodávku do sítě		40 380 Kč/rok
náklady na vlastní spotřebu		-10 413 Kč/rok
celkem	48 363	29 967 Kč/rok
	náklady	
PV panely	330 000 Kč	330 000 Kč
střídač	40 000 Kč	40 000 Kč
akumulátory	500 000 Kč	
ostatní	50 000 Kč	50 000 Kč
celkem	920 000 Kč	420 000 Kč
návratnost	19 let	14 let

Tabulka 4: Porovnání různých aplikací fotovoltaiky

	výhody	nevýhody
Fotovoltaická zařízení integrovaná do budov	+ nezabírá se volná plocha + nepřístupné zlodějům a vandalům + obvykle není nutno budovat (posilovat) přípojku k síti + může sloužit pro vlastní spotřebu v budově, napájení záložních systémů	- plocha pro instalaci je omezená - někdy nevhodná orientace budovy - může budovu hyzdít - instalace na stávající budovu znamená zásah do stavby - lze použít jen pevné panely
panely na konstrukci na ploché střeše	+ optimální sklon a orientace	- nutno kotvit proti větru
panely integrované do krytiny nebo nad krytinou	+ minimální zásah do budovy	
střešní fotovoltaická krytina pro ploché střechy	+ nahradí krytinu = úspora stavebních nákladů	- riziko poškození při instalaci antén, bleskosvodů atd. - lze použít jen u určitých budov
prosklení s fotovoltaikou		- zhoršení tepelných ztrát budovy
panely integrované do fasády	+ reprezentativní vzhled + nahradí vnější plášť	- nevhodný sklon - obvykle nevhodná orientace - panely se špatně ochlazují, s rost. teplotou klesá účinnost
fotovoltaická zařízení na zelené louce	+ neomezená plocha + lze použít trackery, koncentrátoři atd. + lze instalovat v optimální poloze a sklonu	- riziko poškození a krádeže, vyšší náklady na ostrahu - nutno udržovat plochu (sečení, pastva) - nutno vybudovat přípojku k síti
panely na pevné konstrukci	+ optimální sklon a orientace + levnější nosná konstrukce	
panely na trackeru (dvouosé nebo jednoosé natáčení)	+ vyšší zisk elektřiny oproti pevným systémům	- vyšší náklady na údržbu - riziko poruchy pohyblivých částí - potřeba větších rozestupů, větší zábor plochy
systémy s koncentrátory, zrcadly aj.	+ vyšší zisk elektřiny oproti pevným systémům	- nutno použít tracker nebo posun koncentrátoři - riziko poruchy pohyblivých částí - nutno použít speciální články odolné vyšším teplotám

V případě, že fotovoltaická elektrárna dodává elektřinu do sítě, předepisuje výkupní cenu Energetický regulační úřad (www.eru.cz). Zákon garantuje, že tato cena se nezmění po dobu 20 let od uvedení do provozu.

Spotřebuje-li výrobce elektřinu z fotovoltaické elektrárny pro vlastní účely (eventuálně ji prodá třetí osobě), může dostat tzv. zelené bonusy. Při ceně elektřiny pro domácnost okolo 4,50 Kč/kWh by byl tento způsob výnosnější – celková

suma v součtu převyšuje přímou výkupní cenu.

Tabulka 5 (na předchozí straně) přináší ekonomické porovnání provozu ostrovního fotovoltaického systému a systému připojeného k síti pro instalaci na rodinném domě.

Současná produkce elektřiny z fotovoltaiky nedosahuje hodnot, které by zatěžovaly rozvodnou soustavu požadavkem na záložní zdroje.

Energie větru

Přímé využití energie větru pro mechanickou práci (větrné mlýny, čerpadla) patří

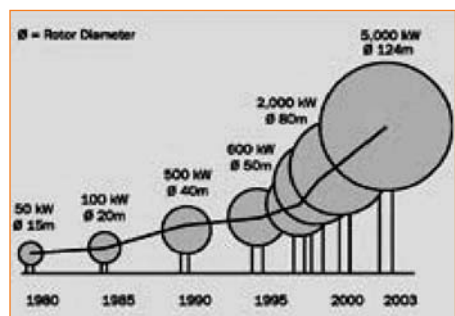
nejspíš definitivně historii. Dnes vítr produkuje výhradně elektřinu.

V současnosti se až na výjimky používají větrné elektrárny (VE) s horizontální osou otáčení a třílístým rotorem. Dlouholetý výzkum i praktické zkušenosti uká-

zaly, že tento typ nejlépe vyhovuje z hlediska náročnosti technologie, dynamického namáhání, životnosti, účinnosti, výkonu i estetiky. V posledních letech lze pozorovat trend zvyšování výkonu a nárůstu velikosti jednotlivých VE (viz obrázek 15). Stále totiž platí, že větší zařízení vychází relativně levněji než malá. Při omezeném počtu míst vhodných pro stavbu také velká VE „vytěží“ větrný potenciál lépe než malá.

