

Energetický podnik a budova 21 století

Úspory, optimalizace a bezpečná implementace obnovitelných zdrojů energie

Úvodem

Energetická soustava je propojený systém. Na jeho začátku jsou mezinárodně propojené soustavy s velkými systémovými elektrárnami (Temelín, uhelné elektrárny), na jeho konci pak objekt (dům, sídliště, obchodní areál), který energii spotřebovává, částečně vyrábí a je schopen akumulovat tepelnou a někdy i elektrickou nebo jinou energii (elektromobilitu apod.). V některých případech jsou úspory nebo zapojení obnovitelných zdrojů energie u koncového spotřebitele realizovány tak, že celkové soustavě škodí, zvyšují její energetickou náročnost a generují větší emise škodlivin a CO₂. Příkladem jsou polední konkurence jaderné a solární energie u nás nebo dotovaná biomasa v konkurenci s větrnou a solární energií v Německu.

Výše uvedeným postupem se celkové úspory SČITAJÍ. Součástí projektu je odhad celkových úspor v systému a návrh principů tarifikace takové, kdy by pro koncového spotřebitele nevyšly výhodné pouze úspory vlastní, ale i takové chování, kdy by přispíval k úspornému chování a snížení emisí celkového systému. Zatím tomu tak v ČR není, avšak Evropská unie plánuje zavedení dynamických distribučních tarifů, které by takové chování spotřebitele zvýhodnily.

Jde o řešení kombinace dvojích úspor, jedny ve vlastním objektu a druhé jako příspěvek k úsporám celkového systému. Navrhované řešení je tzv. „Smart Grid Ready“, tedy je úsporné již doma a připravené na spolupráci s celkovým systémem.

Model spotřeby, tzv. prosumera, obsahuje vlastní výrobu, vlastní spotřebu a možnosti akumulace (elektrické, tepelné i například elektromobility). Tento model umí optimalizovat, tedy „spořit“ energii (kilowatthodiny) anebo optimalizovat náklady na její pořízení. V případě cenových deformací (dotace) nebo cenových výkyvů nemusí být cenové optimum totožné s minimem energetickým (například „předtopení“ nebo „předchlazení“ domu polední fotovoltaickou energií).

Navrhované řešení kombinuje stav celé energetické soustavy, zejména aby nemuselo být v provozu velké množství uhelných bloků z důvodu regulace nebo „záskoku“ za nestabilní obnovitelné zdroje v decentralní výrobě. Řešení využívá predikci počasí (ta je spolehlivá do 24 až 48 hodin), model spolehlivého chodu systémových elektráren a model optimalizace na straně distribuované energie (prosumera) s úsporami a částečnou možností řízení (spotřeba energie v době, díky níž je jí dostatek – například na teplou užitkovou vodu, anebo její akumulace) tak, aby energetické úspory a navyšování obnovitelných zdrojů energie na straně jedné nezvyšovalo nárok na množství uhelných elektráren, které jsou na straně soustavy v provozu a v případě nevyužití musí energii exportovat.

Energetické úspory podle návrhu ASEK 2012

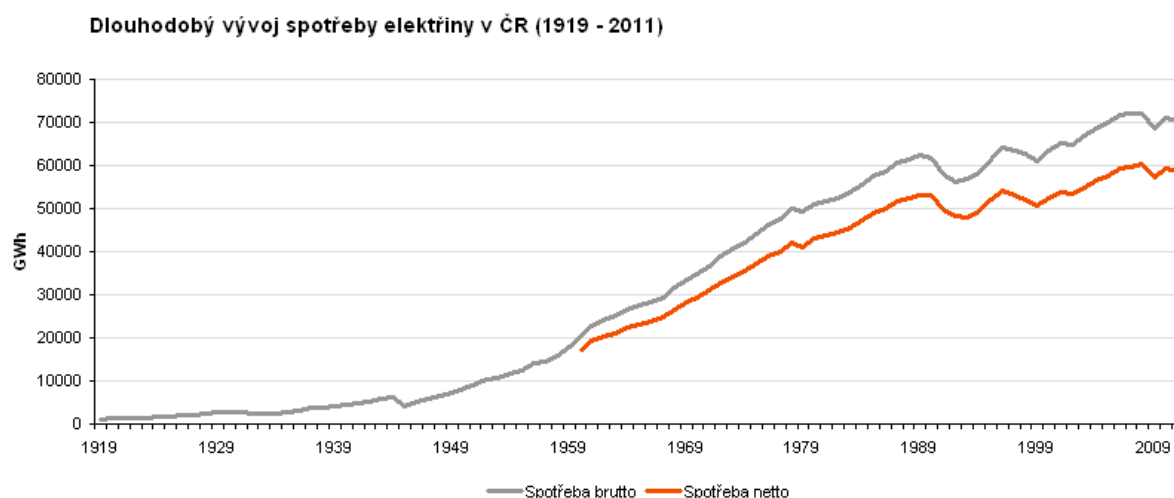
(převzato z původního materiálu pro MPO)

Úspory jsou velmi diskutovaným prvkem současného energetického hospodářství. Pro další úvahy o energetické politice je nutno rozdělit úspory do dvou kategorií:

Úspory společenské, tedy úspory, které jsou dány možnostmi změny energeticky náročného života společnosti.

Úspory technické, které při stávajícím způsobu života společnosti optimalizují užití energie a spotřebu surovin.

Úspory společenské



Jak je patrné z obr. 1. (z úvodní kapitoly), měla První republika spotřebu elektřiny kolem 1 TWh v letech dvacátých a kolem 2 TWh v letech třicátých. Byla to nejprůmyslovější část dřívějšího Rakouska – Uherska (66 procent průmyslové výroby, 24% obyvatel) a jeden z průmyslově nejvyspělejších států v tehdejší době se zastoupením lehkého i těžkého průmyslu. Spotřeba dnešní Československa (ČR + SR) je kolem 100 TWh, vnitřní spotřeba energetického sektoru, tedy energie potřebná na výrobu energie je kolem 10% tohoto objemu. Energetika sama o sobě konzumuje dnes desetkrát více energie, než konzumoval celý stát před 100 lety. To je realita.

Bylo by poněkud pokrytecké prohlašovat, že „úspory“ na sídlištích dosáhneme tím, že zateplíme paneláky a vedle nich postavíme řetězce hypermarketů, z nichž každý má spotřebu energie takovou, jako sídliště samo. Stavíme dnes programově obchody, které jsou bez oken a nejsou schopny se vůbec otevřít bez umělého světla a klimatizace. V rámci tohoto „komfortu“ na jedné velké ploše topíme a chladíme proti sobě, často pod nepříliš izolovanou střechou. Nicméně berme hypermarkety jako příklad, v domácnostech, v kancelářích, službách i průmyslu je mnoho spotřebičů, které před dvaceti až třiceti lety neexistovaly.

Použijeme-li HDP jako měřítko komfortu, věříme *de facto*, že kdekoli se otočí peníze, tam roste blahobyt. Uplatníme-li toto kritérium nejen na průmyslovou výrobu, ale také na zmíněné hypermarkety, logistické centra, různé jiné developerské projekty, neustále vyrůstající kancelářské budovy, vzniká z toho současná známá a ekonomy popisovaná závislost tvorby HDP a energetické spotřeby.

Komise při svých úvahách vycházela ze současného stavu společnosti takové, jaká je dnes. Je možné pouze upozornit, že při tomto způsobu života společnosti, doplněném o extrémní potřebu energie v dopravě při dovozu zboží a potravin z dalekých zemí, je udržitelný rozvoj velmi obtížnou úlohou.

Naopak současný stav OZE by spolehlivě pokryl i spotřebu Československa v letech poválečných, samozřejmě za předpokladu řiditelnosti soustav.

Úvahy různých především nevládních skupin byly Komisi známy. Komise s nimi souhlasí do té míry, že pokud by se způsob života společnosti skutečně změnil, ať už řízeně nebo v důsledku krize, bude energie potřeba méně. Na druhou stranu při současném stavu Komise hluboce nesouhlasí s tím, že je možno energii pro současné hypermarkety, logistická centra, extrémní nároky dopravy apod. získávat z obnovitelných zdrojů: kapacita České republiky na to nestačí a marné pokusy o masovou výrobu energie obnovitelným způsobem by vedly pouze k další devastaci krajiny a ekologie, nehledě na ekonomické aspekty, které jsou pro malou českou ekonomiku nereálné.

Změna života společnosti je problémem generačním. Pokud bychom předpokládali, že naše spotřeba energie bude za dvacet let poloviční, je to samozřejmě možné při jistých změnách a systémových opatřeních. Žili bychom zřejmě také ve společnosti nikoli nekomfortní. Taková opatření není možno ale plánovat pro Českou republiku izolovaně, zejména když jde o malý stát integrovaný do struktur EU, a to i ve strukturách zásobovacích. Dosáhli bychom tímto opatřením pouze ekonomického podlomení státu. Na druhou stranu Komise ani neplánovala výrazně zvýšenou spotřebu energie v následujících obdobích: více hypermarketů už stěží postavíme, růst HDP je možno obtížně predikovat a případné další zdroje, pokud by byly třeba, si vynutí trh sám, mohou nebo měly by být i obnovitelné. Na takovou situaci doporučujeme především otevřenost energetických soustav.

Úspory technické

Ve všech energetických disciplínách se celkový proces výroby a spotřeby energie skládá z těchto prvků:

- Získání energie nebo primární suroviny (přeměna, těžba)
- Doprava energie nebo primární suroviny
- Vytvoření vlastní užitné hodnoty na místě určení (teplo, světlo, uvařený oběd apod.)

Každý z těchto procesů má svá specifika a lze jej optimalizovat

Výroba

V tomto ohledu Komise upozorňuje především na nízkou účinnost zpracování domácího uhlí. Přidáme-li k tomu existující zhruba dvoutřetinovou závislost na této surovině a velkou ekologickou zátěž spojenou s její těžbou i zpracováním, dostáváme se ke klíčovému momentu, který je potřeba začít měnit. Rovněž u exportu, který je v případě užití moderní technologie chloubou každého národního hospodářství, se dostáváme k otázce, zda za těchto podmínek vyvážíme kvalitní „zboží“. Je to zásadní problém současné české energetiky.

Transport energie

V tomto ohledu jsou všechny velké, klasické oblasti energetiky, tedy elektroenergetika, plynárenství a teplárenství, dlouhodobě optimalizovány na minimum ztrát. Na těchto úlohách pracovaly desítky let tisíce inženýrů a byly i technologicky realizovány. Problémem jsou samozřejmě technologie neudržované, zejména v teplárenství, ale to je problémem konkrétního podnikatele a systému, který mu i za těchto podmínek dovolí svojí dotační politikou prosperovat.

NEK I ukázala, že velkým problémem jsou naopak velké ztráty při nesprávné implementaci některých technologií. Například při některých úlohách výroby biopaliv vycházela až devadesátiprocentní spotřeba paliva klasického na vypěstování a svoz suroviny pro výrobu paliva biologického. Přidáme-li k tomu ještě devastaci krajiny monokulturami a skutečnost, že bez masivních dotací by tak žádná ekonomika nečinila, dostáváme u těchto „ekvivalentů“ daleko horší skóre u účinnosti, ekonomiky i ekologie, než je tomu u kondenzační výroby elektřiny v některých uhelných zařízeních, jejichž provoz doporučuje Komise ukončit. Zde lze těžko v inženýrském oboru argumentovat ideologií nebo závazky EU, pokud nejde o provozy omezené a experimentální, sloužící pouze k osvojení a poznání technologie.

Spotřeba

V tomto ohledu existují stále velké rezervy. K dispozici je celá řada studií zabývajících se zateplováním obytných domů a potenciálem úspor v nich, elektronikou v domácnostech apod. Rezervy jsou ve službách, v tepelné izolaci nových komerčních budov. Dotační politika státu by měla primárně směřovat do podpory konečných spotřebitelů (např. na nákup moderních kotlů) a ne do produkce samotné energie (elektřiny, tepla). Pokud jde o průmysl, je nutno v některých případech si uvědomit, že podnikatel ne vždy přiveze novou, úspornější technologii. V některých případech továrnu rozebere a převeze do jiného státu.

U domácností fungují cenové signály ve spolupráci s podporou úsporných opatření. Minulému programu „zelená úsporám“ je nutno vytknout skutečnost, že program vnutil zájemcům povinnost si opatření objednávat u firem a nikoli je realizovat svépomocí nebo v rámci občasných výpomocí. Tím se realizace prodražují o odvody z mezd, DPH a zisky podnikatelských subjektů a mnohé domácnosti si je za těchto okolností nemohou ani dovolit. Je-li cílem opatření úspora, nelze ji omezovat pouze jedním druhem pořízení, zejména u sociálně slabších subjektů.

U větších objektů neexistuje legislativa, která by stavebníka donutila realizovat vlastní energetické hospodářství, tj. úspory, případně povinnou instalaci OZE a akumulaci energie. Stavebníci používají co nejlevnější materiály a řešení ve snaze minimalizovat náklady, zvýšené provozní náklady pak obvykle vlastník přeučtovává nájemcům, aniž by byla progresivně oceněna energetická efektivnost pronajímané budovy. Jisté možnosti může přinést nová evropská směrnice. V reakci na tuto směrnici je možno doporučit konkrétní opatření především legislativního charakteru.

Pokles nebo nárůst

V naší současné společnosti jsou vzhledem k úsporám dvě latence. První z nich je potenciál úspor vzhledem k současnému stavu. Ten existuje a je třeba jej využívat: efektivněji vyrábět, neplýtvat při spotřebě a také nedotovat ztrátový transport energie a surovin. Druhou latencí je růst potřeb společnosti. Styl života současné společnosti by mohl být předmětem filosofického článku, nikoli úvah inženýra, kde vzít energii, která je požadována. Pokud by došlo přece jen k energetické reformě, jak žádají někteří ekologičtí aktivisté, nestane se tak v malém státě izolovaně, ale v celé Evropě nebo i širší části světa. Když toto nastane, budou opět inženýři – energetici postaveni před novou úlohou a budou se ji snažit splnit. Pouhé přání některých z nás ale takovou reformu nevyvolá.

Proto také Komise navrhuje dostavět pouze polovinu spotřeby elektřiny „konzervativním“ způsobem a zbytek nechat otevřený. Pokud bude více využíván potenciál úspor a obnovitelných zdrojů, spotřebuje se o to méně fosilních zdrojů, což je vzhledem ke světovému vývoji i žádoucí.

Vývoj energetické spotřeby

Změny posledních let

V průběhu posledních let došlo k následujícím zásadním proměnám:

- Nárůst obnovitelných zdrojů
- Nárůst deformací trhu, větší vliv mají dotace než cenové signály
- Přesun části výroby do výroby decentralizované (DECE)
- Schválení aktualizované Státní energetické koncepce a jejích akčních plánů pro zdroje obnovitelné a jaderné a inteligentní sítě
- Návrh tarifní reformy pro inteligentní sítě.

Trendy a požadavky Evropy (co nás čeká)

Ke trendům technicky očekávaným, které by mohly napomoci rozumnému rozvoji patří mj:

- Rozvoj decentralní energetiky
- Rozvoj Smart řízení a tlak na Smart tarifní politiku
- Mezinárodní koordinace krátkodobých deficitů a přebytků OZE (mraky plynoucí nad Evropou apod.)
- Tlak na zrovnoprávnění regulačních služeb u výrobce i spotřebitele
- Zatím nejasnou roli trhu a jeho deformací, možnost zavedení kapacitních plateb
- Narůstající riziko kritické infrastruktury a zvýšení role bezpečnosti v oboru
- Využívání strategického oboru pro povinné dodávky obnovitelných a měřících zařízení
- Nejasný koncept nejen mezi státy, ale i v řízení centrálních a decentralních soustav mezi sebou.

Bezpečnost

Data privacy a kybernetická bezpečnost

Zákon o ochraně osobních údajů č. 101 / 2000 Sb. a jeho výklad příslušnými autoritami stanoví, že data o spotřebě energie jsou data důvěrná. Obsahují například údaje, ze kterých je možno rekonstruovat část něčeho chování, odjezd na dovolenou apod. Při otevírání trhu platila zásada, že jsou důvěrná cenová ujednání obchodních smluv, avšak technické čísla obchodních smluv musí být k dispozici provozovateli distribuční i přenosové soustavy, aby mohl požadované přenosy ve svých sítích realizovat. Krom toho je zde i řada zúčtovacích autorit, kro Operátora trhu s elektřinou bude nutno řešit problém lokálních distribučních soustav například na úrovni bytového domu. Právní rámec existuje, neexistuje zatím k tomu praxe, podle které by se vkládal a dotvářel.

Pokud půjdeme s tady do veřejných sítí a zpřístupníme on-line měření v hodinovém režimu, existují dva typy ohrožení:

- a) Pasivní, odcizení dat. Určitě je další nakládání s takovými daty nezákonné a může vést například k vytipování domácností na vykradení v době dovolené.
- b) Aktivní, tedy možné ovlivnění spotřeby nebo i domácí výroby. Taková stavy jsou nebezpečné i pro stabilitu soustavy a v krajním případě při znalosti sítí a funkce jejich ochran mohou způsobit dílčí blackout.

Obnovitelné zdroje

Podíl obnovitelných zdrojů energie na energetické bezpečnosti státu

Z původního záměru grantu, tedy oby obnovitelné zdroje energie nenarušovaly chod stávajících soustav, se postupně v měnícím se bezpečnostním klimatu vyvinula úloha, jak mohou právě obnovitelné zdroje energie přispět k energetické bezpečnosti v době, kdy je jiné energie nedostatek nebo dokonce kdy je centrální síť ve výpadku (blackoutu).

Energetická soběstačnost měst, řízení ve stavu nouze

Obnovitelné zdroje a možnost samovýroby části energie by měly logicky vést ke zvýšení energetické odolnosti města a takových lokalit, která nemají vlastní elektrárnu ani záložní zdroj. V současnosti je opak pravdou. Tento jev je podrobně rozebrán v příslušné kapitole a v rámci bezpečné implementace obnovitelných zdrojů energie byla příspěvku OZE energetické odolnosti obce nebo státu věnována mimořádná pozornost.

Pohled na energetiku

Motto

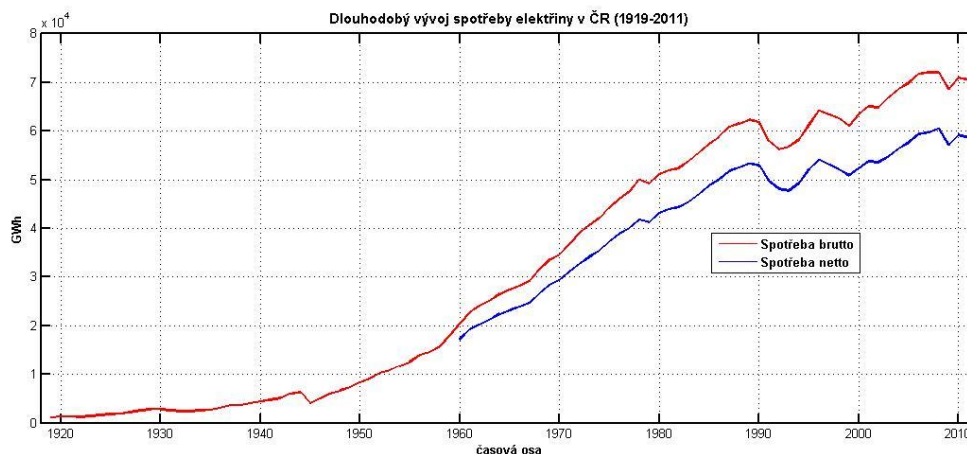
Vývoj každé civilizace tvoří potřeby. Ty se v čase mění. Uspokojení těchto potřeb vytváří hodnoty. Na základě hodnot, daných potřebami, vznikají teprve jejich ekvivalenty ve formě hodnot směnných. Naopak to funguje jen velmi omezeně.

Při reálných „smart“ projektech jsem se setkal se skutečností, že si každý představuje měření, řízení, odpověď na cenu trhu, energetickou samostatnost apod. Celkový koncept je předmětem současného vývoje. Mnoho prvků není známých, zejména na straně vlastního řízení decentralní soustavy a úloh, které by u toho měla splňovat. Na druhou stranu existuje specializovaný Národní akční plán, podle kterého se má řada opatření realizovat. Jsou tedy doopravdy známy smart projekty a jejich zadání?

Historicky i současně

Historicky

Vývoj spotřeby v ČR (ČSR) se za posledních 100 let zestonásobil. Na grafu jsou dobře patrné tři etapy vývoje, a to pouhým okem.



- Předválečný (meziválečný) pomalý nárůst. V roce 1920 to byla asi 1 TWh, v roce 1930 2 TWh. Československo bylo jedním z průmyslově nejvyspělejších států světa se zastoupením těžkého i lehkého průmyslu.
- Poválečná elektrifikace a těžký průmysl. Jde o období studené války a nepřírozeného růstu, vyvolaného především výrobou oceli, cementu atd. To bylo na obou stranách tehdy rozděleného světa. Počátkem 90. let zbylo mnoho zbraní, které se dodnes prodávají a (bohužel) užívají, a také nadbytečný výkon v elektrárnách.
- Změny po roce 1989. V ČSR / ČR. Na vývoji je dobře vidět oscilace zatížení. **Nestabilita ceny a cenové deformace, tedy nestabilita celkového konceptu, bude diskutována dále.**
 - 1990 úbytek těžkého průmyslu
 - 1993 dotované elektroteplo, tedy úplně jiný segment, rychle nahrazuje průmysl v celém objemu
 - 1996 dochází ke zdražení maloodběru („narovnání cen“ po předchozí cenové stimulaci), zhruba polovina toho, co bylo nainstalováno, byla během roku až dvou odmontována a převedena tehdy na vytápění zemním plynem.

Současně

Podrobný popis fenoménu deformovaného trhu není předmětem tohoto článku. Při masivních dotacích je na trh dodáváno zboží, jehož umělá hodnota vzniká již ve štědře dotované výrobě (až desetinásobná cena) a nemusí být podrobena konkurenci. Případně je zvýhodněno i jinak, například přednostním právem na přístup k sítím. Nadvýroba fotovoltaiky v poledne zastaví systémové elektrárny, ale ve skutečnosti toho příliš neušetří, protože tyto elektrárny musejí být v pohotovosti na odpoledne a také kdyby přišel mrak. Jde-li o elektrárny již odepsané, můžeme to vnímat i úsporu jistou příležitostí k jejich dalšímu uplatnění. Jednou ale doslouží soustava bude potřebovat nové investice.

Průměrná cena elektřiny na trhu je kolem 30 EUR / MWh. Cena „spravedlivá“ bez úroku, tedy marxistická prostá reprodukce s možností výstavby nových zdrojů, se pohybuje kolem dvojnásobku, tedy 60 EUR / MWh, cena zahrnující úroky, cenu kapitálu jako komodity, je dokonce kolem 80 EUR / MWh v závislosti na druhu primární suroviny, technologii a úrokové míře, případně dalších faktorech (u uhlí těžební poplatky a emisní povolenky).

Cenové zkušenosti nedávného léta ukazují jiné chování deformovaného trhu v případě nedostatku:

- a) Polsko – z důvodu síťových problémů a sucha, tedy nemožnosti chladit elektrárny, ceny vyšplhala přes 300 EUR / MWh
- b) Česká republika – v situaci, kdy byl jeden blok Temelína v pravidelné údržbě a druhý v poruše, vyšplhala cena na 60 až 80 EUR, tedy na cenu, za níž by se dal bezproblémově stavět nový zdroj.

V takové situaci není možno mluvit ani o tom, že trh odráží skutečný stav odvětví, ani o jeho stabilitě. Zatím máme stabilitu deformované ceny utloukané masivními dotacemi silné ekonomika především Německa a razantní cenovou nestabilitu v období, kdy je v takové situaci něčeho málo. Ve smyslu ekonomických teorií to není ani trh, postrádá řadu atributů.

Shrnutí situace

1. Ceny nejsou tržní, ale deformované. Reflektují především dotační politiky, nikoli dlouhodobé ceny komodit, technologií a potřeby společnosti.
2. Přebytek výkonu, tedy nadbytek výroby nad spotřebou, je zděděný z minulého období studené války. Vzhledem k nedostatku investic a administrativním obstrukcím při výstavbě to není současný civilizační trend a nelze s tímto stavem dlouhodobě počítat, bez investic pomalu odezní.
3. V případě dílčího kolabování zajištěného systému dodávek mohou ceny oscilovat násobně až o řád.
4. Při dlouhodobějších změnách ceny nebo odnětí dotací zažíváme velkou cenovou elasticitu, tedy úsporná opatření nebo změnu primární suroviny. Totéž v ČR, kde se v ekonomicky slabších oblastech topí kde čím.
5. Naopak plýtvání při cenách nízkých, „výprodej“ přebytečného výkonu s nízkou cenou komodity způsobil například možnost chlazení a topení v hypermarketech proti sobě, při komoditě dražší o řád by byl takový „komfort“ obtížně představitelný. V této situaci se ale v současnosti nalézáme.
6. Výše uvedené měříme jako HDP, tedy rozvoj komfortu společnosti, i když skutečný přínos a jeho stabilita může být diskutabilní. Na takový „komfort“ ale potřebujeme větší spotřebu energie, proto jsou obě závislosti u současné civilizace korelované. Ze statistik posledních let ale spíše vyplývá, že tempo růstu spotřeby energie se oddělilo od tempa růstu HDP a je značně nižší. V případě skutečné investice do řešení a úspor by mohla být korelace i opačná.
7. Z hlediska filosofického se naskýtá otázka, zda výše uvedené, tedy změna trendu, nepředstavuje do budoucna zásadní požadavek udržitelného rozvoje společnosti.

Trh s energií, deformace a původní vize

V posledních letech zazněly stále se zesilující obavy, že je slibovaný evropský energetický trh utopii a Unie namísto systémových opatření stále častěji sahá k jeho plánovitým a pro členské státy povinným deformacím. Evropský trh neexistuje a EU se namísto jeho rozvoje dala především cestou klimatických opatření. Nesmyslnost některých z nich, například likvidace vlastní evropské ekonomiky zdražováním vstupů pro evropské výrobce a vývoz průmyslu do zemí, které se chovají bez jakýchkoli ekologických skrupulí, dovoz „bio“ paliv vyprodukovaných na půdě zemí třetího světa získané pálením deštných pralesů, a další nesystémová opatření nebyla předmětem konference, nicméně bylo konstatováno, že ani tato opatření nemají konzistentní systém a ucelenou dlouhodobou vizi.

Zásadním problémem strategického oboru jsou investice. Dlouhodobá stabilita prostředí, ve kterém jsou investiční cykly na více desítek let, je naprostou nutností obnovy rozvoje a dalšího fungování oboru i další současné civilizace, které je na energii závislá. V prostředí, kde se v období několika let pravidelně mění pravidla za pochodu, není dlouhodobé investování možné. Navíc jde o opatření vyvolaná politickými rozhodnutími, která nemají realistický základ ani v technologii, ani v ekonomice, ale tu naopak ovlivňují naprosto zásadním způsobem a zdravý rozvoj technologie v konkurenčním prostředí naopak brzdí. Cena komodity již nereflexuje trh, výsledná cena energie pro konečné spotřebitele je již výrazně ovlivněna nesystematickými opatřeními jakými jsou například zdražování na podporu obnovitelných zdrojů nebo emisní povolenky. Hlavním problémem není samotný ekonomický posun takového systému, například penalizace emisí CO₂, ale dlouhodobá nekonzistentnost a negarantovaná dlouhodobá stabilita takovýchto opatření. Tedy nikoli posun priorit sám o sobě, ale chaos a neznámost dalšího vývoje a neustále měnící se pravidla.

Banky podporují především krátkodobé investice, dlouhodobí investoři jsou znevýhodněni jak delším časem, tak i nejistotou investice ovlivněnou nejistotou budoucích politických rozhodnutí a tím i návratností. Banky sehrály svoji roli i při progresi české fotovoltaické krize, bez nich by nebyl dostatek kapitálu na masový rozvoj problému. Vzhledem k současnému vývoji a zahraničním zkušenostem, například z Bulharska, se rýsuje jistý možný posun přehodnocení takových investic a úvěrů, a kritickou úvahu, do jaké míry jsou výtěžky z umělých nedobrovolných dotací dlouhodobě jistěv situaci, kdy mohou vyvolávat ekonomickou, sociální a politickou destabilizaci. To by mohlo mít pozitivní vliv zejména na renesanci kapitálové politiky v oblasti klasických zdrojů a soustav.

Celková možnost budoucího vývoje EU je trojí:

1. Eliminace nesystémových opatření, návrat k původnímu modelu a podpora tržních signálů, které by vyvolaly investice do zdrojů i do soustav a modernizaci celého oboru. K tomu dlužno poznamenat, že jde o strategický obor s mnoha impakty do ekonomiky s vysokým multiplikativním efektem do dalších odvětví a v neposlední řadě do energetické bezpečnosti EU.
2. Zvýšení dalších umělých zásahů a regulace, přenos kompetencí na úrovni EU. V takovém případě budou vítězové a poražení, příkladem může být dnešní Bulharsko.
3. Zvýšení centrálního plánování a kompetence národních vlád. Takový scénář může být v případě ČR stabilní, ale fakticky znamená již negaci principů společného trhu, na kterém je EU postavena.

V současné situaci zřejmě rozumné řešení na úrovni EU není možno očekávat. Odborné studie a nápady sice existují, ale EU neví, kam má jít, a neexistují osobnosti, které by situaci na úrovni Unie reálně uchopily.

Nejen Česká republika, ale i Evropská unie stojí v energetice na rozcestí. Jeho atributy jsou obecný chaos v oboru, bezradnost, nesmyslné směrnice, nedostatek účelného technického i selského rozumu a konkurenceschopnosti, které by se na úrovni Unie prosadily. Situace jeví známky, že nemožnost celkového koncepčního řešení na evropské úrovni stále narůstá. Srovnáme-li obecnou náladu v době implementace tržních principů a v době dnešní, při dřívější transformaci většina odborníků věřila, že absolvují sice proces obtížný a v některých aspektech i s modifikovanou logikou uvažování, ale přeci jen vytvářejí něco, co bude fungovat, přinese nám moderní pojetí a v neposlední řadě evropskou integraci, stabilitu a rovnou příležitost podle evropských pravidel. Při implementaci současných balíčků EU nikdo z odborníků již ničemu takovému nevěří, zpochybnitelná je jak stabilizační role výroby 20% obnovitelné energie, protože jsou pro ni použity nestabilní zdroje (fotovoltaika v noci nikdy svítit nebude) a také řada implementací „ekologické“ energetiky má negativní dopad na ekologii samu. K reálnému rozvoji oboru novým, slibovaným směrem u toho nedochází.

Moderní energetický spotřebitel (prosumer), jeho současné technické možnosti

Energetika současného a minulého století

Role distributora

Rozdíl je především na straně distributora. Zatímco centralizovaná energetika druhé poloviny minulého století vyráběla energii v mohutných centrálních výrobnách (včetně kogenerace a tepla) a úkolem distribuce bylo dodat energii z centrální soustavy k rozvaděči (případně výměníku), má současná distribuce jiné úlohy. Centrální soustavy sice zůstávají, bez nich bychom se ocitli v hlubokém deficitu oproti současným potřebám, ale distributor postupně přechází z jedné role do druhé:

- a) Technická administrace centrálních dodávek s občasou nebo částečnou možností samovýroby v distribuci (důraz na centrální složku s benevolencí vůči složce decentrální).
- b) Administrace decentrálních dodávek spolu s injektáží chybějící energie z nadřazené (centrální) soustavy. Centrální soustava je jedním ze zdrojů, byť privilegovaným. V případě, kdy máme dle ASEK 30 a více procent dodávek decentrálních, jde o významný podíl a oligopolní uspořádání.
- c) Současně s touto transformací roste role bezpečnostní. Systém s funkční třetinovou decentrální výrobou může spolehlivě fungovat i při výpadku nebo omezení centrálních dodávek v úsporném a přidělovém režimu. Toto je také vývoj preferovaný bezpečnostními a silovými složkami.

Bilance – demonopolizace pro distributory

Provozovatel distribuční soustavy i provozovatel přenosové soustavy jsou zodpovědní za svá vedení, avšak za bilanci doposud zodpovídal pouze provozovatel přenosové soustavy. V současnosti je tento monopol, zděděný z centrálně řízené soustavy (ČEZ) ze které byl unbundlován a zůstal de facto jako jediný monopol v odvětví, odbouráván jak ze strany propojených evropských soustav, tak i ze strany energetiky decentrální. Do budoucna musí takový národní či regionální subjekt existovat nadále, avšak nikoli s monopolními pravomocemi takovými, aby například ve svých technických podmínkách určil, že

se na regulaci stability naší soustavy některé subjekty podílet mohou a jiné nikoli. Takový je i běžný evropský trend, zejména pokud hovoříme o uplatnění decentrální regulace na stabilitě (bilancování) celého systému, což může být do budoucna nejen žádoucí, ale i nutné.

Prosumer a intelligence distribuční soustavy

Dříve neznámé slovo vzniklo kombinací anglických výrazů PRODucer (výrobce) a conSUMER (spotřebitel). Český ekvivalent prozatím nemáme, nejbližší je asi „inteligentní podnik“ (včetně marketu a sídliště). Příkladem může být aquapark, který je schopen ohřívat vodu elektřinou i plynovou kogenerací a teplou vodu i elektřinu akumulovat, případně i část vyrábět z OZE. Podobně řízení monobloku v areálu monobloku ČVUT optimalizuje čtvrt hodinová maxima dodávek elektřiny, dodávek tepla, bere v úvahu předpověď počasí, setrvačnost krytalového vytápění a režim poslucháren v otázkách teploty i přísunu čerstvého vzduchu. Takovéto systémy.

- a) Nenechají si diktovat zapínání nebo vypínání vnitřních zařízení (podobně jako HDO), protože mají velmi sofistikovanou vnitřní funkčnost a integritu.
- b) Ze strany distributorů či dodavatelů je s nimi „inteligentně“ komunikováno prostřednictvím monitoringu čtvrt hodinového maxima, které svými regulačními schopnostmi poměrně kvalifikovaně trefují.

Pokud sledujeme čtyři etapy průmyslové revoluce: 1. Pára 2. Elektřina 3. Automatizace 4. Virtualizace, je tento přístup i inteligentnímu odběrateli takový, který neprošel ani třetí průmyslovou revolucí, přestože dne hovoříme o nástupu čtvrté. Intelligence takové komunikace s inteligentním podnikem je nulová nikoli ze strany podniku, který ji má uvnitř, ale ze strany distributora.

Systémově je to tak, že distribuční společnost na rozdíl od druhé poloviny devadesátých let zapomněla či spíše „byla zapomenuta“ řídit bilanci svěřené oblasti a nadřazený dispečink tuto regulaci odmítá.

Věta „Obchodník to nechce, trh na to nemá ceny a distributor to nemůže“ nám za systémového hlediska vydrží tak dlouho, dokud nám vydrží portfolio dumpingově exportujících elektráren, které to vše reguluje na straně výroby. Poté budeme muset v systému hledat nová řešení a nové partnery. Alternativou je, samozřejmě, najet paroplyn do základního pásma a regulovat s ním s příslušnými dopady na cenu a související konkurenceschopnost a sociální stabilitu.

Povelování

Nový typ vysílání HDO (HDO 2)

V odborném slangu při analýze regulačních schopností soustavy si pod pojmem „HDO“ zkráceně představujeme celý systém vysílačů a ovládaných spotřebičů, dnes převážně elektrotepelných. Nutno však rozlišit dva prvky:

- a) Robustní systém ovládání, tedy vysílač a celý systém šíření signálu po elektrické síti
- b) Ovládané prvky

HDO 2 již není hromadné z hlediska ovládání. Hromadně šířeným signálem může být selektivně ovládán určitý prvek, která rozezná svoji adresu, elektrická síť tvoří jakýsi „bus“ tomuto šíření. Prvek může být adresován podle místa (určitý uzel sítě nebo určitá geografická oblast) a také podle typu, například dobíječka elektromobilů, fotovoltaická elektrárna, akvapark, továrna apod.

Telegram má adresní a obsahovou část. Obsahová (povelová) část určuje, co má adresovaný prvek dělat. Příklady:

- Snížit spotřebu
- Zvýšit spotřebu
- Reservovat regulační výkon
- Aktivovat regulační energii
- Aktivovat nouzový stav (těch může být více dle předem domluvené tabulky)
- Snížit odběr ze soustavy i za cenu najetí elektrocentrál
- Upozornění, že za nějakou dobu bude k dispozici přebytek fotovoltaiky (například pro elektromobilitu).
- Apod.

Zásadním rozdílem je, že se u inteligentního klienta nepovelují jednotlivé spotřebiče, ale jeho vlastní automatika, která sama vykonává jednotlivé kroky. Dalším rozdílem je, že mají tyto kroky jistou časovou posloupnost, kterou lokální automatika samostatně řídí.

Zastaralé nebo robustní?

Jednosměrné vysílání pro inteligentního klienta (prosumera) může být poměrně jednoduše nahrazeno jinou technologií. HDO má některé výhody:

- a) Patří distributorovi, může zjednat pořádek i v problémové situaci (kybernetický útok, blackout, nedisciplinovanost virtuální obchodní skupiny apod.)
- b) Existuje a funguje. Do roku 2022 ani 2025 plnohodnotnou náhradu mít nebudeme. Dále viz příslušnou kapitolu, co se v těch letech bude v soustavě dít.
- c) Dokud existuje vedení a je v něm energie, dotud systém reguluje. Pak už není co. Při kybernetickém útoku na virtuální obchodní skupinu anebo například výpadku signálu telekomunikačního operátora toto neplatí: koncový spotřebitel neovladatelným a možná i nepredikovatelným způsobem funguje dále.
- d) Možnost předem domluvené tabulky stavů (regulační stupně) u příjemce. Toto znamená i prevenci vypínání a „rolling blackoutu“.

Příklad: napájíme 10 sídlišť, ale v důsledku mimořádného stavu máme energii pouze na polovinu z nich. Tedy buďto polovinu z nich vypneme, anebo těm z nich, která mají speciální výbavu, sdělíme, že musí snížit odběr na polovinu ber kde ber, ale v takové situaci budou svítit dále)

Historie užívání HDO a regulace v ČR a v Československu

Rozvoj v 60. letech

V době úvodního rozvoje sloužilo HDO především jako elektronická úspora investic. Původní koncept boileru a „akumulačních kamen“ bylo využití „nočního proudu“, tedy doby, kdy obyvatelstvo spí a podniky, s výjimkou třisměnného provozu, nepracují. V energetické síti je nutno odstavit část elektráren. Udržování „teplé zálohy“ nebo roztopení elektrárny ze „studené zálohy“ představuje jisté náklady, proto je výhodnější ponechat elektrárnu v provozu a její energii dodat za sníženou cenu.

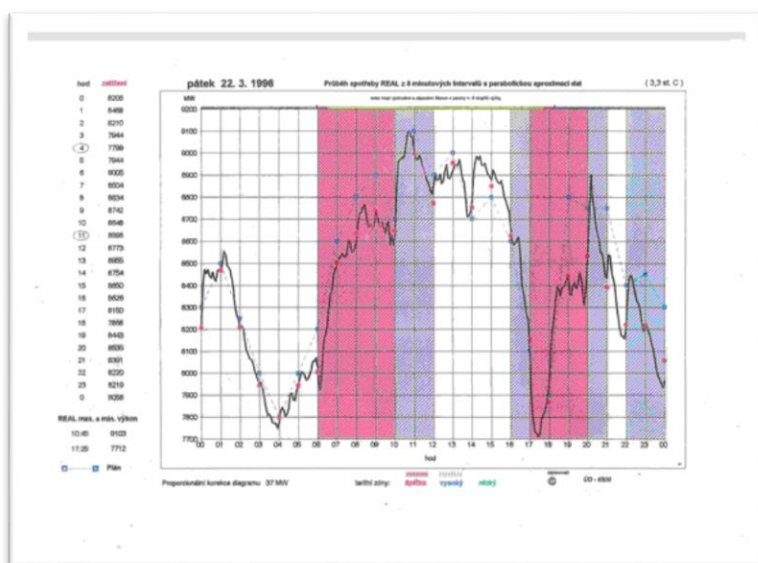
Při odběru dosahujeme přirozeného maxima v ranní a odpolední špičce, naopak v poledne ji mírný propad zatížení¹. Proto lze „nočním proudem“ obsloužit dvě skupiny zákazníků, obě po osmi hodinách,

¹ Dnes do toho navíc intervenuje fotovoltaika, která rozdíl mezi výrobou a spotřebou ještě navyšuje

kteří se prostřídají, část energie se oběma dodá v noci a část o polední pauze mimo špičku. To ušetří především investici do vedení: do odlehle obce stačí na dvoje akumulační kamna postavit jedno vedení /jednu část kapacity) namísto dvou. Česká republika byla v implementaci této dobové moderní technologie velmi úspěšná. Jedním z hlavních propagátorů a konstruktérů byl **Ing. Vladimír Hutta**, pozdější zakladatel a ředitel společnosti Microstep HDO, které je partnerem současného projektu.

Rozvoj v 90. letech

Řiditelné zátěže v ES ČR máme a umíme s nimi pracovat na základě cenových signálů a řízení soustavy. Překážky, kvůli kterým se tak v současnosti neděje, nejsou dány principy tržního prostředí, ale českou variantou jeho implementace. Rovněž tak máme v celé republice historicky funkční systém řízení takových zátěží. V zimním období byl koncem devadesátých let v 17 hodin nasazován špičkový tarif, ve kterém se platilo za výkon.



Na dobovém grafu vidíme snížení spotřeby v elektrizační soustavě České republiky na základě cenového signálu v 17 hodin realizované v decentrální spotřebě – konkrétně pomocí elektrotepelné zátěže ovládané HDO. Efekt začal těsně před 17 hodinou a během 15 minut se postupným odepínáním boilerů, akumulačních kamen a přímotopů výkon snížil o 1000 MW, což odpovídá dnešnímu výpadku Temelína. Takto můžeme regulovat dodnes,

pouze takové regulace nepoužíváme, protože favorizujeme „přebytek regulačního výkonu“ na exportujících uhelných elektrárnách. Regulace šetřila jednotlivým rozvodným závodům desítky milionů plateb pro ČEZ a ovládal a užíval ji de facto každý. Stávající systém se chová velmi podobně jako přečerpací vodní elektrárna a má vlastnosti podobné akumulaci energie.

Ve své době nešlo o „hromadné ovládání“, ale poměrně sofistikované řízení s prediktivním modelem spotřeby v závislosti na teplotě, osvětlení a energetickém kalendáři a podrobným modelem jednotlivých elektrotepelných zátěží (skupiny HDO).

Nástup tržního prostředí

S nástupem tržního prostředí se HDO k této regulaci přestalo užívat. Podrobný rozbor této události není předmětem studie, které pojednává především o jeho renesanci. Podstatné je ale, že:

- Systém je plně funkční dodnes
- Systém je rozšiřitelný (nový telegram, nové spotřebiče)
- Užívání systému nebrání legislativa EU, a do konce ani v očekávaném Zimním balíčku.

Nová Státní energetická koncepce

Zde je nutno konstatovat zásadní rozpor. HDO a jeho rozvoj je součástí návrhu druhé Nezávislé energetické komise. Toto doporučení není plnohodnotně promítnuto do NAP SG. Objasnit, zda šlo o technickou neznalost těch, kdo tento plán vytvářeli, anebo o záměr neužívat nadále decentrální regulační schopnosti naší soustavy kvůli dočasnému „přebytku regulačního výkonu“ na straně zdrojů není cílem analýz této studie. Z hlediska závěrů této studie i další zde citované literatury v této pasáži je NAP SG zcela nevyhovující Rozpor mezi přijatou zprávou NEK II a NAP SG je dosti zásadní, studie navazuje především na NEK II a nezávislá doporučení.