Průměry instalovaných rotorů se v současné době pohybují od 60 do 127 metrů, nejčastěji v rozmezí 70 až 90 metrů. Nabízené výkony větrných turbin spadají do intervalu od 600 kW do 6 MW. Na rok 2008 byla v ČR plánována

Obrázek 15: Trend zvyšování výkonu větrných elektráren



instalace několika VE s výkonem 3 MW.

Malé větrné elektrárny (do 10 kW) vhodné pro rodinné domky se dosud příliš nerozšířily. Vzhledem k vysokým pořizovacím nákladům a současnému nastavení výkupních cen nepředstavují zajímavou investici. Používají se tedy spíše v ostrovních provozech, v místech, kde není k dispozici rozvodná síť. Narážíme rovněž na rozpor, že dům pro bydlení by měl stát na místě chráněném před větrem, zatímco větrná elektrárna naopak

potřebuje větru co nejvíce. Postavíme-li elektrárnu na místě vzdáleném od domu, musíme počítat se zvýšenými náklady na kabelové propojení.

Energie vody

Využívání vodní energie se v současnosti příliš nerozvíjí, neboť nejlepší lokality vhodné pro stavbu MVE byly již v minulosti obsazeny. Přestože teoreticky lze najít řadu nových lokalit, mají výrazně horší hydrologické podmínky, což prodlužuje návratnost investice. Pro komerční investory tak přestává být výstavba elektrárny podnikatelsky zajímavá (pro obce to platit nemusí). Potenciál zvýšení výroby elektřiny spočívá hlavně ve zlepšování účinnosti díky obnově stávající technologie, případně v lepším využití stávajícího množství vody.

Aktuálně přichází v úvahu:

- Využití retenčních nádrží, rybníků a jiných akumulčních nádrží s téměř konstantním spádem, kde je možnost získání vhodného tlaku a kde průtočné množství vody vykazuje malé změny, vyrovnávané retencí nádrže. Problémem může být kolísání hladiny a obecně konflikt mezi hospodářskými a ochrannými funkcemi (chov ryb, hnízdění vodního ptactva) a energetickým využitím.
- Využití vodárenských objektů vybudovaných pro účely zásobování pitnou nebo užitkovou vodou, kde lze získat téměř konstantní vysoké tlaky s průtoky bez větších změn. K dispozici jsou technologie, při jejichž využití nehrozí znečištění vody unikajícími mазivou. Výhodně se tak může využít energie, která se dosud často maří ve

škrticích armaturách.

- Rekonstrukce a modernizace provozovaných MVE, převážně zastaralých zařízení z dvacátých až padesátých let, jejichž účinnost je v průměru o 15 % nižší než současné moderní technologie. Problémem bývají vlastnické vztahy.

Pro využití nejmenších průtoků lze instalovat kromě svépomocně vyráběných vodních kol také mikroturbínu SETUR. Aplikace se hodí spíše pro ostrovní provoz, protože připojení k síti vyžaduje náročnější technické řešení. Instalovaný výkon často nepřekročí 1 kW.

Suchá biomasa

Z hlediska energetického využití dělíme biomasu na suchou, tj. vhodnou k přímému spalování, a mokrou, vhodnou pro bioplynové technologie.

Z důvodu optimálního využití energie v palivu i kvůli ekonomice provozu by výroba elektřiny z biomasy měla být vždy doprovázena produkcí tepla. V praxi se osvědčil teplárenský provoz, kdy teplo odebírá systém CZT pro vytápění domů a elektřinu provozovatel dodává do veřejné sítě. Návrh velikosti zařízení by tedy primárně měl vycházet z možností uplatnění vyrobeného tepla. Teplo lze využít i pro sušení vstupní biomasy, což následně zvyšuje účinnost celého zařízení.

V současné době má Česká republika značný potenciál v existujících obecních a městských vytápěcích (asi 2000 zdrojů v celé ČR), které již disponují systémem CZT a odběr tepla lze dobře predikovat.

Instalace nové technologie (resp. změna stávající) nevyžaduje zábor nové půdy, k dispozici jsou obslužné provozy, sklady atd. Při plánování musíme počítat s poklesem odběru tepla v letních měsících.