Zásadním současným problémem ale je, že přes tuto studii iniciovanou síťovými společnostmi a přes naše opakované dotazy (včetně zodpovědné náměstkyně ministra) a žádosti tuto problematiku revidovat byl dne 3. ledna 2018 dán vládě na vědomí dokument bez této požadované revize.²

Původní návrh HDO dle energetické politiky ČR (2012)

V závěrech druhé Nezávislé energetické komise (NEK II - Pačes, Drábová, 30. 6. 2012), jsou pro inteligentní sítě jako jednu z priorit v závěrech uvedena tři zásadní doporučení (citace z uvedeného dokumentu):

Inteligentní sítě

- *Nenechat problematiku omezit pouze na „inteligentní měření“, zejména ne bez analýzy, co a za jakým účelem chceme vlastně měřit.*
- *Vyvarovat se řešení umožňujícím kyberútoky na energetické systémy*
- ***Revidovat problematiku HDO – Česká republika svůj „smart“ prvek už má částečně implementován.***

(konec citace)

Tato Komise oponovala návrh aktualizace Státní energetické koncepce sestavený na základě jejích doporučení (autorem předlohy ASEK nebylo MPO, i když tam byl konzultován a komisi zřídil ministr M. Kuba). K účasti na zadání nebo zpracování NAP SG ale nezávislá vládní komise přizvána nebyla a k jeho oponentuře také ne. Změna fixace vysílacího času a náklady spojené s eliminací odchylky doporučení NEK II nesplňují vůbec anebo v naprosto nedostatečné míře a technologicky neodpovídajícím způsobem. V ostatních kartách se HDO vyskytuje v souvislosti s krizovými stavy a karta A12 i další pasáže textu hovoří o jeho náhradě. Rovněž nejsou nezávislí odborníci v současném řídicím výboru NAP SG.

Současné potřeby

Stabilita dodávek energie (Security of supply) je považována za veřejný statek. Podle nových studií pojetí „přebytku regulačního výkonu na straně zdrojů“, ve kterém byl fakticky vypracováván NAP SG, nemusí realistické a v průběhu následujících pěti let nemusí být ani dlouhodobě udržitelné. Již v první polovině dvacátých let nebude mít česká energetická soustava přebytek regulačního výkonu, nebo se

² Z uvedeného důvodu také odkaz v úvodním odstavci na informování a výsledcích studie vůči MPO, vládě a Hospodářskému výboru PSP, aby nedošlo k umělé situaci, že v roce 2022 soustavu regulovat „neumíme“. Nezávislí odborníci – energetici mají povinnost před takovou možností varovat, podobně jako meteorologové před možnou povodní a lékaři před možnou infekční epidemií.

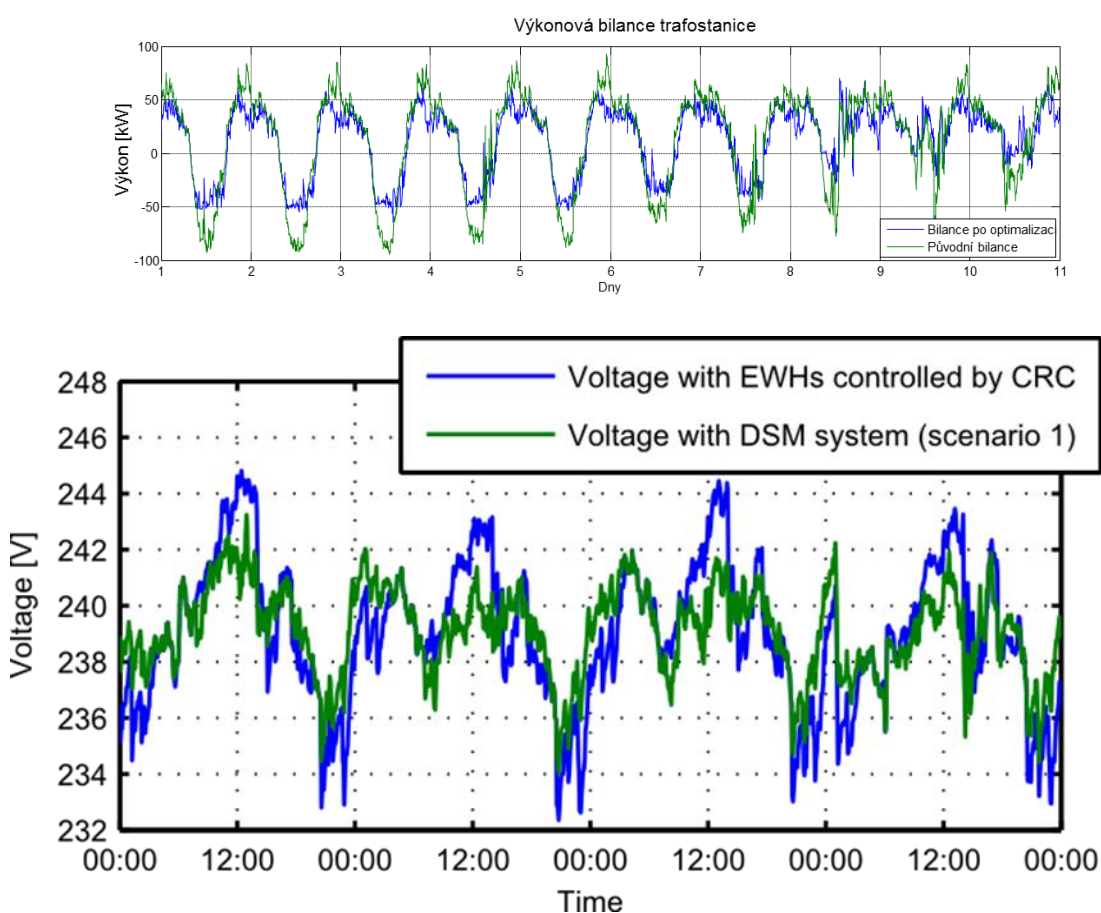
tento přebytek výrazně sníží a případně i zdrazí (například na paroplynu). Rozsáhlou a funkční soustavu AMM nebo jiné alternativy decentrální regulace v průběhu pěti let nikdo nevybuduje ani nezprovozní.

Proměna energetických soustav, distribuční i přenosové

Optimalizace přetoků a přepětí - pilotní studie Horušany

Projekt, byl podpořen TAČR z veřejných prostředků, domluven s ČEZ i se starostkou Horušan. Poselstvím pro dnešní dobu je to, že je funkční technologie HDO schopna interaktivně reagovat nejenom na cenové signály, jak tomu bylo v historickém příkladu společnosti Cygni, s.r.o., z první poloviny devadesátých let, ale i interaktivně spotřebovávat přebytečnou fotovoltaiku a napomáhat tak ke zvýšení stability i průchodnosti distribuční soustavy.

Výsledky snížení přetoku do nadřazené soustavy a snížení napěťových špiček dosažené místní optimalizací (řízení fotovoltaiky na ohřev boilerů a bazénů v dané lokalitě) jsou uvedeny na následujících obrázcích:

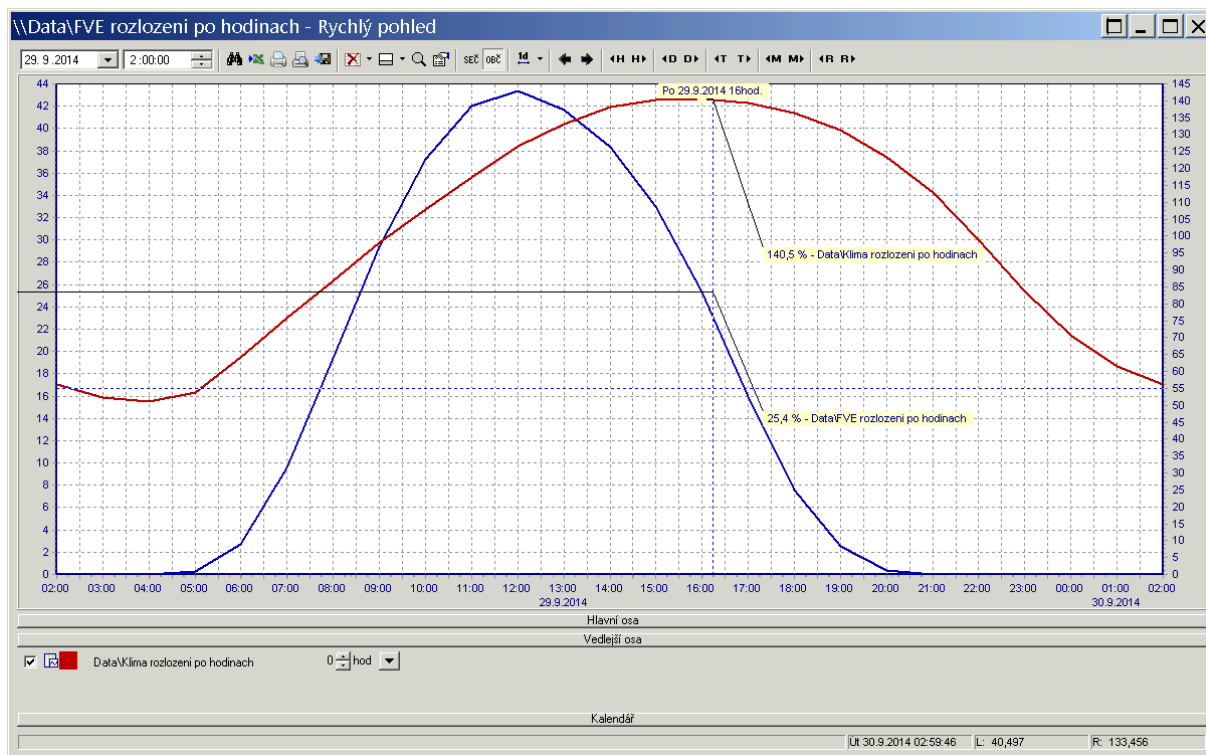


Tento experiment byl ukončen v roce 2011 v souvislosti s výpočty, že se do soustavy nevejde více jak 2 GW sluneční energie, což při zohlednění takovýchto instalací bylo tvrzení nepravdivé. Týž zpracovatel o několik let později spočítal, že se do soustavy v roce 2045 vejde 18 GW sluneční energie, tedy skoro desetkrát více.

240 V Fotovoltaika a klimatizace

Na dalším obrázku (zdroj Cygni se svolením PRE) je praktický příklad možného využití fotovoltaické výroby a spotřeby elektřiny v klimatizaci. Tento zdánlivě jednoduchý problém má jedno úskalí:

maximum výroby a maximum spotřeby jsou posunuta asi o 4 hodiny (3 hodiny tepelná akumulace + letní čas). Je tedy patrné, že tento zdánlivě „logický“ problém se neobejde bez jiného možného spotřebiče, například teplé užitkové vody, a poměrně inteligentního systému schopného vše predikovat. Podle současných konzultací je ale problém se řízením klimatizačních jednotek pomocí HDO způsobem zap / vyp, kompresory mají jistou doběhovou dobu. Funkční řešení potřebuje přizpůsobení elektroniky klimatizace, která agregát odstaví způsobem šetrnějším, než je vypnutí proudu. Pokud toto nereflektují výrobci malých klimatizačních zařízení, posouvá se celá tato možnost směrem k větším klimatizovaným objektům, které ale mají vlastní systém řízení (MaR) a k navrhované problematice HDO 2. Rozdíl je pouze v tom, že spotřebiteli sdělíme, že si má na nějaké období snížit spotřebu, a on už svoji klimatizaci a případně i jiné provozy omezí sám.



Vzájemné porovnání normalizovaného výkonu klimatizace a normalizovaného výkonu FVE v dané hodině. FVE mohou významněji přispět ke kompenzaci spotřeby klimatizace v PREdi, pokud stoupne současný výkon FVE alespoň 5x (spíš 10x, aby byla dosažena regulační rezerva). Dále je třeba počítat s tím, že FVE dávají v létě použitelný výkon zhruba jen od 7 do 18 hodin. Naštěstí mají i přes výkyvy osvit, způsobené různou oblačností, mnohem pravidelnější průběh výkonu než klimatizace.

Současné potřeby soustavy a nová role LDS

Kdy je soustava stabilní a energetika soběstačná

Vzhledem k tomu, že čtenářem studie mohou být zájemci bez detailních znalostí oboru, zejména zainteresovaná veřejnost a politici, předržujeme takové vysvětlení další argumentaci. V této oblasti se totiž nejčastěji šíří fámy. Budou vysvětleny především situace, za jakých Česká republika exportuje energii a jak to souvisí se stabilitou dodávek. Také bude vysvětleno, že vyrovnaná bilance není totéž co stabilita. Žádanou stabilitu lze dosáhnout i bez vyrovnané bilance, avšak v případě vyrovnané bilance jde o úlohu jednodušší (a levnější ve výsledku) V případě, že bychom fosilní elektrárny zavřeli,

nebudeme mít vyrovnanou bilanci, ale lze dosáhnout stability za vyšších nákladů. Navazujeme přitom již na minulá doporučení z roku 2012, aby se nevýhodný export omezil. Zároveň je však třeba zachovat možnost dobývání jediné energetické primární suroviny, kterou na našem území v potřebném množství máme. K tomu se v současnosti přidává i mezinárodně politická situace, kdy v sousedním Německu v rozporu s ekologickými deklaracemi těžba fosilních paliv pokračuje a pokračovat bude, protože za zavírané jaderné elektrárny nemají dostatečnou náhradu.

Energetická bilance ČR

Celkově vyrábíme ročně zhruba 80 TWh (terawatthodin, tedy 80 miliard kilowatthodin) elektřiny. Z toho zhruba 10% tvoří vlastní spotřeba elektráren. Každá továrna dnes spotřebovává elektřinu a elektrárna není ničím jiným než specializovanou továrnou z mnoha provozů na mletí uhlí, odsíření nebo u jaderné elektrárny provozů chemickými. Čistá domácí spotřeba (netto) je zhruba 60 TWh. Rozdíl, tedy množství mezi 10 a 15 TWh, vyvážíme. 15 TWh je současně roční výroba jedné z našich dvou jaderných elektráren.

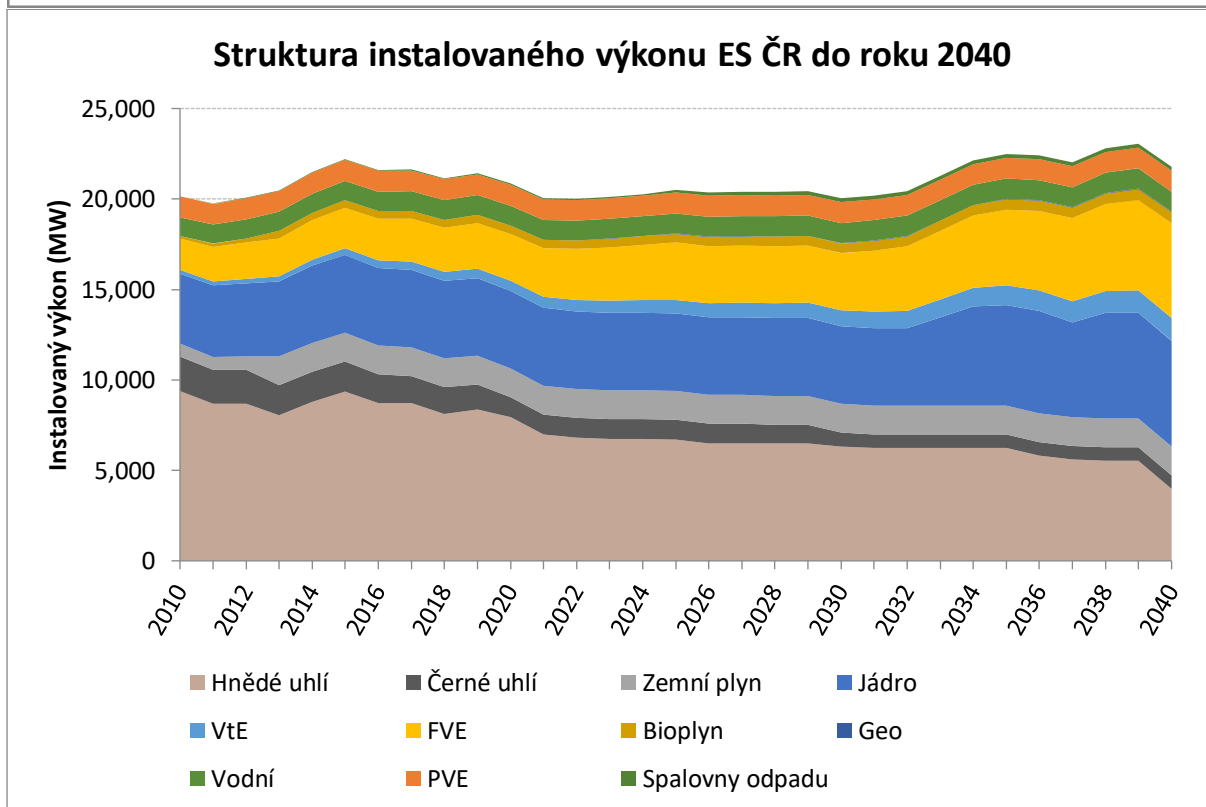
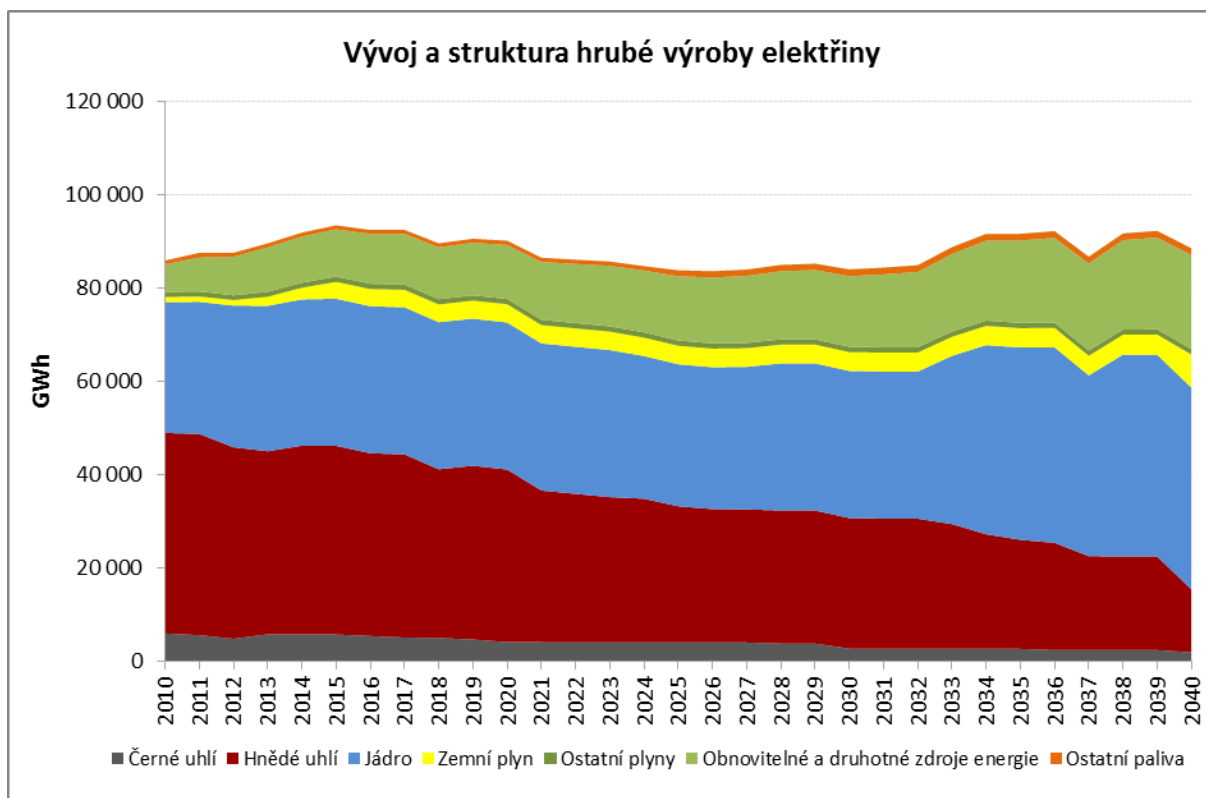
Z oněch 80 TWh vyrábíme v současnosti více jak polovinu z uhlí, větší třetinu z jádra a zbytek, kolem 10%, z obnovitelných zdrojů. Můžeme si tedy dovolit jednu jadernou elektrárnu nebo část uhelných zavřít, jak bude dále ukázáno, a naše bilance zůstává na nule a jsme dále energeticky (z hlediska elektrické energie, ropu a plyn budeme vždy dovážet) soběstačnou zemí. Problém je ale se stabilitou soustavy, protože exportující uhelné elektrárny dodávají regulační služby do soustavy, která je takto proexportně nastavena. I to je ale řešitelný problém a dá se přenastavit.

Obr. v knižní formě Roční zpráva o provozu ES ČR za 2015 a 2016 – výroba a bilance, strana 6 dole

Výkon a energie

Kde se často míchají hrušky s jablky, je právě změna těchto dvou veličin. (Instalovaný) výkon je v tomto smyslu maximální hodnota, kterou z elektrárny dostaneme. Máme-li například 1MW ve fotovoltaice, dostaneme jej pouze v poledne za vhodného počasí, v noci je ale nula a ráno a odpoledne méně. Tentýž 1 MW z jádra dává stabilní výkon nezávislý na počasí. Rok má 8760 hodin, jaderná elektrárna je s technologickými přestávkami na výměnu paliva schopna dodávat kolem 8000 hodin, kdežto elektrárna sluneční, pokud bychom její výrobu přepočítali na dodávku maximálního výkonu, pouze 1000 hodin. Sluneční elektrárna nám takto za rok dodá 1000 MWh, kdežto jaderná osmkrát tolik. Máme-li tedy současný instalovaný výkon 2000 MW ve fotovoltaice, je srovnatelný s instalovaným výkonem obou temelínských bloků, ale dodává jenom osminu energie, a to ještě pouze v době, kdy svítí slunce.