Pro výrobu elektřiny z biomasy lze použít například tyto technologie:

- Parní turbíny, případně parní pístový motor. Jedná se o ekvivalent „konvenční“ parní elektrárny, páru ovšem získáváme v kotli spalujícím dřevo nebo jinou biomasu. V praxi lze použít i kombinaci s fosilními palivy formou spoluspalování (biomasa se smíchá s uhlím) nebo paralelního spalování (použití více kotlů na různé druhy paliv). Oba uvedené postupy lze výhodně využít pro nasazení v existujících zdrojích, původně navržených na spalování fosilních paliv. Parní turbíny se hodí pro větší výkony (od 1 do 500 MWt), parní stroj (pístový motor) naopak pro malá zařízení (od 0,5 do 10 MWt).
- ORC (Organic Rankine Cycle) na rozdíl od parní technologie používá namísto vody, resp. vodní páry, jako pracovní látku v primárním okruhu směs organických sloučenin (silikonový olej). Olej se i za vysokých teplot (např. 300 °C) udrží v kapalném stavu při značně nižší tlaku než voda.
- Spalovací motory s generátorem, které používají jako palivo dřevoplyn. Dřevoplyn lze získat různými cestami. Dnes se používá nejčastěji zplyňování teplem, kdy se biomasa zahřívá bez přístupu vzduchu a rozkládá se na dehet, olejová paliva a plyny (H₂, CO) při současném vzniku kyslíku. Dřevoplyn se následně spaluje v upraveném pístovém motoru, který pohání generátor. Kvalita dřevoplynu závisí na

vstupní surovině a ovlivňuje životnost motoru. Kvůli relativně malé výhřevnosti dřevoplynu se tato technologie nehodí pro dynamický odběr, není tedy vhodná pro ostrovní provoz.

- Stirlingův motor s generátorem. V motoru tohoto typu se palivo nespaluje uvnitř válce, ale vně. V principu lze k jeho pohonu použít jakékoli palivo, tedy i levnou, málo kvalitní biomasu (ale třeba i teplo ze solárního systému). Z tohoto důvodu předpovídají mnozí specialisté Stirlingovu motoru velkou budoucnost, v praxi se však zatím setkáváme pouze s prototypy. Během několika let lze čekat i komerční výrobky, s elektrickým výkonem do 10 kW, které budou alternativou k běžným kotlům pro rodinné domy. Otázkou zůstává cena a eko-

nomická stránka provozu.

Podle údajů MPO se z biomasy vyrobilo v roce 2006 celkem 731 GWh, což znamená 0,87 % brutto výroby elektřiny v ČR. Dalších 0,21 % připadá na elektřinu vyrobenou z bioplynu (sem se započítává i skládkový plyn a plyn z komunálních i průmyslových ČOV).

Pokud bychom chtěli nahradit hnědé uhlí např. cíleně pěstovanými rychlerostoucími dřevinami, získáme z hektaru energetický ekvivalent 6,5 až 9,5 tuny uhlí. Takového množství by stačilo pro roční vytápění nezatepleného rodinného domku. Pokud bychom tuto biomasu spálili v konvenční tepelné elektrárně, získáme zhruba 10 tisíc kWh, což odpovídá spotřebě asi tří domácností.

Tabulka 6: Porovnání parametrů různých technologií výroby elektrické energie z biomasy

Typ teplárny	Podíl výroby elektřiny a tepla QEL/QTEP (-)	Účinnost elektrická (%)	Účinnost tepelná (%)	Účinnost celková (%)	El. výkon teplárny (MW)
S parním strojem	0,16-0,25	8-12	60-67	68-87	0,1-2
S parními turbinami	0,24-0,34	12-15	60-80	72-80	0,15-100
Se spalovacími motory	0,7-1,0	32-41	44-53	82-90	0,1-10
Se Stirlingovým motorem	0,25-0,35	12-22	50-70	62-92	0,001-0,05
Se spalovacími turbinami	0,5-0,8	23-38	36-50	68-85	2-100
Paroplynové	0,5-1,5	35-44	32-50	78-87	5-200 a více

Tabulka 7: Orientační klíčová čísla pro výhřevnost, výnosy, dobu sklizně a sklizňovou vlhkost energetické fytomasy (Zdroj: VÚRV)

Plodina/termín	Výhřevnost [MJ/kg]	Vlhkost [%]	Výnos [t/ha]		
			min.	prům.	opt.
Sláma obilovin (VII X)	14	15	3	4	5
Sláma řepka (VII)	13,5	17-18	4	5	6
Energetická fytomasa - orná půda (X-XI)	14,5	18	15	20	25
Rychlerostoucí dřeviny - zem. půda (XII-II)	12	25-30	8	10	12
Energetické seno - zem. půda (VI;IX)	12	15	2	5	8
Energetické seno - horské louky (VI;IX)	12	15	2	3	4
Rychlerostoucí dřeviny - antropogenní půda (XII-II)	12	25-30	8	10	12
Jednoleté rostliny - antropogenní půda (X XI)	14,5	18	15	17,5	20
Energetické rostliny - antropogenní půda (X XII)	15	18	15	20	25