Pro srovnání: uhelné elektrárny mají tuto „dobu využití maxima“ (termín v energetickém slangu) kolem 4000 hodin, tedy polovinu, jako elektrárny jaderné. Je to dáno jednak současnou menší údržbou, než je u elektráren jaderných, a také skutečností, že v noci a o víkendu je nižší spotřeba a tyto elektrárny snižují výkon nebo se zastavují. Podobně je rozdíl mezi letní a zimní spotřebou v ČR, letní je skoro poloviční.



Obr. Struktura vývoje výroby energie a jednotlivých zdrojů podle scénářů ASEK

Kritéria stability a soběstačnosti

Z hlediska dlouhodobé bezproblémové funkce elektroenergetické soustavy lze definovat čtyři kritéria. Soustava je stabilní a soběstačná, pokud jsou všechna zároveň splněna. V opačném případě nastává

problém, který je nutno řešit. Konkrétním případem může být situace po roce 2022, jak bude ukázáno dále.

Vyrovnaná roční bilance

Jde o vůbec základní kritérium, avšak nikoli dostačující. Česká republika spotřebuje za rok 60 TWh elektřiny a tolik je potřeba vyrobit. Neznamená to ale, že je problém vyřešený, když vyrobíme například nadbytek solární energie v poledne nebo i nadbytek klasické (fosilní a jaderné) energie v noci. Naopak určitě mám problém v situaci, když celkově vyrobíme energie méně, než je potřeba.

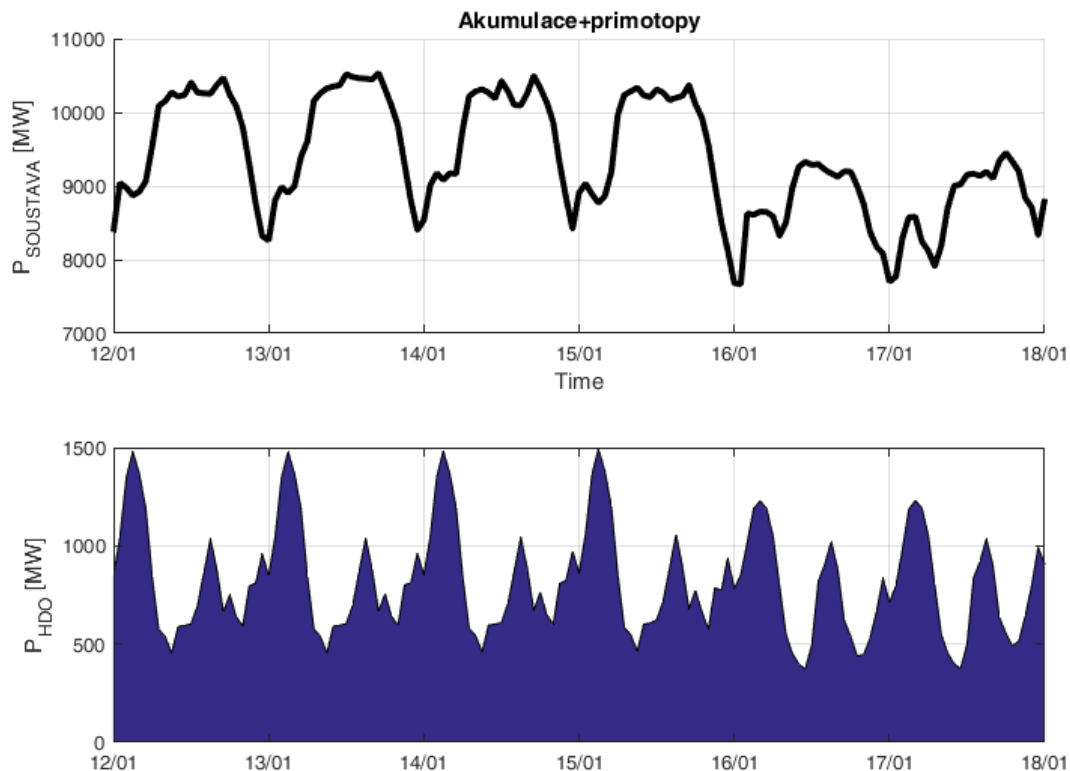
Vyrovnaná bilance denní, týdenní a měsíční

Jiné požadavky na odběr energie jsou mezi dnem a nocí, pracovním dnem a víkendem i zimou a létem. V prvním přiblížení si můžeme představit, že v období aktivity (včetně zimního topení) spotřebujeme energie dvojnásobek, než v období klidu. Musíme mít tedy takovou soustavu, která „přidá“ v ranní a odpolední odběrové špičce anebo vyrobí více energie v zimě než v létě. Z toho plyne celkový požadavek, že instalovaný výkon (plus schopnost bezpodmínečně dovézt chybějící ekvivalent chybějícího výkonu podle vlastních potřeb) musí odpovídat maximálnímu zatížení a naopak že v období letního minima soustava spotřebovává zhruba polovinu toho, co v zimním maximu.

Rezerva pro regulaci

Pro najetí průmyslové špičky, rozjetí lokomotiv v celou hodinu nebo i vykrytí výpadku jednotlivé elektrárny či náhlé změny počasí musí mít soustava k dispozici rychlou rezervu. Princip je podobný, jako u auta rezerva pod plynem na obě strany: na zrychlení i na zpomalení. Této rezervy je zhruba kolem 10% výkonu. Rakouská soustava, kde majoritu výroby tvoří vodní elektrárny, má takovou rezervu ve vodě, de facto ve stavidlech u vodních elektrárn. Česká soustava, která má vodních elektrárn pouze kolem 2%, má rezervu především na roztočených uhelných elektrárnách. Část rezervy je možné držet i flexibilitou soustavy, ta však byla v posledních 10 letech v tržním prostředí potlačena, přestože je technicky možná. Jak ukážeme dále, jsou principiálně možná dvě řešení, kromě rezervy na straně výkonu to může být rezerva na straně odběru, tedy schopnost inteligentně snížit poptávku v případě nedostatku.

Obr. Typový příklad zimního zatížení soustavy a regulovatelné zátěže. Regulovatelná zátěž je vidět ve spodní části obrázku. Má stálou složku, to znamená, že ne všechny spotřebiče reagují na vypnutí tarifu, například boilers s přemostěným relátkem. Dále má denní a noční špičku, noční je větší. Na diagramu republikovém (horní část obrázku) je patrný půlnoční propad, který by se při jiném zacházení s elektrotepelnými spotřebiči odstranil. Současný stav je výsledkem nedohody mezi ČEPS a distributory, kteří ovládají elektrotepelné spotřebiče pomocí HDO, a zvyšuje náklady na regulaci soustavy i nároky na množství rezervního výkonu, který musí být na uregulování elektrotepelného rázu vyšší. Není-li dost elektrárn v provozu na pokrytí této regulace, musí se najet další a ty exportovat, aby se soustava uregulovala. Podobně platí v létě při výrobě ze slunečních elektrárn.



Rezerva pro déletrvající výpadek zdroje (den až nekonečno)

Je-li některý zdroj na delší dobu vyřazený, z důvodu poruchy, pravidelné údržby nebo proto, že jej někdo vyřadí a zavře, musíme místo něj

- Přistavit zdroj jiný (pokud máme). Příkladem je paroplyn v době výpadku. Ten najede poměrně rychle, ale za cenu nejméně pětinasobnou zdroji klasickému. Proto je vhodné si takové zdroje nechávat pouze do rezervy na výpadky větší a mimořádné, například jaderné elektrárny. Paroplyn je možné použít i na vykrytí energetické špičky, což se však rovněž projeví v ceně celkové dodávky.
- Dovézt energii odjinud, fyzicky z nějakého zahraničního zdroje. Propojenost naší soustavy se zahraničím nám takto dovolí dovézt až asi třetinu naší spotřeby. Pro dovoz je nutné mít nejen dostatečnou kapacitu přenosové soustavy ale musí též existovat přebytek v zahraničí, který můžeme poptávat. Proto zde existují dvě rizika. Při masovějším dovozu, například po zavření obou jaderných elektráren, by však mohl nastat vážnější problém, i kdyby bylo v okolních soustavách elektřiny dost. Nebyly by cesty, kudy ji dopravit. Po roce 2022, který bude dále diskutován, však hrozí riziko, že v okolních státech energie k možnému dovozu nebude. Případně bude jenom v době jejich vlastního přebytku vlivem počasí, kdy se ji de facto budou snažit zbavit, ale nikoli jako stabilní a garantovaná dodávky. „Dovézt německou obnovitelnou energii“ se nám po roce 2022 určitě nepodaří, protože Němci sami budou mít problém ji dopravit i do sousedního Bavorska. Nebudou mít dokončena velkokapacitní vedení a v Bavorsku budou již odstaveny všechny jaderné zdroje.
- Omezit spotřebu. Zhruba 5 až 10% spotřeby je omezených, aniž by se tím významně ohrozil komfort společnosti. Například reklamy, výklady, polovina zářivek na chodbách, snížení teploty při topení z 25 na 20 stupňů nebo zvýšení teploty při klimatizaci z 20 na 25 stupňů apod. Další omezování ale znamená vypínání průmyslových podniků, obytných čtvrtí, obchodních center apod. a každá taková událost představuje poměrně vážný zásah do běžného komfortu společnosti. Technicky je to možné, ale každý rozumný politik se snaží ve svém období takových

scénářů nebo i jejich viditelného rizika vyvarovat. Blackouty i částečné jsou vnímány hůře, než například dopravní zácpa, na kterou jsme zvyklí.

- Rychle stavět nový zdroj anebo revitalizovat zdroj již odstavený.

Poslední dva body představují řešení se zvýšenými náklady, kdy navíc nemusí být dostatečný časový horizont k tomu, aby šla včas implementovat.

Průmysl 4.0 a Energie 4.0

Průmysl 4.0 a jeho dopady na českou energetiku

Transformace techniky a společnosti

Za posledních sto let prodělala naše energetika významné transformace. Uvedme jen některé údaje pro porovnání čísel a dynamiky vývoje. Ve dvacátých letech mělo meziválečné Československo spotřebu elektřiny kolem jedné terawatthodiny (TWh - miliarda kilowatthodin), ve třicátých dvě TWh. Šlo tehdy o jeden z průmyslově nejvyspělejších států světa s rozsáhlým těžkým a zbrojním průmyslem i vyspělým průmyslem lehkým (Škoda, Baťa, Liebig ...). Tato meziválečná etapa energetiky představovala velkou míru industrializace společnosti a přirozený nárůst potřeby. Po válce v letech šedesátých jsem měli už desetinásobek (kolem 60 TWh). Takový nárůst už není přirozený, potřeba byla dána nejen všeobecnou elektrifikací, ale také potřebami studené války, náročných surovin jako oceli a cementu, ale i hliníku, chemického průmyslu a dalších. Nešetřilo se, ale racionalizovalo se, závodní elektrárny i teplárny byly propojeny s centrální soustavou, která centrálně optimalizovala svůj provoz. V oblasti ekologie tato honba za výkony zničila imisemi naše pohraniční hory a podle vědeckých hypotéz rozpoutala vývoj civilizačních dýchacích a alergických chorob. Tuto energetickou soustavu máme i dnes, žádnou jinou jsme ještě nepostavili.

V letech devadesátých byla spotřeba elektřiny zhruba stonásobná oproti meziválečnému Československu, tedy okolo 100 TWh. Po revoluci zhruba 10 procent ubylo především v důsledku úpadku těžkého průmyslu. Mezi lety 1993 a 1996 toto množství spotřeby opět dorostlo původního objemu v důsledku cenově podporované akce „topte elektřinou“. Po průkazu, že takto spotřeba elektřiny roste a že je potřeba zprovoznit Temelín, byly ceny „narovnány“ a v roce 1996 zhruba polovina této nové spotřeby ubyła, začalo se tehdy topit zemním plynem. V rámci transformace společnosti byla pozorována vysoká míra závislosti nárůstu HDP na nárůstu energetické spotřeby, ve dnešní době už tato závislost neplatí.

S přebytečnými energetickými výrobními kapacitami se obchoduje v rámci nedávno implementovaného tržního prostředí a Česká republika zhruba 15 až 20 procent své energetické produkce v současnosti vyváží za nevýhodné ceny. Existuje řada „nezávislých“ studií, že by bez takového vývozu byla naše energetická soustava nestabilní – ani jednu takovou studii nedělala nezávislá technická univerzita a ani jedna nebyla veřejně oponována. Namísto náhrady takového řešení moderními decentrálními a obnovitelnými zdroji dotujeme především předražené solární elektrárny a další obnovitelné zdroje částkou odpovídající 5000 Kč na hlavu a rok. Pokud se cena komodity (tzv. „silové elektřiny“) pohybuje v současnosti na ceně 1 Kč za kilowatthodinu, spotřebováváme zhruba 60 TWh za 60 miliard Kč vyrobené z 90 procent v klasických zdrojích (jaderné, uhelné, Vltavská kaskáda) a z 10 procent ve zdrojích obnovitelných, na které doplácíme dalších 50 miliard. Stojí nás tedy zhruba 90 procent nedotované energie 50 miliard Kč a zbývajících 10 procent dotované energie dalších 50 miliard

. Dotovaná energie navíc není součástí exportu, systém je nastaven tak, že importér ani exportér energie na tyto dotace nepřispívá .

Toto je naše současnost. Pokud se máme bavit o budoucnosti, je třeba srovnat trendy vývoje společnosti, jejích možností a potřeb, s vývojem technickým. Je třeba pochopit problém a nazvat také rizika, abychom se jich mohli vyvarovat. Bez celkového systémového efektu lze očekávané výhody poměrně obtížně čekat. I v oblasti cenové, legislativní a regulatorní je tomu, abychom měnili stávající pravidla a nastavovali nová, znát dobře technickou realitu.

Energetika minulého a současného století

Zatímco energetika minulého století v 50. až 80. letech rostla, dokonce na obou stranách barikády studené války, dnešní energetika především spoří a s přebytky obchoduje. Namísto množství „surovin“ (megawatthodin či jiných jednotek) se snaží dodávat komfort a služby.

Současnou spotřebu ovlivňují dva protichůdné trendy: úspory a nové technologie na straně jedné a zvyšující se požadavek komfortu včetně rozvoje a šíření nových technologií na straně druhé. Zatímco jsme v minulosti v domácnostech měli jeden elektronkový televizní přijímač, máme obvykle nyní několik moderních, které kolektivně konzumují „zanedbatelné“ množství energie ve stand-by režimu. Bytové domy se zateplují, ale nárok na množství obývané plochy vzrůstá. Spotřeba pohonných hmot u automobilu poklesá, ale obvykle máme v rodině dva a na nákup chodíme málokdy pěšky.

Ve druhé polovině minulého století se prakticky všechna energie vyráběla centrálně a byla dodávána prostřednictvím centrální soustavy a následné distribuční soustavy až do rozvodné skříně domácnosti nebo podniku. Výjimku tvořily pouze velké strategické podniky, které měly vlastní zdroje (takéka všechny na fosilní paliva) a byly propojeny s centrální soustavou, se kterou optimalizovaly dodávky a odběr .

Nutno zmínit, že již od let šedesátých mělo Československo vlastní unikátní systém řízení elektrotepelné spotřeby pomocí HDO. „Noční proud“ pro boilers a akumulární kamna byl centrálně spínán signálem „z elektráren“, jak říkaly naše babičky. Ve skutečnosti šlo již tehdy o úsporné opatření, elektrotepelné spotřebiče byly zapnuty po dobu 8 hodin, a se započtením ranní a odpolední špičky, kdy se šetřilo, bylo možno takto po jednom vedení uspokojit dvoje zájemce naráz bez nutnosti vedení rozšiřovat . Jde de facto o první funkční model „smart“ řízení spotřeby. Zpětná vazba tohoto řízení nebyla měřena v jednotlivých domácnostech, ale bylo ji možno spolehlivě rozpoznat v odpovídajících místech distribučních soustav.

Jaká je nová doba?

Změna je dána změnou způsobu výroby energie, kdy se část výroby realizuje v obnovitelných zdrojích a také ve výrobě decentrální. Situaci je možno přirovnat k transformaci velkých sálových počítačů do dnešních počítačových sítí. Jsme nyní na prahu, kde je 10 procent realizováno způsobem novým, avšak zanedlouho půjde o 20 procent nebo i třetinu. To už je velký objem. Pokud se vrátíme k letům šedesátým, měli jsme tenkrát takovou spotřebu (20 TWh), jako si zanedlouho, tj. v průběhu jedné až dvou dekád, vyrobíme v obnovitelných a decentrálních zdrojích energie. Hlavním problémem je, že se do šedesátých let energeticky neumíme vrátit ani při blackoutu, protože nutno novou soustavu neumíme řídit.

Současná regulace a stabilita soustav je realizována u nás především pomocí hnědouhelných bloků, v Evropě pak obecně roztočenou setrvačnou hmotou klasických elektráren. Kdyby část této hmoty přešla

do polovodičů nebo i do měkkých decentrálních zdrojů, nikdo neví, co to se stabilitou udělá. V tomto ohledu stojíme i před problémem, kdy máme navrhnout řízení nového systému, ale nemáme shromážděný dostatek znalostí, jaké to bude mít celé vlastnosti. Ty jsou pestřejší, složitější, ale řadu možností, jak k problému přistupovat, nám nabízí právě Industry 4.0, především v oblasti zpracování velkých objemů dat a řízení složitých a komplexních systémů. Jde o celkovou transformaci podobně jako z počítačů sálových na počítače osobní, nikoli jen o nový nebo vylepšený algoritmus stávajícího řešení.

V současnosti přibývá aktivních prvků ve všech oblastech, kde se energie konzumuje, tedy budovy, průmysl a doprava. Prolínají se jednotlivé způsoby spotřeby energie a často jsou již integrovány. Zatímco se v minulém století v budovách zvlášť topilo a zvlášť svítilo, dnes mohou budovy vyrábět energii obnovitelným i kogenerativním způsobem a mohou ji také částečně akumulovat (ohřev vody, předchlazení betonového skeletu, do budoucna dobíjejí elektromobilů). Podobně je tomu v dopravě, rovněž řada průmyslových odvětví má možnost flexibilní spotřeby. Nejde tu ani tak o průmyslové automaty, jejichž přidaná hodnota výrobní linky je o mnoho řádů vyšší než dílčí úspora energie, ale například o stlačování a plnění průmyslových plynů, mrazírny, vodárny apod. Řada těchto možností je v sousedních síťových odvětvích. Z uvedeného je vidět, že jde o komplexní a složitý systém. Představa, že jeho optima nebo i řiditelnosti dosáhneme tím, že hospodyňka zapne sporák v době nízkého tarifu, je poměrně naivní.

Přirovnáme-li centrální výrobu energie k automobilu o celkové hmotnosti 90% systému, který pomocí pevné tyče – analogie současné soustavy – táhne nestabilní vozík o hmotnosti 10%, je takový systém ještě provozuschopný. Při navyšování hmotnosti vozíku to ale neplatí.

Z výše uvedeného lze odvodit jeden zásadní závěr, a sice že je v situaci současné transformace nový přístup k řízení celého energetického systému nezbytností, objektivní společenskou potřebou vyplývající z přirozeného vývoje. Pojetí Industry 4.0 je potom nabídnutou pomůckou. Pokud bychom takovýto pohled neměli, museli bychom podobný zřejmě pro účel transformujícího se strategického odvětví vytvořit. Jinak hrozí vážné nebezpečí ztráty řídicí schopnosti celého energetického systému a souvisejících síťových odvětví.

Rostoucí závislost společnosti

V posledních 20 letech narostla závislost současné moderní společnosti na stabilních dodávkách energie extrémním způsobem. Nejde jenom o dodávky elektřiny, o kterých je řeč především, ale i o celkovou transformaci. Energetické hospodářství budov z minulého a předminulého století, tedy sklepy, komíny a v mnoha případech centrální kotelny, se kompletně změnilo. Jsme závislí na dodávkách zemního plynu, jde o závislost civilizační, panevropskou. Řada řídicích systému všech síťových odvětví se elektronizovala, zmizely domky u železničních tratí a obsluhy na energetických rozvodnách. Bez informatiky a nutné energie tato odvětví nebudou fungovat. Podobně kanalizace nejsou v některých případech pod úrovní spádu a vodárny zase nad úrovní.

Budoucí řízení společnosti není problémem „smart“ řízení milionářské vily, jak je často zaměňováno. Jednotkou inteligentního řízení je především bytový dům nebo sídliště, výrobní podnik, logistické nebo nákupní centrum. Každý takový prvek získává samostatné možnosti chování v poměrně složité okolní struktuře. Je schopný reagovat a interagovat, prvky si mohou vzájemně vypomáhat a koordinovat i optimalizovat svoji strategii vůči centrální dodávce.

Potenciál „přežití“ stávajícího pojetí monopolních síťových společností není neomezený. V devadesátých letech přetrvával zákonný monopol na hlasové služby SPT Telecom. Přestože měly některé kabelové společnosti v té době výrazně lepší vybavení, například optiku proti konkurenční metalice, nemohly hlasovou službu poskytovat. Tento systém ale trval jenom jednotky let, při pohledu na dnešní telekomunikační operátory je doba už úplně někde jinde. Podíváme-li se na dnešní bytové domy, jsou schopny si nejen rozpočítávat spotřebu vody a tepla, ale i společně investovat do energetických řešení, jako je výměna oken a zateplení fasád. Jak daleko má toto ke společnému odběru elektřiny, zejména při nevhodné tarifní politice, a jaké je nové postavení monopolních síťových společností vůči partneru, který není jedna domácnost, ale sdružení vlastníků jednotek nebo celé sídliště? Krom problému nově nastavené ekonomiky a pravidel jde zejména o problém technický, a sice jak by měly být řízeny distribuční soustavy, jejichž nejmenší jednotkou je právě jeden bytový dům s inteligentním a predikabilním chováním? A navíc, nové developerské projekty už počítají s lokálními distribučními soustavami a jejich inteligentním řízením do budoucna.