Bioplynové technologie

Zemědělské a potravinářské odpady, biologickou složku komunálního odpadu, splašky a další biomasu, která se kvůli velkému obsahu vody nehodí pro přímé spalování, lze využít pomocí bioplynové technologie. Hmota se rozloží anaerobním rozkladem (metanovým kvašením) za vzniku bioplynu. Bioplyn obsahuje 55–80 % metanu, 20–45 % oxidu uhličitého, síru ve formě sirovodíku, dusík, vodu aj. Složení závisí na vstupní surovině a částečně na použité technologii. Získaný bioplyn lze spalovat v kogeneračních jednotkách, tedy v upravených pístových motorech, které pohánějí generátor. Využití bioplynu pomocí kogenerace se spalovací turbínou je v principu možné, ale vzhledem k velikosti běžných bioplynových zařízení se nepoužívá.

Bioplyn lze využít také pro přímé spalování v upravených kotlích na zemní plyn, může tedy tvořit i alternativu tomuto palivu. Lze ho použít i v dopravě pro pohon automobilů či autobusů.

Bioplynová technologie se běžně používá v komunálních čistírnách odpadních vod. Starší bioplynové stanice pracovaly zejména s kejdou a zemědělskými odpady, v současnosti vznikají i stanice zpracovávající např. kukuřiči pěstovanou cíleně pro tento účel.

Základní otázkou při výstavbě bioplynové stanice je volba vhodného umístění. Doposud se budovala bioplynová zařízení v rámci zemědělských (ev. čistírenských) provozů, z důvodu snadné dopravy vstupních surovin. V blízkosti těchto provozů se

ovšem většinou nenacházejí objekty, které by bioplynová stanice mohla zásobovat teplem. Nedostatečný odběr tepla ovšem ohrožuje ekonomiku projektu. Univerzální návod na řešení problému neexistuje, investor musí v každém případě hledat optimální variantu. Vybudování bioplynové stanice poblíž zástavby často není možné kvůli stížnostem na zápach. Výstavba potrubí, které by vedlo od místa výroby bioplynu, do obecní teplárny, zase prodražuje celou investici.

7.3.

Příklady využití v praxi

1. Biomasa na Telčsku

V Mikroregionu Telčsko bylo v roce 2004 s podporou dotací z fondů EU instalováno 48 různých kotlů a kamen na biomasu. Pro různé objekty (škola, obecní úřad, farma...) tak bylo možno použít nejvhodnější palivo – polenové dřevo, peletky ze dřeva či rostlin nebo obilí. Větší poptávka po peletách podnítila i místní zemědělské družstvo k zavedení výroby peletek z rostlinných odpadů. Zajistit takovéto vytápění biomasou bylo desetkrát levnější, než by byla výstavba



CZT.

Zpočátku obce neměly o projekt zájem, ale situaci změnilo několik seminářů, na nichž odborníci vysvětlovali výhody topení dřevem, ale i možnosti zateplení a dalších úspor. Nakonec byl zájem o instalaci kotlů větší, než bylo možno uspokojit. Osvěta byla pro úspěch velmi důležitá.

2. Bioplynová stanice Bruck an der Leitha

Hlavním zdrojem tepla pro energeticky soběstačné město Bruck an der Leitha (východně od Vídně) se stala výtopna spalující štěpku a kůru. V létě, kdy se netopí, musí být zajištěna dodávka teplé vody pro obyvatele města. V tomto období zůstává výtopna na biomasu mimo provoz a na řadu přichází bioplynová stanice. V bioplynové stanici se využívají přebytky cukrové řepy, dále organické zbytky z města, významnou součástí jsou také odpady z potravinářského průmyslu, např. z výroby krmiva pro psy. Používání odpadů z průmyslové výroby je velmi výhodné, protože dodavatelé za odběr odpadu bioplynové stanici platí, což významně zlepšuje ekonomiku provozu. Vodu, která je potřebná pro fermentaci, získávají z větší části uvnitř areálu zachytáváním během dešťů.

Spalování bioplynu pohání motory kogeneračních jednotek. Produktem je jednak elektrická energie a jednak teplo.

V zimě se velká část vyrobeného tepla používá pro zajištění fermentace, protože mikroorganismy potřebují vhodnou teplotu. Proto je zimní produkce tepla do-

dávaného do městského rozvodu o hodně nižší. V létě, kdy je vlastní spotřeba malá, stačí dodávka tepla pokrýt potřebu na ohřev vody pro celé město.