Problém „smart energy“, „smart city“ nebo Industry 4.0 není problémem existence nebo neexistence stávajících síťových společností, většinou monopolních a lépe či hůře regulovaných státní autoritou. Jde o problém odborný, technický, jak řídit strukturu bytových domů, výrobních podniků, logistických center a v nich hospodaření s elektřinou a teplem a také ostatní síťová odvětví včetně telekomunikací, dopravy a vodárenských a plynárenských sítí v komplexní struktuře, kde na konci takového řetězce není pouhý „odběratel“ jedné komodity nebo služby, ale inteligentní struktura, jejíž potřeby interagují a možnosti se mění v čase a závislosti na okolních podmínkách (počasí, dovolená apod.). Řada takových nových prvků je schopna energii nejenom spotřebovávat, ale i akumulovat a dodávat energii do okolí. Tím umí také a regulovat nebo jinak ovlivňovat chod soustav a sítí. Klíčem k novému řešení problému je zejména nové pojetí distribučních soustav, oboustranné a inteligentní.

Bezpečnostní problém

Ve století minulém se čas od času stávalo, že se vypínaly celé čtvrti. Dnes je toto takřka nemyslitelné, takový stav považujeme za mimořádný, pro energetickou společnost má i ekonomický rozměr, nejde-li o přírodní katastrofu, a informují o něm média.

Tepelnou energii je možno omezit nebo její dodávku pozdržet. Podobně v dopravě jsme denně vystaveni „blackoutům“ při dopravní nehodě nebo rekonstrukci dálnice. Nikoli však v elektřině. Co se všechno stane, když elektřina nejde? (Výčet se netýká té části struktur, které mají záložní zdroje).

- Nejdou semaforey, zahlť se křižovatky, nikdo nikam nedorazí. Ani záchranná služba nebo silové sbory.
- Telekomunikace, které nemají záložní zdroj, nefungují. Podobně dálkové ovládání čehokoli.
- Komunikace ve společnosti nefunguje. Vysílače státních médií mají záložní zdroje, ale ne každý má rádio na baterie.
- Topení, které má čerpadla, nefunguje. Výjimku tvoří samotížné instalace z První republiky, ale i takové kotelny mají dnes elektroniku.
- Kanalizace s čerpadly nefungují. Kanalizační jímky mají kapacitu 24 hodin, pak přetékají.
- Podobně vodárny (a přes nefunkční křižovatky se cisterna nedostane).
- A mimo jiné nic, o čem se učíme v Industry 4.0, nebude v takový moment fungovat.

- Přestože tento článek není o blackoutu, výš uvedené dokumentuje cenu řídicího systému, pokud má za účel prevenci takového stavu anebo řízení ve stavu omezených dodávek. Je-li systém Industry 4.0 dobře navržený, umí i takovéto stavy uřídit v době nouze.

Energetika a její rozvoj do 4.0

Situace

Kolik vyrábíme elektřiny

Vyrábíme něco mezi 80 až 85 TWh elektřiny ročně³. Z toho je zhruba 10 procent vlastní spotřeba elektráren.⁴ Česká republika spotřebuje ročně asi 60 TWh. Nadpoloviční většinu produkce stále vyrábíme pálením hnědého uhlí. Rozdíl mezi výrobou a spotřebou činí zhruba 15 TWh a ten vyvážíme.

Děje se tak:

- za nízkou cenu (asi 1 Kč za kilowatthodinu)
- s nízkou účinností (u kondenzační výroby elektřiny na zastaralých zařízeních asi 30%, zbytek energie posíláme Pánubohu do oken)
- s nízkou přidanou hodnotou (uhlí je vzácná chemická surovina, kterou „zhodnocujeme“ pouhým spálením)

Bereme vážně doporučení nezávislých odborníků?

Druhá nezávislá energetická komise doporučila pokračování jaderné energetiky pro následující generaci. Komise nepředpokládala velké snížení nebo zvýšení spotřeby⁵, počítala s možnostmi obnovitelné i decentrální výroby energie a také s možnostmi energetických úspor, avšak nejméně polovinu energie si bude i v takovém scénáři Česká republika vyrobit v centrální soustavě. Do úvahy připadalo domácí hnědé uhlí nebo dovážený zemní plyn. Vzhledem k největší ekologické katastrofě v Evropě, který se udála v našich pohraničních horách v sedmdesátých a osmdesátých letech a zdravotnímu postižení obyvatelstva doporučila komise těžbu snížit asi na polovinu a zvýšit efektivitu zpracování uhlí (kogenerace, lepší technologie, chemický průmysl), ale neztratit schopnost tuto vzácnou surovinu těžit. Zemní plyn doporučila komise jako surovinu komplementární a její případné navýšení podmiňovala zajištěním evropských přepravních cest a surovinovou nevydíratelností nejen ze strany Ruska, ale i islámských zemí. Jádrem tedy „zbylo“ jako doporučená varianta cestou nejmenšího rizika s tím, že jde o technologii bezpečnou a že umění zpracovávat jadernou energii řadí každý národ k technologicky vyspělým.

Dalším, zcela zásadním doporučením komise byly otevřenost energetických sítí novým technologiím a flexibilita jejich řízení, a také souvztažnosti s okolními obory, zejména s dopravou, ale i s bezpečností.

³ Terawatthodina. 1 TWh je miliarda kilowatthodin (kWh), což je známá jednotka v každé domácnosti.

⁴ Každá továrna dnes spotřebovává elektřinu. Elektrárna je továrnou na elektřinu a na svůj provoz spotřebuje zhruba 10% toho, co vyrobí, do soustavy pak dodává zbylých 90%.

⁵ První Nezávislá energetická komise pracovala v letech 2007 až 2009, druhá v roce 2012. Zejména první čelila nátlaku zahrnout do svých úvah nárůst potřeby elektřiny, který souvisel s tehdejší závislostí nárůstu HDP na tomto parametru. Prof. Václav Pačes, předseda komise, však tento politicky motivovaný nátlak „ustál“ a dobře učinil, v dnešní době úspor už nárůst HDP na nárůstu energetické spotřeby závislý není. Na tvorbě HDP se totiž začaly podílet i energetické úspory.

Pokračování v jaderném programu

V roce 2025 může skončit provoz v jaderné elektrárně v Dukovanech (JEDU). Vláda sice schválila energetikou koncepci i akční plán pro dostavbu jaderných bloků, ale z pouhých slov a také bez peněz se nová elektrárna nepostaví. Současný stav věcí je tedy takový, že nová elektrárna v roce 2025 nebude a nevíme, kdy a zda bude vůbec. Prodloužení životnosti JEDU o dalších několik desítek let je zbožným přáním každého energetického manažera, ale ne za každou cenu. V nedávné minulosti se provozovatel této elektrárny ČEZ, a.s., choval v oblasti údržby a revizí poměrně nedůstojným a necitlivým způsobem. Nešlo jenom o technické pochybení, ale i o skutečnost, že někteří manažeři nadřadili krátkodobé ekonomické ukazatele pečlivému provádění dlouhodobých bezpečnostních revizí, což je nepřijatelné i profesní cti každého inženýra podobně, jako jsou některé zákroky nepřijatelné pro profesní čest lékaře. Krom toho dnes existují politická rizika a silný ideologický a ekonomický vliv sousedních států.

Je tedy prakticky jisté, že nový zdroj do roku 2025 nepostavíme, ale není jisté, zda a na jak dlouho ten starý prodloužíme. JEDU vyrábí ročně 15 TWh. Jednoduše to na první pohled vypadá tak, že přestaneme energii vyvážet a budeme na nule. Jenže tak jednoduché to není. A o tom je celé další varování.

Stabilita soustavy

Typy elektráren

V létě spotřebováváme energie méně a v zimě více. Naopak to mají třeba v jižních státech USA, u nás tvoří zimní špičku topení, u nich zase letní špičku klimatizace. Přes den spotřebováváme méně než v noci, o víkendu obvykle méně než v pracovní dny.

Do soustavy zavádíme nové výroby energie, které jsou závislé na počasí. Fotovoltaické elektrárny vyrábějí jenom v době, kdy svítí slunce, jsou závislé na denní a roční době i na mracích. Mikrokogenerace i větší kogenerace zase vyrábějí elektřinu jenom v době, kdy topí.

Jaderná elektrárna pracuje obvykle v tzv. „základním pásmu“, tedy jede naplno kolem 8000 hodin z 8760 hodin ročně, zbylý čas probíhá pravidelná údržba a výměna paliva. Regulační schopnosti našich jaderných elektráren jsou omezené, současné palivo je certifikováno tak, že může měnit polohu palivových článků a tím i výkon asi tak jednou týdně.⁶

Uhelná elektrárna může na noc snížit svůj výkon a může i přejít do teplé nebo studené zálohy. Nové roztopení elektrárny trvá několik hodin. Kdyby naše uhelné elektrárny byly nasazeny naplno jako jaderné a zbytek času stály, natočily by kolem 4000 hodin. Při stejném výkonu tedy vyrobí polovinu energie ve srovnání s elektrárnami jadernými.

Stabilita systému

Pro stabilní chod soustavy je potřeba zhruba 5 až 10% rezervního výkonu, který slouží k pokrytí výpadků, náhlých změn počasí a změn odběru v důsledku chování průmyslu (tavba v peci), obyvatelstva a služeb (fotbalový zápas v televizi) a dopravě (rozjezd lokomotiv v celou hodinu).

Máme-li ve stávajícím pojetí řízení stability soustavy (monopol na straně zdrojů na regulační výkony) v době, kdy je malý odběr elektřiny (neděle o prázdninách) v provozu zdroje jaderné a obnovitelné a

⁶ Zhruba 150x tam a nazpět po dobu čtyřleté životnosti

nemáme-li jiným způsobem zajištěnu stabilitu soustavy, musíme pro tento účel přidat ještě zdroje uhelné i v době, kdy tuto energii nikdo nechce, a přebytečnou energii vyvézt třeba i za zápornou cenu.⁷

Uvedený stav počítá jako dogma především soukromá společnost EGÚ Brno, a.s. Vzhledem k tomu, že takové výpočty hradí především soukromé společnosti a státní správa ani státní společnosti jejich výsledky obvykle nežadávají nezávislým odborníkům ani univerzitám k revizi, lze těžko stanovit, zda to uvedený zpracovatel neumí jinak spočítat, nebo zde je již součástí samotného zadání, aby se o jiné alternativy ani nepokoušel.

Časově omezený přebytek regulačního výkonu v ČR a nutnost hledat alternativy

Stabilita elektrizační soustavy České republiky (ES ČR) je realizována především uhelnými (fosilními) zdroji a je centrálně řízena dispečinkem ČEPS. Rovněž je podmíněna exportem energie, zejména v letních měsících, kdy na dodávku 300 MW regulační energie musíme vydrobit a dodat do soustavy zhruba 2100 MW navíc energie na roztočených strojích. Evropská unie systematicky tlačí na:

- Defosilizaci výroby energie (Pařížská konference)
- Otevření hranic trhu s regulační energií, možnost konkurence u nás například z Německa nebo z rakouských vodních elektráren
- Zrovnoprávnění regulačních služeb mezi výrobou a spotřebou

Uplatnění každého z výše uvedených faktorů znamená významnou změnu v řízení ale i v nových obchodních příležitostech české energetiky. Není proto možné zavírat oči, že se nás žádná z výše uvedených změn do roku 2030 nedotkne a že vydržíme se stávajícím pojetím.

Při současných cenách se export přestává vyplácet už i polostátní společnosti ČEZ. Pokud ceny ještě poklesnou, může se stát, že se export elektřiny nebo jeho část zarazí sám od sebe z ekonomických důvodů přes všechnu podporu, kterou doposud má.⁸

Riziko stabilních dodávek elektřiny

Úvodem pro optimismus čtenáře dlužno říci, že náhradní stabilizační prvky EXISTUJÍ. Pouze nám někteří energetičtí manažeři nastavili pravidla trhu tak, že se neuplatňují nebo nevyplácejí. Někteří kolegové se dokonce tváří, že se do roku 2025 nic měnit nebude, protože export za nízké ceny se „vyplácí“ a budování nové energetiky se „nevypálí“. Vypálí se nám například elektřinu vykupovat od solárních baronů ze 12 korun / kWh a obratem ruky dvacet procent produkce vyvážet za korunu. Objem

⁷ Tyto regulační služby jsou částečně realizovány setrvačnou hmotou roztočených generátorů, a to v našich podmínkách hlavně na hnědouhelných elektrárnách. Typický blok z minulého režimu má výkon 200 MW, pracovní rozsah 120 až 200 MW a může dodávat +/- 20MW regulačního výkonu. Pokud chceme takový regulační výkon (20MW) z jednoho bloku do soustavy dodat, musí mít odběr minimálně 140 MW, aby mohl přidávat i ubírat na výkonu oběma směry.

- Temelín 2000 MW (2 X 1000 MW)
- Dukovany 2000 MW (4 X 500 MW)
- Fotovoltaika 2000 MW (maximum ve slunečný den)

Je-li letní minimum 5000 MW, nepotřebujeme v létě, nebo alespoň přes den, z bilančních důvodů už žádné uhelné elektrárny.

Avšak při potřebě 200 až 300 MW rychlých rezerv musíme mít k tomu ještě v provozu „navíc“ alespoň 1400 až 2100 MW v uhelných elektrárnách. Ty nemají v České republice reálný odbyt, a proto je nutno jejich energii (a tím i životní prostředí) vyvážet nebo i mařit exportem za nevýhodné ceny.

⁸ 1. Levné těžební poplatky, 2. levné emisní limity, 2. nulovou cenu za použití vedení, 4. nulovou cenu za stabilitu soustavy a 5. nulový příspěvek na obnovitelné zdroje. Zdá se to někomu málo?

vyvezené produkce je zhruba polovina spotřeby energie na zimní vytápění všech domácností, ale „nevypálí“ se nám s tím topit ani za dvě koruny. Prý by to neodpovídalo „pravidlům trhu“. Do jaké míry taková pravidla respektují fyzikální a také sociální logiku je asi nutno v nejbližší době revidovat a nenechat je v platnosti až do roku 2025, jak by si někteří kolegové zřejmě přáli. Rovněž tak i nezávislou komisí deklarovaný flexibilní přístup k soustavám, kde exportéři ani solární baroni neplatí nic, a malovýrobci krom vysokých cen za užívání soustav narážení ještě na technické a administrativní obstrukce.

Kdo nevěříte, zkuste si dát na dům fotovoltaiku a na vámi vyrobené energii si uvařit v kanceláři kafe na druhém konci města.

Scénář zavření Dukovan

Když jsme na poměrně podrobných modelech vyšetřovali stabilitu soustavy po uzavření této jaderné elektrárny, měli jsme pro rok 2025 dva scénáře: v jednom bylo možno energii dovézt zvenku a ve druhém nikoli. Tato situace reflektuje energetickou situaci Francie, které je doposud exportní zemí, ale tuto roli ztrácí. Ve scénáři, kdy nebylo možno odpovídající množství energie dovézt, chybělo asi jedno procento roční energie, což je chyba zanedbatelná a je srovnatelná s teplým nebo studeným rokem. Zato ale stabilita soustavy byla vážně narušena: po dobu 1280 hodin z 8760 hodin v roce byla soustava nestabilní, což je zhruba 15% času.

K uvedenému jevu dochází tak, že všechny zdroje najednou na maximální výkon a energii vyrábějí jindy, než kdy se spotřebovává. Uhlé elektrárny nesnižují výkon v noci a nestíhají ranní a odpolední špičku v průmyslu a ve službách. Rovněž pravidlo, že si v neslunečný den „vypomůžeme“ pár lopatami uhlí na investičně odepsaných zdrojích, vzalo v takovém scénáři za své, a tak ve slunečném dni energie přebývá a v zamračeném je jí nedostatek. Výše uvedené jsou pouze základní principy takového scénáře, jinak vyžaduje další simulace včetně simulací možných řešení a podrobný rozbor.

K tomu snad netřeba dodávat, že by se podobným způsobem projevilo i zavření bloků uhelných, pokud bychom soustav neřídili jinak.

Primární energetické suroviny, balance a úsporné nakládání s nimi

Nová rizika let 2022 a 2035

2035 otázka jaderného zdroje

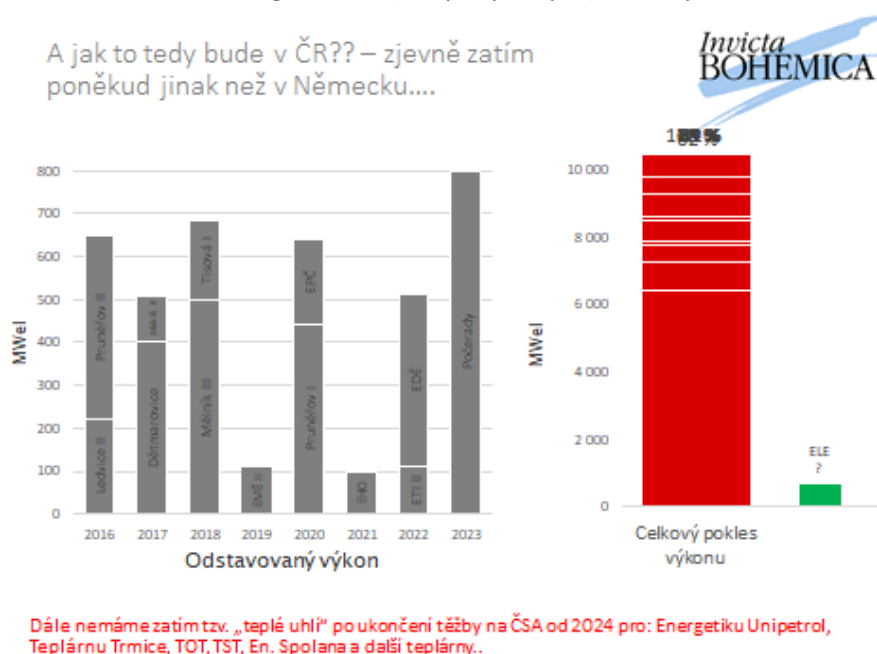
Musíme si přiznat, že od výstupů tzv. Pačesovy komise uplynulo přes 10 let. Za tu dobu se jednak změnilo okolní prostředí a též jsme se posunuli o dekádu v časové ose. To znamená, že daleký horizont s riziky se jednak přiblížil o oněch deset let a jednak došlo k materializaci rizik nepředvídaných (a nepředvídatelných). Budoucnost naší energetiky má proto dva přelomové letopočty, 2022 a 2035. Začneme od toho vzdálenějšího, v té době uběhne doba dvaceti let od současného prodloužení provozu jaderné elektrárny Dukovany. Scénáře, že tato elektrárna bude fungovat ještě dalších 10 let do roku 2045, jsou sice v principu možné, ale spíše nepravděpodobné. Nejde přitom jen o technologickou výdrž, ale zejména o trendy v sousedních státech. Nelze tedy počítat s neustále se prodlužující životností Dukovan a současně nemít konkrétní scénáře možné náhrady, a to už po roce 2025, kdy je třeba se na její odstavení začít připravovat.

2022 jiný stav systému, namísto exportu vyrovnaná balance

V roce 2022 se ocitne česká energetika jako systém ve zcela jiném stavu, a to včetně jejího okolí. Z hlediska investičního, kdy výstavba energetických zdrojů trvá řadu let či v případě jaderných desetiletí, jde o skokovou změnu. Navíc legislativní a politické nejistoty spojené s celým oborem klasické energetiky podvazují takovéto investice už v zárodku. Nový stav se obvykle ustálí v jiných parametrech, ty jsou ale obtížně predikovatelné a nelze je jednoduše „vyvěštit“ ze scénářů i cen současných.