Častým problémem bioplynových stanic je zápach. V tomto případě je otázka pachu vyřešena dokonale – zpracování páchnoucího materiálu je umístěno dovnitř hlavní budovy, která je dobře utěsněna. Větrání je vyvedeno přes biologický filtr, což je kontejner o objemu několika m³ naplněný kůrou. Obsah je neustále zvlhčován. Tento systém funguje opravdu výborně. V okolí není znát žádný zápach.

3. Větrné parky v Rakousku

V roce 1997 bylo v Rakousku jen asi deset větrných elektráren, méně než v ČR. Dnes je jich více než 600. Velká část z nich byla postavena s majetkovou účastí obyvatel z blízkých obcí. Například jeden z prvních větrných parků v Schenkenfeldenu v roce 1998 postavila společnost s ručením omezeným, jednotliví vlastníci jsou místní lidé. Zájemců o investování bylo více, než firma mohla uspokojit. Poněkud odlišný model byl použit například při stavbě větrného parku Petronell-Carnutum. Majiteli parku je 40 fyzických osob, které nesou i veškeré riziko spojené s projektem. Další, relativně malou část peněz poskytli drobní investoři, kteří nakoupili dluhopisy. Tyto cenné papíry mají zaručený výnos minimálně 3,5 %, ale reálný výnos se pohybuje kolem 5–6 % p. a. Držení dluhopisů není navíc spojeno s žádnými riziky, protože jsou kryty zárukami. Dluhopisy mají omezenou platnost, která končí po třinácti letech běhu projektu, což je uvažovaná

doba návratnosti vloženého kapitálu. Z hlediska ekonomiky projektu je tento finanční zdroj velmi málo důležitý, naopak význam z hlediska spolupráce s místní komunitou je značný. Lidé, kteří jsou do projektu tímto způsobem osobně zapojeni,



jsou na „svůj“ větrný park velmi hrdí.

4. Kogenerace a solární systém v ústavu sociální péče v Libniči

V ústavu sociální péče jsou instalovány dvě menší kogenerační jednotky na zemní plyn. Vyroběné teplo i elektřina se spotřebovávají ve vlastním provozu. To snižuje náklady na nakupovanou energii. Dále je instalován solární systém pro



ohřev vody.

5. Bioplynová stanice na kukuřici v Rakousku

Poblíž Güssingu v rakouském Burgenlandu byla postavena bioplynová stanice, která zpracovává kukuřici pěstovanou místními zemědělci. V oblasti se nechová dobytek, který by kukuřici přeměnil na maso, mléko a výkaly, proto technologie bioplynové stanice musí při rozkladu kukuřice nahradit také kravský žaludek.

Vyrobený bioplyn se spaluje v kogenerační jednotce s pístovými motory, teplem je zásobována vesnice Strem a elektřina se dodává do veřejné sítě.

Stanice je schopna zpracovat kukuřici z 250 ha (tj. 11 000 tun kukuřice), ročně vyrobí 4350 MWh elektřiny a 5220 MWh tepla. Pokud teplo z bioplynu nestačí, je kogenerační stanice doplněna kotlem na spalování štěpků.

8.

Decentralizace energetiky a ekonomický rozvoj regionů

(Petr Holub)

Irský ekonom Richard Douthwaite ve své slavné knize *Short Circuit* podrobně rozebírá důvody a možnosti posilování regionálních ekonomických systémů. Energetice věnoval celou kapitolu, neboť zásobování energií má klíčový význam pro lokální ekonomiku a procesy politického rozhodování v regionech.

Richard Douthwaite jednoznačně doporučuje, aby představitelé regionů usilovali o maximální energetickou soběstačnost. Vedle nejistého zabezpečení dovozu energie do regionu v dlouhodobém časovém horizontu uvádí rovněž ekonomické důvody. V případě závislosti na doávkách energie zvenčí nemají představitelé regionu žádný vliv na vývoj cen, které odběratelé, ať už podniky nebo domácnosti, musejí platit. Jako druhý ekonomický důvod pro snahu o zajištění lokálních zdrojů energie Douthwaite uvádí možnost udržení významného množství peněz v místní ekonomice. Odebírali obec nebo region elektřinu, plyn či uhlí zvenčí, téměř veškeré platby vybrané od občanů a firem zmizí na vzdálených účtech. Drobnou výjimku tvoří pouze platy místních zaměstnanců velkých energetických firem. Naopak v případě stavby lokálního obnovitelného zdroje jediné pe-

níze, které opustí region, připadají na nákup a montáž technologie. Platby za odebranou energii zůstávají v regionu a posilují možnosti rozvoje lokální ekonomiky.

Vedle toho, že lokální obnovitelné zdroje významně posilují ekonomiku regionů, můžeme vidět i prospěch pro druhou stranu. Lokální vlastnictví obnovitelných zdrojů vytváří lepší podmínky pro jejich provoz.

Příklad 1: Regionální ekonomika a rozvoj větrné energetiky v Dánsku

Konstrukce prvních větrných elektráren v Dánsku, o výkonech typicky 11 až 55 kilowattů a výškách 12 až 20 metrů, byla založena na znalostech a dovednostech místních inženýrů a farmářů. První turbíny vlastnily většinou individuální osoby nebo rodiny.

Rozvoj větrné energetiky v Dánsku dostal dva důležité impulsy: nutnost reagovat na ropnou krizi 70. let, kdy se cena ropy a ropných produktů zvedla trojnásobně – a nutno dodat, že 96 % dánské elektřiny bylo v té době vyráběno právě z ropy; druhým důvodem byl nesouhlas veřejnosti s vládními plány tuto energetickou krizi řešit stavbou atomových elektráren.

Významným momentem rozvoje větrné energetiky v Dánsku byla tamní bohatá zkušenost se vzájemnou spoluprací mezi sousedy a v obcích. Farmáři běžně spoluvlastnili například mlékárnu nebo výrobu sýrů. Dlouhou tradici měla země také v zakládání družstev a finančních partnerství pro

nejrůznější účely. V letech 1979 a 1980, kdy bylo v Dánsku spuštěno celkem 377 turbin, se družstevní vlastnictví větrné elektrárny stalo běžným modelem.

Dánská vláda se rozhodla pro podporu nového odvětví a od roku 1981 stát nabízel 30% dotaci na pořízení technologie. Šance se chopily firmy, které do té doby vyráběly převážně zemědělské stroje: Vestas, Bonus Energy, NEG Micon nebo Nordex. Tyto společnosti následně začaly určovat světové trendy ve výrobě větrných elektráren.

Postupem času se systém podpory měnil. Od roku 1984 výrobci inkasovali povinný příplatek ke každé kilowatthodině z větrné elektrárny. Systém navíc zvýhodňoval individuální vlastníky a družstevní podniky. Podíl ve větrné elektrárně nebo farmě však mohli získat pouze obyvatelé obcí v jejich blízkosti. Zároveň byl stanoven limit podílu na 30 MWh ročně na dospělého člověka. Pro přímé vlastníky platila zvýhodněná podpora pouze pro jeden větrný generátor. Uvedená opatření bránila spekulacím a nepřiměřeným ziskům.

Dánský model využívání větrných elektráren přinesl zisk obyvatelům regionů, v nichž byly elektrárny instalovány. Patrně právě proto se v Dánsku nevyskytla prakticky žádná lokální opozice proti projektům výstavby větrných elektráren. Namísto přístupu NIMBY (Not In My Back Yard, tedy „ne na mém dvorku“) se uplatnil spíše přístup POOL (Please On Our Land, tedy „prosím, na naší půdě“). Koncem 90. let vlastnilo bylo přes 80 % instalované kapacity větrných elektráren vlastněno družstvy nebo individuálními vlastníky. Více než 100 000 dánských

rodin je na větrné energetice přímo finančně zainteresováno.

Například v květnu 2001 byla přímo u Kodaně spuštěna farma dvaceti elektráren o celkovém výkonu 40 MW. Polovina turbín pobřežní farmy Middelgrunden patří družstvům vlastníků, akcie si koupilo asi 9000 lidí. Druhou polovinu farmy vlastní kodaňský energetický podnik plně kontrolovaný městem.

Systém vlastnictví prostřednictvím družstev sehrál důležitou roli také v rozvoji technologii. Asociace vlastníků větrných elektráren pravidelně vydává zpravodaj, ve kterém uvádí důležité funkční parametry a zkušenosti s provozem turbín a farem. Případné závažné poruchy stroje určitého výrobce se tímto způsobem zveřejňují. To vede k vytváření transparentního konkurenčního prostředí na trhu. Zejména v počátcích rozvoje větrné energetiky v Dánsku se díky sdílení informací podařilo eliminovat nekvalitní produkty. Svoji úlohu v zaručení kvality a zejména bezpečnosti strojů sehrává i testovací laboratoř v Risø, která vydává povolení k uvedení nových typů na trh.

Přístup zdola nahoru aplikovaný na vývoj i využívání větrné energetiky byl jedním z důležitých faktorů, který vynesl dánský větrný průmysl na světovou špičku. V pozdější fázi vývoje, zhruba od konce 80. let, však hrálo podstatnou roli nasměrování systémové podpory ze strany státu. Dotace na instalace a zejména následná garance odkupu a výnosu z každé prodané kilowatthodiny poprvé znamenala záruku atraktivní pro investory.