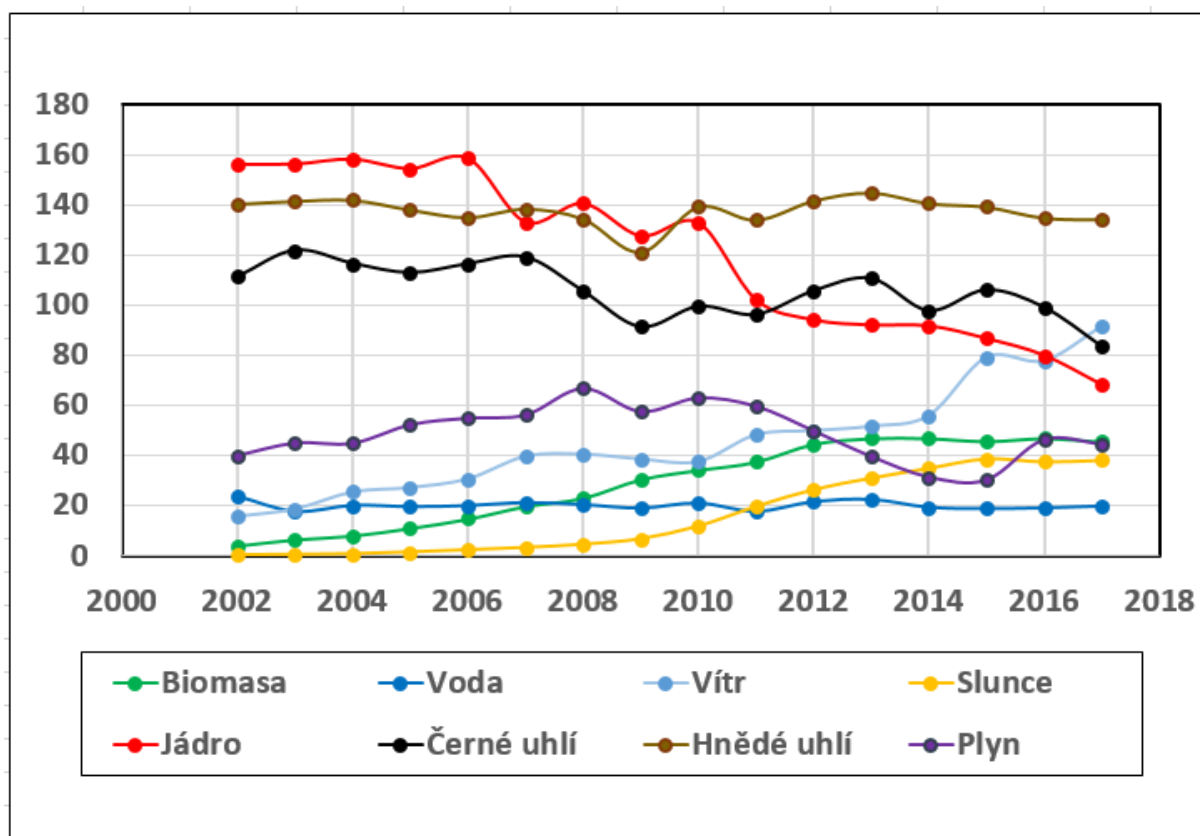
Co se všechno odstaví

Do roku 2022 dojde v ČR k uzavření 40% výkonu stávajících uhelných elektráren. Podobný osud se týká i řady tepláren, ty však k datu sdělení nebyla podrobně dopracovány. Teplárny dodávají do systému nejen teplo, ale i elektřinu včetně regulačních (tzv. podpůrných) služeb pro stabilitu dodávek elektřiny.



Obr. Odstavovaný výkon kolem roku 2022. Zpracoval Invicta Bohemica na základě aktuálních plánů ČEZ, a.s. Ten si má v úmyslu dlouhodobě ponechat pouze tři ekologizované elektrárny: Ledvice, Tušimice a Pruněřov a ostatní zavřít. Rozhodnutí o dostavbě jaderného zdroje však zatím ještě nepadlo.

V sousedním Německu dojde současně k uzavření všech jaderných elektráren a nebudou dostavěna velkokapacitní vedení sever – jih.



Obr. Německá Energiewende v číslech (autor obrázku i extrapolace do konce roku 2017 V. Wagner – data převzata z Fraunhofer ISE <https://www.energy-charts.de/index.htm>). Voda zůstává stejná, dotovaná biomasa je za posledních 5 let v saturaci, nárůst fotovoltaiky se zastavil, vítr stále roste (není známo, jak blízko je limitu). S poklesem jádra poklesá i snižování emisí CO₂. V posledních dvou letech je patrný přesune mezi černým uhlím a zemním plynem, hnědé uhlí zůstává stále beze změn.

Rekapitulace změn

1. Energetická politika sousedního státu významně ovlivňuje i dění u nás. Nejde pouze o tlaky politické, těm se dá čelit, i když je vzhledem k provázanosti ekonomiky nemůžeme podceňovat. V roce 2022 hodlají v Německu uzavřít všechny jaderné zdroje. To bude mít vliv především na stabilitu soustavy i na možnost energií z Německa dovážet. Pokud budou sami v deficitu, nedovezeme nic a navíc se k nám bude přenášet nestabilita vnější soustavy přes cenové signály (tedy tento druhotný efekt zůstane i když dokážeme odstínit fyzikální projevy pomocí transformátorů s posunem fáze) a tedy do cen regulační energie.
2. Bruselská politika BAT a BREF. Podle současných informací toto povede k uzavření zhruba 40% výkonu ve fosilních elektrárnách. Mechanismus uzavírání i důsledky pro soustavu budou popsány podrobně.
3. Masivní rozvoj nových technologií. Nedá se očekávat, že by v následujících dvou dekádách převzaly u nás možnou náhradu za jaderné nebo fosilní zdroje. Nová instalovaná energetická zařízení však představují také nový koncept řízení a říditelnosti soustav a spolu s alternativou pro kritický rok 2022 představují i výzvu pro rozvoj českého průmyslu především v oblastech menšího strojírenství a řídicích prvků včetně algoritizace a softwaru.
4. Nové přístupy ke klimatickým změnám a životnímu prostředí. Celkově je patrný trend k rozsáhlejší a závažnější diskuzi o problému klimatických změn, což vytváří atmosféru očekávání, že emisní limity budou zpřísněny a/nebo emisní povolenky až neúměrně zdraženy. To vytváří velkou investiční nejistotu.

Hlavní důsledky uvedené situace / systémová změna

Česká republika mění svůj energetický koncept z exportního do neutrálního

V roce 2012, kdy skupina odborníků navrhovala poklady pro další vývoj, měla Česká republika přebytek výroby energie. Ve snaze dostat se do pořadí spolu soutěžily zdroje především o dotace a politickou přízeň, cena přebytkového trhu byla nízká. To bylo dáno situací, kdy soutěžily odepzané fosilní zdroje a dotované zdroje obnovitelné, obojí de facto za variabilní náklady, tedy bez promítnutí nákladů jen na prostou obnovu. V takové situaci je cena trhu nízká a nevygeneruje rozumný signál pro investici. Po roce 2022, bude-li v naší zemi neutrální saldo a v sousedním Bavorsku možný deficit, lze očekávat, že se na trh dostane každý, kdo takovou situaci přežije, a to i se staršími zdroji. Cena v nepřebytkové energetice bude jiná a cena v energetice deficitní může tvořit násobky toho, na co jsme dnes zvyklí. Pro srovnání, v roce 2015 v době extrémního sucha byla v Polsku cena elektřiny zhruba desetinásobná, protože nebyla voda na provoz a chlazení elektráren. I v současnosti v zimních bezvětrných měsících překračuje cena elektřiny na trhu v Německu 100 EUR za jednu MWh, naopak v ideálních větrných podmínkách se pohybuje v záporných hodnotách.

Soustava už nebude taková, jak jsme ji byli zvyklí dosud vnímat

Většina systému, který byl po roce 1990 dobově moderní a funkční, začíná být fyzicky i morálně zastaralá. Představa, že máme stále fungující a spolehlivou energetiku, je s postupujícím časem stále více diskutabilní.

Riziko deficitu při dalším zavírání elektráren

Budeme-li na nule, znamená každý další zdroj odstavený bez náhrady už jenom deficit, ať již jde o Dukovany nebo další uhelné elektrárny.

Při deficitu problémový import

Dovoz vzhledem k německé situaci bude pravděpodobně nemožný podle našich potřeb, bude tomu vlastně naopak, dovoz bude možný pouze v době přebytku výroby z obnovitelných zdrojů, který ale nepředstavuje stabilní zdroj pro náš průmysl. Období možného importu se tak bude značně překrývat s dobou, kdy i my bude mít přebytky a budeme je naopak my sami mít problém udat.

Jiný koncept regulace a stability systému

Naše soustava je regulována pomocí exportujících uhelných bloků. Je to podobné, jako v Rakousku tekoucími vodními zdroji. Bude nutno řešit problém poledního přebytku energie a možného deficitu v ranní a odpolední špičce. Proti nestabilitám německé soustavy nás možná částečně uchrání transformátory s příčnou regulací, avšak stabilitu za touto bariérou si budeme muset řešit sami.

Nejistota stabilní nízké ceny energie

Nízká cena je způsobena současným přebytkem výroby, kdy spolu za variabilní náklady soutěží dotovaná energie obnovitelná a energie z odepzaných klasických zdrojů, která se do systému dostává za variabilní náklady. V době vyrovnaného salda nebo dokonce deficitu nelze pokračování tohoto jevu nadále předpokládat. Konkrétní cenové scénáře nejsou předmětem studie, lze však očekávat spíše násobné, než malý posun. Například v případě neplánované odstávky Temelína byly ceny dvojnásobné a v Polsku byly v době velkého deficitu v době sucha ceny i desetinásobné.

Cena za stabilitu systému

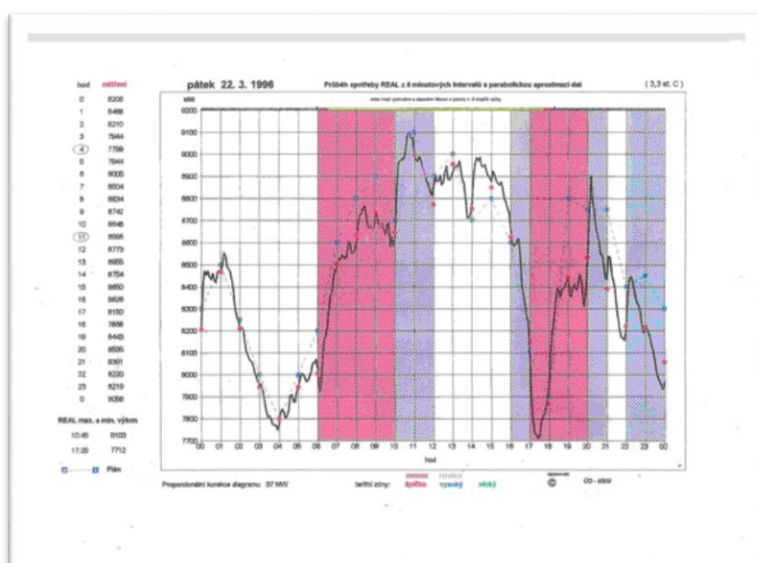
Cena regulační energie je dána cenou rezervy, která není do systému dodána. Tedy stoupne také. Toto může vyvolat i jiné cenové prahy na částečnou energetickou soběstačnost infrastruktury a akumulaci energie.

Regulační energie je také energie a má své úspory i cenu

Řešení v decentralní energetice

Řiditelné zátěže v ES ČR máme a umíme s nimi pracovat na základě cenových signálů a řízení soustavy. Překážky, kvůli kterým se tak v současnosti neděje, nejsou dány principy tržního prostředí, ale českou variantou jeho implementace, a nejsou dány unbundlingem, ale tím, že role distributora jako agregátora decentralních služeb nebyla zohledněna, přestože je technicky možná. Rovněž tak máme v celé republice historicky funkční systém řízení takových zátěží. V zimním období byl koncem devadesátých let v 17 hodin nasazován špičkový tarif, ve kterém se platilo za výkon.

Obr. 3



Na dobovém grafu vidíme snížení spotřeby v elektrizační soustavě České republiky na základě cenového signálu v 17 hodin realizované v decentralní spotřebě – konkrétně pomocí elektrotepelné zátěže ovládané HDO. Efekt začal těsně před 17 hodinou a během 15 minut se postupným odepínáním boilerů, akumulčních kamen a přímotopů výkon snížil o 1000 MW, což odpovídá dnešnímu výpadku Temelína. Takto můžeme regulovat dodnes,

pouze takové regulace nepoužíváme, protože favorizujeme „přebytek regulačního výkonu“ na exportujících uhelných elektrárnách. Tato regulace šetřila jednotlivým rozvodným závodům desítky milionů plateb pro ČEZ a ovládal a užíval ji de facto každý. Stávající systém se chová velmi podobně jako přečerpací vodní elektrárna a má vlastnosti podobné akumulaci energie.

Aktualizovaná Státní energetická koncepce

Příběh

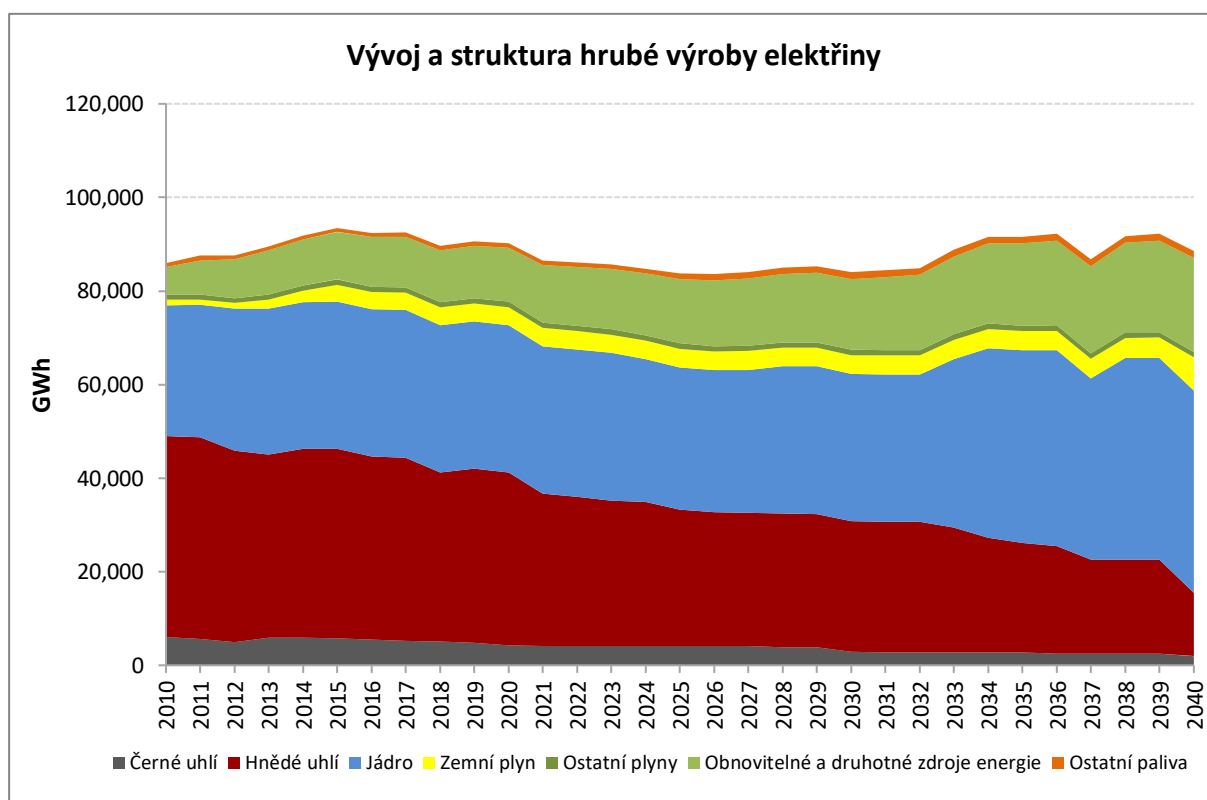
Současná společnost se mění. Mění se požadavky společnosti, mění se technologie, hovoříme o tom, zda se mění i klima. Jedním ze základních imperativů druhé Nezávislé energetické komise, jejíž výsledky posloužily jako základ současné aktualizované státní energetické koncepce, byla otevřenost energetických soustav. Nevíme, co bude v následujících dekádách, víme však, že pokud chceme civilizaci provozovat způsobem podobným současnému nebo i způsobem podobným druhé polovině minulého století, potřebujeme stabilní dodávky energie.

Nežijeme už v iluzi, že nám minulý režim zanechal stabilní soustavy, které vydrží beze změn další desítky let, a budeme nad nimi pouze provozovat obchodní operace. Udržení nukleárních elektráren v energetickém mixu a jejich větší flexibilita je pouze jeden z korků, které očekáváme. Stará soustava byla budována na flexibilitě uhelných bloků, které pomalu dosluhují. Uhlé bloky pokrývají změny spotřeby mezi zimou a létem, mezi všedním a pracovním dnem, mezi dnem a nocí, a poskytují i většinu

rychlých regulačních služeb. Řada nových decentrálních zdrojů nejen že tuto funkci postrádá, ale naopak při současné implementaci klade další nároky na flexibilitu soustavy. Jsou to především zdroje fotovoltaické a také mikrokogenerace, kterých má být podle očekávaného scénáře až 1000 MW elektrického výkonu, tedy srovnatelně s jaderným blokem. Podle počasí tuto energii buďto v soustavě mít budeme, nebo také ne, avšak při současném uspořádání běží spotřeba nezávisle na tom, co se děje na straně výroby.

Následující obrázek, převzatý ze schválené ASEK, jasně demonstruje, co se bude dít. Hnědá část diagramu, která doposud drží flexibilitu a stabilitu dodávek, ubývá, část zeleného a část žlutého proužku naopak závisí na počasí a nutnost takové regulace navyšuje.

Konkrétní opatření, která bychom měli vykonávat, jsou obsažena v Národním akčním plánu pro chytré sítě. Nutno si uvědomit, že centrální výroba elektřiny, například v jaderných elektrárnách, a provozování distribučních soustav s decentrální výrobou, nejsou dvě oddělené disciplíny, ale pouze dva konce téhož. ČEZ bude možná vlastnit a možná i spolufinancovat část decentrální energetiky, ale bude ji zcela nepochybnitelně na úrovni distribuce řídit. Pokud se na tuto skutečnost vykašle (omlouvám se že neužívám vznosnější termín), bude mít ve dvou oddělených rukou dva kusy téhož energetického systému, které si budou v poledne nesmyslně konkurovat a v době možného nedostatku v ranní či



odpolední špičky zase vytvářet příležitosti pro dovozy nebo další zdroje. Dalším tématem je i zabezpečení takových dodávek a bezpečnost celého systému. Špatně udělaná decentrální energetika totiž v době nedostatku nebo blackoutu neslouží, slunce svítí v poledne, mrazáky potřebujeme celý den a na televizi se díváme večer.

Implementace obnovitelných zdrojů energie

Rozvoj obnovitelných zdrojů v ČR je ukotven v Národním akčním plánu České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů, schváleném Usnesením vlády ČR ze dne 25. srpna 2010 č. 603. Podrobný přehled legislativy včetně vyhlášek je uvedený v první stránce dokumentu Národního akčního plánu na stránkách MPO. Týká se i dřevní biomasy a výroby elektřiny.

10kW fotovoltaické samovýroby

V rámci nového zákona bude umožněna samovýroby 10kW na střeche. Při vyšší integraci projektu musím usilovat o částečnou výměnu mezi samovýrobci a samospotřebiteli v místech, kde to energetická soustava umožní.

Národní akční plán pro inteligentní sítě (NAP SG)

Jedním z klíčových bodů pro další znalostní postup je bezesporu opatření A9 „Návrh a přijetí opatření pro integraci vysokého podílu distribuované výroby do ES ČR“. Na základě tristní zkušenosti s fotovoltaikou a další přemrštěnou podporou zákonodárce uvažuje nikoli, jak umístiti do DECE „co nejvíce“, ale jak to celé integrovat. Komplementem tohoto opatření je A7 na straně přenosové soustavy, zejména možnosti poskytování podpůrných služeb z DECE, a společně vyúsťují do A11 a A12, tedy provozování a řízení přetvářející se soustavy. Celá řada dalších opatření s tímto úzce souvisí, například dispečerské řízení nebo síťové kodexy, které jsou de facto kodifikací výstupů předchozího.

Úlohy dalšího rozvoje

Současné technologické možnosti převyšují o řád znalosti, co s takovou budoucí soustavou vlastně chceme dělat. V každé rozvodně umíme měřit prakticky cokoli a dálkově ji ovládat, máme inteligentní elektroměry, umíme přenášet data po energetických nebo telekomunikačních sítích nebo vzduchem v prakticky libovolných objemech. Obdobným způsobem umíme i řídit, tedy povalovat. Opatření A9 Nap SG samo o sobě obsahuje návody, jak se ve znalostech dostat dále: scénáře, režimy, mezní hodnoty, simulace, bezpečnost Na základě tohoto máme navrhovat legislativní opatření. Zcela jistě to již není míněno tak, abychom implementovali zase co nejvíce nějakých určitých zdrojů a provozně je favorizovali, protože si ej zákonodárce vědomý, že bychom se takto mohli blížít nejen k energetické chudobě při přemrštěném dotování, ale také k částečné absenci říditelnosti takto znásilněného a zbastleného energetického systému, tedy k blackoutu.

Regulace

Pokud regulace určuje tarif na podporu obnovitelných zdrojů, je klíčovým faktorem k jejich vhodnému i nevhodnému rozvoji. Některé výsledky projektu byly aplikovány při oponentuře tarifní reformy a jsou uvedeny v příslušné aplikační pasáži i se zjištěními obecnějšího charakteru. Text této pasáže nebyl rozdělován a je uveden v příslušné kapitole v celku.

Poznámka k legislativě a roli distributora

Podle současného konceptu jsou odděleni provozovatelé sítí od dodavatelů energie podobně, jako například koleje a jejich vlastník a vlak, který může náležet kterémukoli dopravci. Za rozvoj smart gridů zodpovídají právě provozovatelé distribučních soustav. Jsou to privátní společnosti, které provozují činnost ve veřejném zájmu a mají z toho garantovaný přiměřený zisk. Ten je dán rentabilitou jejich aktiv.

V šedesátých letech se začínalo v Západočeském kraji implementovat HDO. Šlo o úspory investic, jedním vedením bylo možno takto obsloužit dvě skupiny akumulčních spotřebičů s vyloučením ranní a odpolední odběrové špičky. Výsledkem byla úspora investic.

Ze síťových společností je jediný ČEPS 100% státní firma, která na úrovni představenstva i zástupce vlastníka – MPO čas od času řeší dilema, zda je společností „všeoužitečnou“ s povinností starat se o energetiku, anebo společností akciovou s povinností přinášet zisk svému vlastníku – českému státu. Ostatní společnosti tohle jako zásadní problém neřeší, jedna z nich je plně a druhá majoritně zahraničně vlastněna a jde o regulované komerční subjekty. Jejich zájmem je tedy především maximalizace zisku, a to z definice zákona. Nejde o morálku, je to systémový problém a je to právě stát, který nastavuje svou energetickou politiku.

Tarify

Stanovení oprávněných nákladů provozovatele distribuční soustavy

Městské dispečinky, smart řešení apod. jsou nové prvky. Nutno stanovit míru a způsob výpočtu, do jaké míry patří k oprávněným nákladům distributora, který se na nich podílí.