Dánské větrné firmy vytvořily na 21 000 nových pracovních míst a elektrina

z větru se v roce 2005 podílela na celkové domácí spotřebě 18,8 procenty. Instalovaným výkonem přesahujícím 3100 MW překročila země více než dvakrát cíl dosáhnout do roku 2005 výkonu 1500 megawattů, který si stanovila v polovině 80. let.

Prudký růst větrné energetiky byl ale v roce 2001 v Dánsku pozastaven. Nová vláda snížila až na čtvrtinu výkupní cenu pro větrnou energii, což mělo za následek drtivý propad zájmu investorů. Místo pevných výkupních cen vláda plánuje jít cestou tendrů, tzn. vybrat pro velké větrné parky investora, kterému potom zaručí výhodné ekonomické podmínky. Poslední vývoj tedy naznačuje odklon od tradice, kterou se Dánsko proslavilo a se kterou uspělo. Odklon od decentralizace je ovšem částečně zapříčiněn nárůstem výkonu elektráren a investičních nákladů.

Příklad 2: Regionální energetická společnost Sacramento Municipal Utility District

Sacramento Municipal Utility District (SMUD) je veřejně vlastněná energetická společnost, která v současné době zásobuje elektrinou asi 1,4 milionu obyvatel v okolí kalifornského města Sacramento. Její vznik si odhlasovali voliči v roce 1923 a po průtazích kvůli sporům s dominantní korporací PG&E začala dodávat elektrinu v prosinci roku 1946. Společnost řídí výkonná rada, jejíž členy volí vždy na čtyřleté období sami zákazníci.

V 70. letech minulého století SMUD postavila a v roce 1976 spustila svoji jadernou elektrárnu o výkonu 913 MW

umístěnou v Rancho Seco. Tento zdroj se však od počátku potýkal s problémy a jeho průměrná roční využitelnost nepřesahovala 40 %. To vedle nestability dodávek také tlačilo nahoru cenu elektřiny pro koncové zákazníky. Ti si v roce 1989 odhlasovali odstavení tohoto jaderného zařízení, přestože jeho licence platila až do roku 2008.

Po odstavení elektrárny v červnu 1989 začala společnost hledat alternativy. Po přechodnou dobu nakupovala elektrinu od jiných výrobců, ale postupem času začala stavět své vlastní zdroje. K tepelným elektrárnám spalujícím uhlí, které byly po dlouhá desetiletí před postavením Rancho Seco její dominantou, se už nevrátila. Místo toho šla cestou diverzifikace zdrojů a v současné době vyrábí elektrinu ve vodních elektrárnách na American River, elektrárně na zemní plyn umístěné v areálu bývalé jaderné elektrárny, a elektrinu nakupuje také z průmyslových kogeneračních jednotek.

Strategie společnosti se rovněž přiklonila k novým obnovitelným zdrojům, úsporám energie a komplexním službám, které nabízí svým zákazníkům. V létě 2006 SMUD připojila k síti osm nových větrných elektráren a celkový výkon její větrné farmy tak dosáhl 39 MW. Vlastním dotačním mechanismem podporuje instalaci PV panelů pro domácnosti. Investice do úsporných opatření u odběratelů dosahují 8 % hrubých ročních tržeb společnosti. Firma zajišťuje dodávky úsporných spotřebičů, podporuje výměnu oken a také výsadbu stromů, které často dokážou nahradit potřebu klimatizace. K úsporám energie motivuje také nastavení tarifů. Pokud například domácnost měsíčně

spotřebuje více než 700 kWh, platí za nadbytečné kilowatthodiny až dvakrát vyšší sazbu.

Uvedená strategie firmy je ekonomicky efektivní. Společnosti se vyplatí podpořit úspory energie v domácnostech a firmách, neboť nemusí investovat do výstavby nové elektrárny. Nižší používání klimatizace navíc snižuje spotřebu ve špičkách. Sazby, za které SMUD dodává elektřinu svým zákazníkům, jsou v porovnání s okolními společnostmi, které provozují jaderné elektrárny, znatelně nižší, a to až o 40 %.

Díky radikální modernizaci společnosti se podařilo zajistit levnější a stabilnější dodávky elektřiny.

SMUD mimo jiné dokázala zapojit místní komunitu do řešení problémů. Díky této strategii se firma vyhnula právním sporům, které řada amerických energetických společností vede se svými zákazníky.

ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

V publikaci jsme nastínili vizi možné budoucí podoby energetiky a snesli argumenty, proč by v budoucnosti měl stále větší prostor v energetice patřit decentralizovaným a obnovitelným zdrojům. Prostředkem k tomu může být zejména spolupráce mezi velkými systémovými elektrárnami a malými decentralizovanými zdroji. Jako decentralizované malé elektrárny přitom mohou fungovat obytné či kancelářské budovy, nebo i domovní kotelny, hybridní automobily apod.

V současné době se však stále ještě potýkáme s neochotou výraznějším způsobem měnit současný centralizovaný model energetiky, který vyhovuje zejména velkým energetickým koncernům, které profitují z větší části již amortizovaných zdrojů na fosilní paliva. Tomu odpovídá i debata, která se o budoucnosti energetiky v současnosti vede. Koncept decentralizace příliš radikálně zasahuje do zavedené nepružné a neefektivní organizace energetických soustav. Stejně tak není příliš velká váha přiznávána energetické efektivnosti. Přitom právě energetická efektivnost je základem budoucího zásobování energií. Přeměna energetických surovin na užitečnou energii je vykoupena asi 35% ztrátou primární energie. Lze odhadnout, že o obdobnou hodnotu by bylo možné snížit energetickou náročnost konečné spotřeby energie. Pokud bychom přijali za své odhady expertů, kteří se energetickou efektivností zabývají již od první ropné krize, pak bychom snížili spotřebu energie až na pouhých 20 %

energie využívané v současnosti. To je odhad množství energie, kterou skutečně potřebujeme nejen k přežití (ta je ještě nižší), ale i k dalšímu rozvoji.

Energetické společnosti nemají zájem a nejsou dostatečně motivovány měnit dosavadní praxi. Přestože by se s rozvojem menších decentralizovaných zdrojů mohly postupně transformovat z výrobních a distribučních společností na subjekty poskytující (nejen) energetické služby a stát se jakýmsi energetickými správci, kteří řídí spolupráci velkých a malých zdrojů. V současnosti provozovatelům malých zdrojů spíše nevycházejí vstříc. Vlastník bioplynové stanice sice představuje pro energetický oligopol velmi malou konkurenci, ale současně též jeho vlastní ztracenou příležitost a ztrátu marginálního stálého příjmu. Navíc tyto malé zdroje pro tyto oligopoly představují provozní a administrativní zátěž bez rozdílu, zda je vlastní či nikoli. Výsledek je tedy nasnadě – oligopoly budou profitovat více, pokud budou současně vlastníky i decentralních zdrojů.

Co s tím? Předkládáme několik konkrétních doporučení, kterými už dnes můžeme pomoci rozvoji energetiky budoucnosti.

Doporučení pro další decentralizaci energetiky

- důsledně uplatňovat principy ekologické daňové reformy
- zohlednit podporu decentralizovaných zdrojů energie během přípravy ekologické daňové reformy
- v procesu novelizace zákona č.458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů - upravit energetický zákon v oblasti řízení sítí tak, aby umožnil jednoduchou integraci decentralizovaných zdrojů do systému
- legislativně stanovit, případně doporučit povinnou míru energetické soběstačnosti krajů zajištěnou z obnovitelných zdrojů energie
- zapracovat do krizových plánů měst a regionů zajištění energetického zásobování v případě havárií prostřednictvím místního ostrovního provozu
- novelizovat územní energetické koncepce ve vztahu k zajištění jisté míry energetické soběstačnosti a bezpečnosti
- při přípravě územních plánů počítat s pozemky pro rozvoj lokální energetiky
- podporovat výzkum v oblasti vývoje a využívání decentralizovaných zdrojů a jejich integrace do sítí
- zahrnout kritéria energetické soběstačnosti, efektivnosti a bezpečnosti zásadně do všech veřejných zakázek (vždy vyžadovat parametry přísnější, než požadují normy) a podporovat dobrovolné dohody s průmyslem na stejném principu

Energie nadosah

„Bezpečnostní, sociální a ekonomické výzvy decentralizované energetiky“

Praha/ listopad 2008

Publikace byla zpracována na základě podkladových studií:

- Ivan Beneš, Dušan Princ: Decentralizovaná výroba elektrické energie a sítě, CITYPLAN, s.r.o., 2008
- Miroslav Šafařík: Virtuální elektrárny, PORSENNÁ, o.p.s., 2008
- Karel Srdečný: Technologie vhodné pro decentralizovanou energetiku, EkoWATT, 2008

Editace: Karel Polanecký
Redakce: Zuzana Drhová

Vydaly Zelený kruh a Hnutí DUHA v edici APEL

Vydání publikace podpořila Nadace Open Society Fund Praha a Heinrich-Boell-Stiftung.

Kontakt: www.zelenykruh.cz/APEL

Zelený kruh
Lublaňská 18
120 00 Praha 2
www.zelenykruh.cz

Hnutí DUHA
Bratislavská 31
602 00 Brno
www.hnutiduha.cz

ISBN: 978-80-903968-3-8