NAP SG ukládá distributorovi celou řadu povinností. Současně konstatuje, že mají být podporovány z OP PIK. Lze tedy v dobré víře předpokládat:

- a) Státní podpora slouží realizaci národního akčního plánu. Pokud je pro něj využita, nejde o regulovaný příjem distributora, ale o veřejnou službu provozovanou v jiném režimu.
- b) Část nákladů distributora účelně vynaložené na splnění NAP SG je součástí regulovaných nákladů.
- c) Nutno prosadit, aby i vytváření příslušné know-how, experimentování, pracování dat, ověřování způsobu řízení soustav apod. byly také oprávněným nákladem.

Problém není úplně triviální, je to částečně veřejná služba a částečně služby zákazníkům „smart“. Vzhledem ke schválenému NAP SG doporučuji favorizovat první složku s tím, že by měl např. obchodník manipulační poplatek za užití takto veřejně dostupného systému (tedy celé je to oprávněným nákladem, který je zčásti pokrýván výnosy z poplatků uživatelů, s výjimkou veřejného zájmu – bezpečnost, kritická infrastruktura, nemocnice apod.)

Nové tarify, dynamické distribuční tarify (DDT) a jejich praktické ověření

Smart tarify v lokalitě – FV, HDO, EM, klima apod. EU nás tlačí do dynamických distribučních tarifů (DDT). Máme o tom poměrně konkrétní představu:

Po reformě se bude platit na maximální velikost příkonu (např. 16 A)

V době, kdy bude přebytek výroby (konkurence FV a jádra v poledne) dostanou zájemci „dynamicky“ navýšení příkonu 25A za nějakou rozumnou cenu. Výhodou je, že za snesitelný příplatek k distribuci dosáhnou na levnou energii v soustavě, kterou si pomocí takto navýšených distribučních kapacit nakoupí a odčerpají ze soustavy.

Integrovaná podpůrná služba pro centrální dispečink (dle trendu EU)

Odlehčení příkonu města nebo naopak zvýšení odběru v době přebytku.

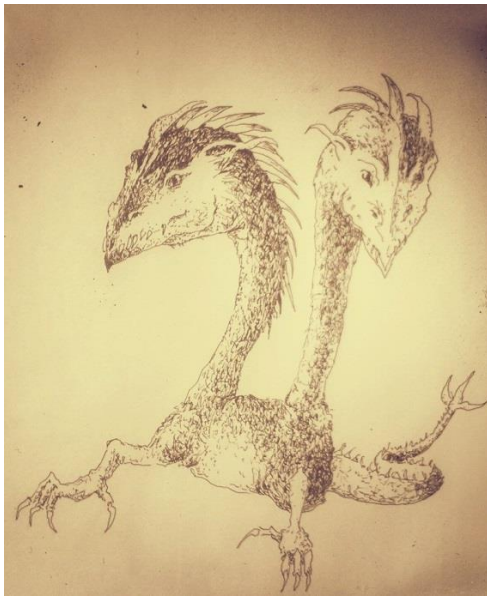
Nutno ověřit a hledat model spolupráce Přenosová soustava – distribuční soustava – městský dispečink

SMART energetika

Využití obnovitelných zdrojů, decentralní výroby a prvků lokálního řízení

Centrálně a decentralně

Celý problém se nejlépe demonstruje na příběhu dinosaurů a placentálů. Minulé století je ve znamení vývoje technologicky vyspělých obřích bloků, nadnárodních soustav, zvyšování produkce i instalovaného výkonu, a to až do konce osmdesátých let. Na druhém konci byly pouze elektroměry a pojistkové skříně, v nejvyspělejších systémech denní a noční proud. Existovali i dinosauři menší, městské teplárny a závodní elektrárny, ty však byly zapojeny do centrálně řízeného systému a jejich činnost centrálně optimalizována.



Největší nápor současných změn není na velkou centrální soustavu, ale na soustavu distribuční, která se namísto „rozdělovače“ (rusky „raspredelenije“) energie z velké soustavy do jednotlivých trafostanic a domů stává inteligentním administrátorem poměrně živého dění. Líhnou se „placentálové“, malé výrobny, které ovšem při svém „přemnožení“ někdy vyrobí tolik, že energie v distribuci teče opačným směrem a napájí z těchto malých zdrojů centrální systém. Bohužel většinou jen někdy, fotovoltaika je závislá na slunečním svitu a mikrokogenerace zase na vnější teplotě, kdy se topí a tedy i vyrábí elektřina. Pokud si samovýrobce spotřebuje energii sám, není takový vývoj ovlivnitelný žádným legislativním ani cenovým opatřením.

Dinosauři mají ve své říši jasno. Když postavíme nový jaderný nebo jiný blok, bude mít stále podobné vlastnosti, možná o něco flexibilnější nebo spolehlivější, ale bude podobný. Bude kráčet těžkým krokem vpřed, možná o něco flexibilněji a s větší grácií, a bude potřebovat tuny zuhelnatělých přesliček nebo malý kus uranu či v budoucnu plutonia. Počítáme-li, že bude nutné část centrální výroby energie ponechat alespoň pro jednu až dvě následující generace, nesmí dinosauři předčasně vyhynout. Oni totiž napájejí průmysl a také městské aglomerace, kdy nyní žije velká část obyvatelstva bez možnosti si energii samovýrobit. Ve středověku a rovněž na přelomu 19. a 20. století to bylo jinak, ale tyto změny se dály řadu desetiletí a dnes žijeme takovýmto způsobem.

Tedy:

- Centrální soustava (dinosauři), bude-li zachována, bude fungovat podle stejných nebo podobných technických principů, jak funguje nyní.
- Při snížení výroby v soustavě centrální a zvýšení výroby decentrální (placentálů) už neplatí, že ohromná dinosauří říše má dost energie vždy, když placentálové nedodávají.
- Když dodají placentálové třetinu a dinosauři dvě třetiny energie, musí už oba systémy spolu kooperovat, a ne si konkurovat.
- Celý energetický systém jinak ani fungovat nemůže. Bavíme-li se o masivním rozvoji decentrální výroby, je řízení jejího chování ve vztahu k velkým soustavám součástí zadání už od samého počátku. Jde o existenční požadavek realizovaný pomocí smart řešení.

Bezpečnost

Budujme trh na přebytkovém výkonu soustav z minulého století a deformujeme jej dotacemi do zdrojů, zapojenými ovšem tak, že bezpečný provoz soustav spíše narušují, než aby jej podporovaly. Na druhou stranu je naše civilizace extrémně elektronizována, bez počítače si dnes nekoupíme rohlík ani nedojdeme k lékaři, který obvykle vede celou anamnézu elektronicky. Tedy bez elektřiny nejsme

schopni dělat vůbec nic. Kanalizační jímky v Praze mají kapacitu 24 hodin, plynová topení s čerpadly bez elektřiny nevytápějí, komunikace společnosti ani krizové infrastruktury nekomunikuje.

Spotřeba v šedesátých letech byla zhruba třetinová ve srovnání s dnešní (viz obr.). V té době jsme už měli televizi, ledničku, pračku, průmysl a elektrickou lokomotivu. Z předchozího vyplývá, že pokud vyrobíme v decentralních soustavách třetinu energie a centrální by zkolabovaly do blackoutu, přežijeme při troše úspor jako v letech šedesátých, možná si navlékneme korálky, zapálíme občas svíčku a pustíme z elektrického gramofonu Beatles.

Hlavním problémem ale je, že současné soustavy tohle vůbec neumí. Fotovoltaika na střeše dodává do centrální (dinosauří) soustavy, ale nemá obvykle vlastní systém, jak udržet v domě ledničku a žárovku. Jsme schopni z dispečinku zapnout tu část sítě, kde je napojena nemocnice. Pokud je ale v této větvi napojena také ilegální pěstírna drog, napájíme obojí bez možnosti to ovlivnit.

Smart distribuce je základem celého systému. Je to inteligentní obsluha nově se rodící říše placentálů. V daný moment neexistuje. Je to řízení a komunikace složitého systému při uspokojování různých typů potřeb. Bez znalostí těchto potřeb není možno žádaného efektu dosáhnout investicí do měřidel, které mnozí plánují. Na druhé straně bez měření není možno řídit ani zajišťovat byť jen monitoring systému. Jde zde tedy spíše o polemiku, jakým úlohám a řešením mají „smart“ prvky sloužit, než o názor, že by se jimi soustavy neměly osazovat.

Smart home s tím musí umět komunikovat, smart factory nebo logistické centrum je přímo součástí systému.

Počítačové piráti

V neposlední řadě zde hraje roli i kybernetická bezpečnost. Pirát nám může v nechráněném systému provozovaném na webu způsobit i blackout, je-li schopen ovlivňovat spotřebu nebo výrobu.

Zadání budoucího vývoje energetiky

Rekapitulace

- Máme soustavu z minulého století, s tím i zdrojový mix.
- Namísto centrálního řízení jsme si zavedli tržní koncept. Stabilita soustavy je možná pouze tehdy, když to, co je pro soustavu výhodné, je také výhodné pro účastníka trhu, méně vhodné chování pro soustavu je dražší a nebezpečné chování je zakázané. To se nám podařilo vyladit.
- Trh jsme zdeformovali masivními dotacemi, tedy nevysílá správné signály, ani kdyby mohl. Bez dotací a garancí se neinvestuje, nestaví se téměř ani interkonektory.
- Samostatnou kapitolou je legislativa. Podle té současné trvá výstavba vedení dva roky a plánování a formální odsouhlasování dvacet let. I kdybychom na něco měli v deformovaném trhu peníze, je obtížné to postavit.
- Společnost je čím dál více závislá na stabilních dodávkách energie, a to i v oblastech, které byly dříve volnější, a to především díky elektronizaci a kybernetizaci (platební styk, ovládání dopravy, medicína)
- Rodí se nové technologické prvky včetně decentralní akumulace a samovýroby energie, tyto jsou připojovány ke stávající soustavě chaoticky, skoro podobně jako digitální zařízení k analogové síti.
- Hlavním motivem společnosti není pokrok, ale trh. Ten je deformovaný a neuznává dlouhodobé investice, ale krátkodobé výnosy kapitálu. Rovněž role státu, kde právě hlavním driverem změn je aktivita státu v podobě dotací, předností atd., přispívá velké nejistotě investorů zejména v nedotovaných segmentech. Ti volí jiné možnosti právě kvůli dlouhodobé nejistotě energetické politiky. Masivní dotační politika je naopak prováděna ve jménu „pokroku“.

Co chceme?

Určitě udržet část centrální energetiky v chodu

Rozvinout decentrální energetiku a udělat z toho funkční systém nové generace, nikoli implementaci legislativních pouček a tržních procedur i deformací do systému z minulého století.

Chceme to umět budovat a řídit, NE krátkodobou výnosnost kapitálu.

Kolik bude energie a kolik jí bude potřeba

Máme tři možnosti:

1. Poptávka převyšuje výrobu, musí se regulovat. V šedesátých letech se vypínaly celé čtvrti, dnes vymýšlíme podobnou technologii „rolling blackout“⁹.
2. Poptávka je rovná výrobě
3. Výroba (instalovaný výkon) převyšuje poptávku. To je dnešní stav.

Energii, zejména elektřinu, lze skladovat omezeně, tedy se jednotlivé scénáře mohou lišit i v průběhu dne.

Z toho plyne, že smart soustava musí být „obojživelná“. Nemá umět pouze „demand side management“, ale **také krizovou optimalizaci**.

Soustava „smart and survival“ musí umět fungovat i při blackoutu v ostrovním režimu a zajišťovat omezenou energetickou potřebu příslušné komunity (domu, města nebo i státu)

Řídíme následující potřeby:

- Potřeby z nadvýroby (nejlepší cena, demand side trhu)
- Potřeby z nedostatku (včetně blackoutu sanovaného decentrální energetikou)
- Potřeby technologie provozu soustav. Sem patří především regulace přetoků a přetěžování a také demand side ze strany centrální regulace

Smart home nebo smart čtvrti, smart továrny

Podíváme-li se na nedávný vývoj

- v oblasti počítačů – od dálkových počítačů až po dnešní osobní počítače
- v oblasti telefonů – impulsních s ciferníkem až po dnešní smartphony
- v oblasti obrazové techniky – do elektronkové televize až po dnešní digitální techniku

asi nám přirozeně dojde, že budoucí smart soustavy nebudou ani dálkově řízená zapnutí a vypnutí v domácnosti, ani že ty dnešní elektroměry budou za deset let ty pravé. Předpokládáme pestřejší komunikaci, predikční diagnostiku, cenové expektance, předávání optimalizačních kritérií a dalších potřeb soustav. Rovněž lze očekávat, že v objektu bude jedna multifunkční jednotka ovládající například tepelný a elektrický režim, alarm a komunikace k tomu.

Přes snahu dodavatelů především měřících technologií hrozí jisté riziko, že dovezeme de facto analogii těch číselníkových telefonů, a ty se stanou buďto brzdou dalšího rozvoje, anebo budou muset být vyměněny.

Součástí je i komunikační a kybernetická bezpečnost, nejen kvůli datům, ale kvůli možnosti ovlivnit spotřebu a narušit tak stabilitu soustav.

Ekologická implementace OZE do systému

Energetická soustava je provazbený systém, organismus. Cílem této části projektu je ukázat synergii ekologických efektů mezi centrální a decentrální výrobou energie a také soudobostí spotřeby. PO

⁹ Máme—li například 70% energie pro deset městských čtvrtí, můžeme sedm držet zapnutých, tři vypnuté a ty v čase střídat. Smart řešení naopak umožní všech deset čtvrtí zásobovat ze 70%.

stránce metodické jde o současné použití meteorologických (ekologických) modelů a modelů stability soustavy, a to na úrovni centrální, decentrální a ve vzájemných vazbách, které se ovlivňují.

Společenský přínos je hlavní v tom, že současná implementace decentrálních zdrojů energie způsobuje vyšší nároky na stabilitu energetické soustavy. V tomto smyslu nejde pouze o vědecké pojednání, ale o přelomový moment. Ten, samozřejmě, nebude uplatňován okamžitě, ale jde především o otázku co dále, až klasické konvenční zdroje doslouží a část jich bude nahrazována něčím úplně jiným, pro současné pojetí řízení soustavy málo známým. Ekologické dopady takových transformací jsou podstatné, a to zejména v oblastech, kde je v tomto smyslu stav nepříznivý nebo dokonce v rozporu s přijatými zdravotními i společenskými normami.

Soustavy dnes mají narůstající decentrální výrobu, ta není uspokojivým způsobem integrována a neslouží tak ekologickému ani bezpečnému provozu v době nouze, takto ji nikdo neumí řídit. Technické způsoby řízení musí podporovat požadavky společnosti na ekologii a také zabezpečení dodávek.

Základní principy a pojmy

Rozklíčování znečišťujících faktorů a jejich významu

- a) Průmysl (průmyslová energetika)
- b) Energetika velká, centrální (systémové elektrárny)
- c) Energetika malá, decentrální (zdroje o stovkách kW až jednotkách MW, lokální topeniště, nové kogenerace a obnovitelné zdroje)
- d) Doprava (možnosti alternativ primárního zdroje – elektromobilita)

Soudobost dodávek a zajištění stability celého systému

Klasická stabilita soustavy dosahovaná spoluprací centrální a decentrální výroby energie (dle současných trendů EU & ČEPS). Vliv fosilních zdrojů, které se účastní dodávky stability soustavy, na znečištění. Porovnání scénářů regulace systému fosilními zdroji a decentrální energetikou za účasti obnovitelných zdrojů. Užití meteorologického modelu – vliv provozu soustavy (centrální a decentrální včetně průmyslové energetiky) na dotčenou oblast v různých scénářích podmínek.

Smart village

Klasické smart home a spolupráce mezi nimi formou hierarchického multiagentního systému. Dvouparametrická optimalizace úspor energie a čistého vzduchu – zamezení větrání v době inverze i za cenu větších nákladů apod.

Sociální rozměr

Vliv transformací na styl a kvalitu života společnosti. Ekologie, stabilita dodávek, energetická chudoba a její prevence. V tomto smyslu je i topení odpady v domácích topeništích výrazem nejen nedostatečné osvěty, ale i energetické chudoby, nedostatku investic a nedostatku prostředků na krytí provozních nákladů šetrnějších řešení. „Ekologicky“ dotováni jsou solární baroni, nikoli obyvatelstvo a malé a střední podniky.

Jak mohou decentrální a obnovitelné zdroje zvýšit exhalace?

Existují dva trendy.

Závislost části decentrální výroby energie na počasí

Výroba a spotřeba energie nejsou v dnešní době dostatečně provázány. Spotřeba energie závisí převážně na denní době (den/noc), na dni v týdnu (pracovní/nepracovní) a také na období v roce (v energetice rozlišujeme tři, léto, zimu a jako a podzim jako přechodové období mezi nimi). Jenom část spotřeby je závislá na počasí, je to především topení a klimatizace.

Dřívější soustava minulého století byla budována z centrálních prvků (zdroje + soustava) a distribučního systému, který dodával energii podle potřeby. V současnosti masově vznikají decentrální

systemy, v podmínkách ČR především fotovoltaika a mikrokogenerace, které závisí na počasí. Potřebu energie můžeme z těchto zdrojů krýt pouze v době, kdy vyrábějí, a na zbytek spotřeby musíme používat zdroje klasické. Máme-li jich dost ještě z minulého režimu, není to takový problém, jako kdyby se musely nové stavět na „záskok“ zdrojům moderním závislým na počasí. V dané situaci ČR znamená rozumné množství zdrojů decentrálních úsporu fosilního paliva, ale to je přechodná záležitost. Příkladem může být sousední Německo, kde v důsledku uzavření nukleárních zdrojů a nedostatečné řiditelnosti zdrojů obnovitelných přibývají právě fosilní zdroje, na protijadernou „ekologizaci“ energetiky doplácí právě emise CO₂ a životní prostředí.

Stabilita systému

Pro stabilní chod soustavy je potřeba zhruba 5 až 10% rezervního výkonu, který slouží k pokrytí výpadků, náhlých změn počasí a změn odběru v důsledku chování průmyslu (tavba v peci), obyvatelstva a služeb (fotbalový zápas v televizi) a dopravě (rozjezd lokomotiv v celou hodinu).

Tyto regulační služby jsou částečně realizovány setrvačnou hmotou roztočených generátorů, a to v našich podmínkách hlavně na hnědouhelných elektrárnách. Typický blok z minulého režimu má výkon 200 MW, pracovní rozsah 120 až 200 MW a může dodávat +/- 20MW regulačního výkonu. Pokud chceme takový regulační výkon (20MW) z jednoho bloku do soustavy dodat, musí mít odběr minimálně 140 MW, aby mohl přidávat i ubírat na výkonu oběma směry.

V minulém režimu, kdy jsem měli doly a hutě a elektřinou se i topilo, bylo hlavním problémem naší soustavy zimní maximum. Dnes je hlavním problémem letní minimum, a to právě kvůli regulaci:

- Temelín 2000 MW (2 X 1000 MW)
- Dukovany 2000 MW (4 X 500 MW)
- Fotovoltaika 2000 MW (maximum ve slunečný den)

Je-li letní minimum 5000 MW, nepotřebujeme v létě, nebo alespoň přes den, z bilančních důvodů už žádné uhelné elektrárny.

Avšak při potřebě 200 až 300 MW rychlých rezerv musíme mít k tomu ještě v provozu „navíc“ alespoň 1400 až 2100 MW v uhelných elektrárnách. Ty nemají v České republice reálný odbyt, a proto je nutno jejich energii (a tím i životní prostředí) vyvážet nebo i mařit exportem za nevýhodné ceny.

Pomocí navrhované kombinace meteorologického modelu (kolik exhalací se v jakém režimu provozu elektráren vyrobí a kam foukají) a alternativního modelu soustavy je možno měřit přímý efekt ekologické šetrnosti, bude-li část stability soustavy realizována jiným způsobem.

Neumíme řídit decentrální soustavu pro ekologii ani pro vlastní bezpečnost

Z obou grafů zde uvedených vyplývá, že pokud byla v 60. letech spotřeba energie třetinová oproti dnešku a pokud jsme nebo budeme brzy schopni si takové množství vyrobit decentrálně, můžeme ušetřit ekologii a také udržet stále relativně slušnou spotřebu na úrovni 60 letch i v době rozsáhlého blackoutu nebo dlouhotrvající energetické krize. To však není možné, dokud nebudeme umět ovládat energetické soustavy, aby takové nové úlohy byly schopny realizovat.

Neumíme v takovém systému doposud žít, technicky ani sociálně, protože aktuálně je řada prvků života společnosti výrazně více svázána se stabilním zajištěním energie, než tomu bylo v letech šedesátých, a to zejména z požadovaných časovým průběhem dodávek. Umíme třetinu našich potřeb vyrábět decentrálním způsobem, ale neumíme ji spotřebovávat v čase a v místě, kdy vzniká, a neumíme ani takto řídit celkovou společenskou dodávku. V České republice a dokonce i v Německu dotujeme obnovitelné zdroje a v obou zemích smrdíme do vzduchu o to více, i když mechanismy jsou trochu odlišné.

Soustavy jsou řízeny centrálně. Jde o systém z minulého století, kdy byla všechna energie dodávána centrální soustavou až do pojistkové skříně. Možnosti regulovat měly pouze větší průmyslové podniky, domácnosti a infrastruktury byly v případě nouze vypínány. Při použití takového postupu dnes

vypneme čtvrt, která by mohla být jinak částečně zásobována vlastní výrobou energie v omezeném režimu, ale nikdo s tím nepočítá a nikdo to dnes neumí. Sídliště se solárními panely na střechách budou v případě odpojení od centrální sítě zcela bez proudu a to nikoliv z důvodů absolutního nedostatku elektřiny, ale z důvodů neschopnosti zajistit provozovatelnost takového ostrova na kvazistacionárních parametrech, které jsou z hlediska chodu sítě udržitelné. Vzájemná závislost síťových systémů včetně komunikačních je taková, že v případě delšího přerušení dodávek elektřiny postupně budou kolabovat i další síťové dodávky: rozvody plynu, vody, odvod kapalných i pevných odpadů, dodávky PHM, telekomunikace. Na druhou stranu je ale řada těchto systémů možným kandidátem na spotřebu energie v době jejího vzniku. Jde o všechna odvětví, kde se něco akumuluje:

- Ohřev, teplo, teplá užitková voda, průmyslové teplo
- Chlazení, klimatizace, mrazírny, mrazničky (i doma)
- Elektromobilita – dobíjení v době nadbytku energie
- Vodárny, kanalizace, plynovody – vše, co má akumulaci v jímkách
- Ostatní ovlivnitelná spotřeba (praní, domácí dílna, ale i energeticky náročný provoz v podniku)

Ve vazbě na již existující schválené dokumenty, zejména národní akční plán na rozvoj obnovitelných zdrojů a inteligentních sítí, vytvořit metodiku a modelovací nástroje pro vymezení prvků a principů řízení, stanovení parametrů, stanovení standardů a z toho vyplývajících požadavků na jednotlivé energetické subsystémy a jejich vazby.

Standardy by pak měly být kodifikovány pro jednotlivé energetické subsystémy v legislativě a tak zajistit bezpečnou a spolehlivou infrastrukturu schopnou garantovat dodávky energie ve všech krizových stavech. Zamezit plýtváním investicemi a poplatky na nerelevantní funkce systému a navrhnout řešení funkční v době komfortu a bezpečná v době nouze.

Podstatnou součástí celého systému jsou ceny a poplatky. U komodity pravidla trhu, je-li implementováno tržní prostředí, a u používání soustav systém regulace. Příkladem je objem prostředků vybíraných na „ekologizaci“ našeho energetického systému, 50 miliard korun pro solární barony a kukuřičné a řepkové lány se v reálné ekologii neprojeví a negativně se promítají i do energetické chudoby zejména u slabších vrstev obyvatelstva.

Role systému

Aktivní ekologická role

- a) Snížením výroby sníží ekologickou zátěž
- b) Změnou hospodářství sníží ekologickou zátěž
- c) Svým chováním (například akumulace teplé užitkové vody, sníží ekologickou zátěž lokálního systému nebo se podílí na ekologizaci centrální soustavy a jejího řízení.

Pasivní ekologická role

Nemá vliv na celkový systém, ale optimalizací dosáhne lepších vnitřních nebo lokálních podmínek

- a) Větrání, rekuperace
- b) Teplo, chlad
- c) Lokální model šíření emisí a reakce objektu

Nic z toho v současnosti neumíme, a právě identifikování základních schopností v této oblasti by ve vazbě na silové složky a logistiku krizového řízení je hlavním předmětem grantu.

Metodika dalšího výzkumu orientovaného na ekologickou implementaci OZE

Cílem je vždy vícekritériální funkce, která vy na úrovni

- daného objektu (smart home),
- dané lokality (smart village)

➤ anebo na úrovni celé energetické soustavy (smart country či smart Europe)
uměla optimalizovat mezi:

- Objemem vyrobené nebo spotřebované energie
- Ekologickým dopadem (vnitřní klima nebo „výroba“ nečistot)
- Cenou nebo jejím ekvivalentem (dostupnost / nedostupnost apod.)

Omezení mohou být technická, tedy že něco nefunguje nebo nejde podle fyzikálních zákonů. V současné společnosti převládají ale omezení daná zákony a konvencemi, tedy že se něco nesmí, nedělá anebo je to nevýhodně, případně to není zvýhodněno.

V případě zohlednění sociální struktury se přidávají i rizika cenová, tedy že navrhované řešení nemusí být financovatelné nebo může být nerealizovatelné s ohledem na riziko energetické chudoby.

Národní a mezinárodní rozměr implementace OZE

Obnovitelné zdroje energie jako součást decentralní energetiky

Vycházíme z geografické polohy a situace České republiky. Namáme polohu na velké zdroje obnovitelné energie, moře, velehory ani poušť.

Rekapitulace úloh decentralní energetiky

1. Demand side management – funguje pouze v tržním prostředí a pouze v situaci přebytku výroby (nebo instalovaného použitelného výkonu) nad spotřebou. Ekonomická úloha limitovaná technickými omezeními a také a zejména předpisy tržního prostředí a regulace. Výrazně se projevují deformace trhu, omezující potřebný „demand“.
2. Krizové řízení. Funkce decentralní energetiky při omezené nebo neexistující funkci centrálního energetického systému
3. Omezení přetoků v distribučních soustavách. Řízená decentralní výroby tak, aby se spotřebovávala v místě a v čase, ve kterém vzniká.
4. Spolupráce s přenosovou soustavou a řízením centrálního systému. Postupná náhrada fosilních zdrojů nejen co do schopnosti vyrábět, ale také schopnosti regulovat.
5. Ekologický provoz decentralních soustav a pomocí předchozího podpora ekologického provozu soustavy centrální.

Pohledy na realitu

- a) Ekologický z hlediska lokální infrastruktury, širšího okolí i politiky celého státu
- b) Bezpečnostní – jaké jsou potřeby v době krize a jaké zajišťujeme
- c) Sociologický – komunikace s obyvatelstvem, osvěta, zjišťování reálných a dosažitelných možností a zlepšení, prevence ztrát, systémového zmatku a také zmatku a ztrát v době krize
- d) Technologický – identifikace prvků řídicí infrastruktury a jejich úloh a vazeb
- e) Energetického systému – sladění výše uvedených požadavků s technologickými možnostmi
- f) Meteorologického a ekologického systému
- g) Komfortu života

Mezinárodní spolupráce

Uvedený projekt byl prezentován jako součást možné evropské spolupráce.

Popis mezinárodních přetoků

Téma německých a rakouských přetoků přes naše území se objevuje v médiích poměrně často. Princip je jednoduchý. Naši německy mluvící sousedě, tedy Německo a Rakousko, spolu vytvořili společnou obchodní zónu a domluvili se, že elektrický proud mezi nimi nezná hranice. To platí, samozřejmě, pouze po stránce obchodní. Po stránce fyzické elektřina „neobíhá“ okolo České republiky, ale teče přes naše území, částečně také přes území Polska a Slovenska. Mnohdy s mírnou básnickou nadsázkou říkáme, že je elektrický proud tak konzervativní, že ještě nepochopil moderní principy evropského trhu a stále

se konzervativně drží zastaralých zákonů Kirchhoffových. Krom geografické reality, že je Česká republika částečně vklíněna do území sousedního Německa a toky ze severu na jih tekou částečně přes její území, kde jsou pro to na rozdíl od Německa i dostatečná vedení, se přes naše území obchoduje mezi Německem a Rakouskem. Když mají na severu v německých větrných elektrárnách nadvýrobu, Rakušané omezí výrobu energie z vodních elektráren a odebírají přes naše území německou elektřinu, která je v té době velmi levná. Když mají v Německu nedostatek, najedou Rakušané své vodní elektrárny a prodávají přes naše území elektřinu do Německa. V té době je elektřina drahá a Němci sami nejsou s ekonomickým výsledkem takového obchodu spokojeni. Sám tento obchod není bez marže především pro Rakušany, ale děje se tak bez účasti České republiky nedobrovolně přes její území, mnohdy i za cenu omezení bezpečnosti naší vlastní soustavy proti blackoutu, který mohou takové masivní toky vyvolat.

Navrhované a diskutované řešení

Principem Evropské Unie není, aby jeden stát intervenoval na území druhého, působil mu obtíže, technické nesnáze nebo dokonce hmotné škody. Každý stát je na svém území suverénní. To je součástí všech mezinárodních chart a dohod a takový princip nelze měnit obchodními pravidly nebo technickým výkladem. Proto nelze po České republice spravedlivě požadovat, aby takovýto chaotický stav bez adekvátní kompenzace na svém území dlouhodobě snášela.

V Unii jsme kvůli mezinárodní spolupráci. Představíme-li si situaci pozitivně, i s ohledem na snižování emisí CO₂ (dekarbonizaci) a implementaci obnovitelných zdrojů, je možno budoucí vývoj situace vidět jako rysující se trojstrannou mezinárodní spolupráci. Německo má u moře větrnou energii (obnovitelnou), Rakousko má v Alpách vodní elektrárny (taktéž obnovitelnou energii) a Česko má mezinárodní vedení, které takovou spolupráci umožňují. Krom toho je potřeba vidět naše vedení nikoli jako pasivní prvek, ale také jako schopnost aktivně dispečersky řídit soustavu včetně role vlastních zdrojů, které na našem území máme.

V takovém případě ale nemůže jít ani o neplacené přetoky od sousedů, ani o eskalované mezinárodní nátlaky o nutnosti masového nasazení obnovitelné energie na našem území v nevhodných podmínkách. Nemáme ani Alpy s vodní energií, ani mořský břeh s energií větrnou, ani (zřejmě naštěstí) poušť s permanentním slunečním svitem. Ale zato máme takovou geografickou polohu, která umožňuje našim sousedům masovější implementace obnovitelných zdrojů v rámci mezinárodní spolupráce. Kdybychom společně našli model, jak takovou situaci podpořit, určitě by bylo možno takové obnovitelné energie vyrobit více za vzájemně výhodných podmínek. Za těchto okolností ale patří České republice:

- a) Podíl na obnovitelné energii vyrobené takto v mezinárodní spolupráci, což by jistě potěšilo příznivce obnovitelných zdrojů a energetických alternativ.
- b) Spravedlivá finanční kompenzace za použití našeho suverénního území a technických liniových staveb v rámci této spolupráce. Tato kompenzace by mohla sloužit novým investicím do modernějších zařízení a zmírnění palčivých sociálních problémů především v Severních Čechách.

Model takové spolupráce je možný. K tomu je potřeba odtabuizovat některá témata na národní i mezinárodní úrovni a začít o nich otevřeně hovořit. Zaměstnanost několika tisíc lidí v desetimilionovém národě není problém národní ani neřešitelný, zejména když byly v důsledku předchozích privatizací propouštěny desítky tisíc osob a neřešil to nikdo. Technické výpočty kolem fungování soustav jsou složité a musí být počítány transparentně nezávislými subjekty, například technickými univerzitami s veřejnou oponenturou. Jinak může jít také o účelově interpretované technické vlastnosti, vedoucí ve svém důsledku například k dumpingovému exportu nebo k manipulaci odhadu budoucí energetické potřeby pomocí smyšleného HDP. Rovněž ani mezinárodní pravidla nejsou neměnná a při vhodné ekonomické diplomacii lze hledat aliance a kompromisy pro Českou republiku výhodným způsobem. Jako malý stát samozřejmě nemůžeme udávat pravidla trhu, ale o to více musíme vědět, jakou roli ve strategickém oboru hrajeme a jakou dlouhodobou politiku prosazujeme.

Směry dalšího vývoje v energetice dle I 4.0

Dlouhodobé cíle ČR jsou odvozovány od cílů energetické politiky EU. Ta klade důraz na udržitelný rozvoj prostřednictvím fungující hospodářské soutěže, podpory obnovitelným zdrojům a mechanismů zabezpečení dodávek, k zajištění hospodářského růstu Evropské unie jako takové. Vzhledem ke komplexnosti těchto cílů, které se dostávají i do vzájemného konfliktu, existuje velké množství evropských právních předpisů, které oblast energetiky regulují. Základem českého energetické koncepce je pokračování v jaderném programu, snížení spotřeby domácího uhlí, rozvoj obnovitelných a druhotných zdrojů a rozvoj flexibilních sítí a decentralní výroby v nich (viz příloha *Vývoj a struktura hrubé výroby elektřiny*). Konkrétní opatření pro naplnění této koncepce, jsou obsažena ve vládou schválených Národních akčních plánech pro chytré sítě nebo pro jaderné elektrárny.

Za chytrou síť se považuje elektrorozvodná síť, účinně integrující chování všech uživatelů na ni připojených – výrobce elektřiny, spotřebitele a ty, kteří elektřinu jak vyrábí tak spotřebovávají – aby byla zajištěna ekonomicky účinná a udržitelná elektrizační soustava, která se vyznačuje malými ztrátami a vysokou kvalitou bezpečnosti a zabezpečení dodávek. Projekty související s budováním chytrých sítí dělí do následujících osmi skupin dle rozvíjených nástrojů a řešení, resp. mechanismů, vedoucích k dosažení “chytré úrovně” integrace a řízení elektrizační soustavy:¹⁰

- Řízení chytré sítě (Smart network management)
- Integrace výkonově významných OZE (Integration of large scale RES)
- Integrace decentralních energetických zdrojů (Integration of DERs)
- Agregace (virtuální elektrárny, odezva na poptávku) (Aggregation (virtual power plant, demand response))
- Chytrí zákazníci a chytré domácnosti (Smart customers and Smart home)
- Elektromobily a aplikace V2G (Vehicle2Grid) (Electric vehicles and Vehicle2Grid)
- Chytré měření (Smart metering)
- Ostatní

Současná společnost má největší spotřebu energie v budovách, dopravě a výrobě. Předpokládáme-li u sídel, dopravy a budov transformaci směrem k inteligentním (smart) řešením, nelze z takového procesu vyloučit také výrobu. Při vzniku větších průmyslových aglomerací bylo běžné, že ubytovací kapacity i energetická zařízení pro ně vznikaly právě u továren v rámci jedné investice. Podobnou korelaci lze očekávat i do budoucna, zejména bude-li možné sdílení jednotlivých komodit (např. elektřina, teplo, voda). Smart factory musí být schopna svojí logistikou reagovat i na podněty zvenčí, např. hydrologické poměry, cenu a dostupnost energie, ale i dopravní dostupnost. Uvažujeme rozšířenou integraci s okolím, možnost pružně reagovat na spotřebu nebo také energii vyrábět a dodávat, třeba i v době výpadku.

Cílem koncepce Průmyslu 4.0 je vertikálně-horizontální integrace procesů v rámci kyberneticko-fyzikálního prostoru. Průmysl energii spotřebovává, ale i vyrábí. Cílem není jenom dosažení celkového pokrytí potřeby (balance) ale i umění celý takový systém řídit. V rámci celkových změn, kdy má být část zdrojů obnovena, ale část také nahrazena zdroji decentralními, jde o zásadní problém.

¹⁰ Zdroj: Joint Research Centre: Smart Grid Projects Outlook 2014; za zdroj definice je označena European Smart Grid Task Force

Závěry a doporučení

Soustava

Když účelově ztratíme schopnost řídit spotřebu v soustavě a nebudeme ji naopak rozvíjet, budeme se muset omezovat. V době přebytku část energie prostě vyhodíme a době nedostatku omezíme spotřebu. Je ale otázkou, zda je tohle energetika 21. století a čtvrté průmyslové revoluce, když jsme to už koncem století minulého uměli podstatně lépe.

Bilance a síť

Úlohami z hlediska řízené entity jsou u distribučních sítí především jejich průchodnost – congestion management. Dále ale nově přibývá bilance a regulace.

Co chceme řídit

Principiálně platí pravidlo, že máme-li řídicí systém, zvládne obvykle řešení více úloh. Z hlediska typu nebo účelu rozlišujeme následující čtyři typy úloh:

1. DSM, DSR (demand side management / response) – dnes spíše učebnicová úloha. Ale „demand“ může mít i distributor kvůli stabilitě.
2. Optimalizace přetoků – uzlová oblast 22kV
3. Podpůrné služby – alternativa strany výroby (do uzlu 400 / 110 kV)
4. Bezpečnost: umíme-li řídit v době přebytku, umíme i v době nedostatku. Rozlišujeme následující stavy
 - a. Komfort mínus. Při vypnutí jednotek procent spotřeby se vlastně nic nestane: každá druhá zářivka na chodbě, reklamy, výkladní skříně, ve dne osvětlení v restauraci, snížení teploty vytápění nebo zvýšení teploty klimatizace o jednotky stupňů Celsia.
 - b. Energie na příděl. Zajímavou úlohou je „rolling blackout v případě, že máme pro 10 městských čtvrtí 70% energie. Buďto je střídavě držíme 30% času bez energie, anebo ony samy optimalizují na 70%. Podobně sídliště, průmysl, služby. Jde vlastně o inteligentní regulační stupeň.
 - c. Blackout. Velmi vážný nedostatek v centrální soustavě nebo dokonce ostrovní provoz. Zde je existující systém HDO obzvláště zajímavý, protože dokud jsou dráty, je i regulace. Můžeme tedy například celou čtvrť přepnout do nouzového režimu i při výpadku telekomunikační sítě a jejích operátorů.

Rozšíření stávajícího systému do roku 2022

Pro malé odběratele do té doby nevznikne asi nic jiného, než stávající HDO. Je to podobné, jako že se nepostaví ani jiné elektrárny. Jde tedy o rozšíření stávajícího systému, který spolehlivě ovládá elektrotepelné zátěže v maloodběru, na:

- Teplo
- Chlad, klimatizace
- Elektromobilita
- Domácí práce, ale i dílna

Přitom platí, že nejde ani tak konkrétní typ spotřebiče, ale o to, že signálem v síti zapínáme nebo vypínáme některý výkon v maloodběru. Pro konečného zákazníka musí být motivace, aby si do takového režimu spotřebič zapojil.

Komunikace s inteligentní budovou a podnikem

Pro větší a inteligentní odběratele – prosumery – si už obvykle nevystačíme s jednosměrnými signály zap / vyp. Ty se ale mohou uplatnit v případě, kdy se jiné spojení pokazí, nebo když je v distribuci potřeba řešit nouzový stav (příklad vypnout vše, co se vypnout dá, nebo naopak najet všechny zdroje včetně elektrocentrál). Taková zpráva má inteligentní obsah a připomíná spíše přípravu provozu, než jednotlivý povel. Konkrétní obsah a časování je v současnosti předmětem výzkumu s vybranými zájemci. Přitom platí, že umí-li inteligentní spotřebitel regulovat čtvrt hodinová maxima, umí i jiné úlohy. Problémem je, že je to soustava, kdo si o takové kroky neumí říci. Příkladem může být nedávný částečný blackout v Praze, kdy nejezdily tramvaje a několik čtvrtí bylo bez proudu, a možné najetí všech relevantních elektrocentrál, kterých pro takové případy máme dost, a odlehčení nepotřebných zátěží v ostatních částech Prahy.

Závěrečná doporučení pro inteligentní budovy a podniky

1. Přestože to monopolní síťové společnosti dosud nežadají, bude pro roce 2022 potřeba regulační energie. Ta nebude již všechna na zdrojích, což je stejně novinkou poselstvih 10 let, ale bude i na straně spotřeby.
2. Být na takovou příležitost připravený znamená konkurenční výhodu.
3. Pokud měříme úspory v jednotkách měnových a ne fyzikálních, je největší úsporou schopnost nabrat a akumulovat energii v době přebytku. Ta může mít i zápornou cenu, to znamená, že nám někdo zaplatí za „odklizení“ přebytečné energie. Je to de facto podobné, jako energetické využití odpadu, v době přebytku tuto energii nikdo nechce.
4. V mnoha případech nejede o nové funkce, ale pouze o propojení inteligence našeho vnitřního systému s okolní soustavou. Ta však musí komunikovat a takové funkce žádat. V některých případech toto nazýváme „Energetika 4.0.“
5. I když takový systém v současnosti není výdělečný, může být v blízké budoucnosti. Energetiku budovy a podniku je proto vhodné budovat modulárním způsobem, abychom měli prostor například pro akumulaci, instalaci obnovitelných zdrojů energie apod.
6. U kancelářských budov je vhodné předem myslet na rozvoj elektromobility.
7. Pokud nejsme takovým novým vlastnostem otevření, riskujeme podobnou situaci, jako před deseti lety výstavbu budovy z „nejlevnějších“ materiálů. Takové budovy mají dnes drahý provoz a musí snižovat nájem. Podobně na tom mohou být v blízké budoucnosti budovy, které nebudou respektovat dynamiku energetické soustavy: budou nakupovat energii nezávisle na tom, zda je zrovna drahá, nebo levná.

Literatura

- [1] Drábová, D., Pačes, V. (editoři) Perspektivy české energetiky, Novela Bohemica, Praha 2014
- [2] Bárta, M., Kovář, M, Foltýn, O.: Povaha změny. Bezpečnost, rizika a stav dnešní civilizace. Vyšehrad, Praha 2015
- [3] World Energy Council: World Energy Trilemma 2015: Priority actions on climate change and how to balance the trilemma, Published in May 2015
- [4] Aktualizovaná Státní energetická koncepce, MPO únor 2015
- [5] Národní akční plán pro chytré sítě, MPO únor 2015
- [6] Beran, H, Zápotocká, A., Střelec, M., Janeček, P.“ Bezpečná implementace obnovitelných zdrojů energie, model distribuované energetiky a doporučení pro proces její integrace v první etapě rozvoje do roku 2020, Energetika, Ročník 2015, č. 11
- [7] Mařík, V. a kol.: Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Management Press 2016
- [8] Mařík, V., Beran, H.: Čtvrtá průmyslová revoluce a problémy současné energetiky Energetika, Ročník 2016, č. 4
- [9] Vrba, M., Beran, H.: From energy market failure to new power system harmony, Energetické symposium Učené společnosti a Akademií věd v Heidelbergu, Praha, 18. A19. Prosince 2013 (publikováno na www.learned.cz)Název, autor a zdroj, odkud bylo čerpáno
- [10] Beran, H.: Energetická bezpečnost, nutnost či hrozba? Technicall, ČVUT, jaro 2016
- [11] Beran, H.: Očekávané změny energetického mixu a role decentrální energetiky. Sborník celostátní konference CIRED v Táboře 8.-9.11.2016
- [12] Mařík, V.: Průmysl 4.0 a jeho dopady v energetice, dopravě a stavebnictví. Úvodní referát konference TOP EXPO 22.11.2016