

Poruchy v provozu přenosových soustav v roce 2006 (aneb jak dál?)

Ing. Pavel Šolc, ředitel sekce, ČEPS, a. s.

ROZSÁHLÉ SYSTÉMOVÉ PORUCHY OVLIVŇUJÍCÍ PROVOZ ES VE STŘEDNÍ EVROPĚ V ROCE 2006

Jak frekvence výskytu, tak i rozsah poruch byly v této oblasti po několika desetiletí jevem nevídaným a vzbudily značnou pozornost odborné i široké veřejnosti. Každá z těchto událostí byla samozřejmě podrobně zkoumána a komise či pracovní tým předložil zprávu podrobně popisující průběh poruchy a detailní sekvenci událostí, dílčí příčiny poruchy a jejich vzájemné interakce a návrhy a doporučení na opatření eliminující vznik podobných stavů do budoucna. Z těchto analýz vyplývá jako jeden z nejrobustnějších faktorů působících na vznik i průběh poruchy nedostatek koordinace a komunikace mezi systémovými

V průběhu roku 2006 se vyskytlo v regionu střední Evropy několik velkých systémových poruch, které ovlivnily uživatele přenosové soustavy a ve svém důsledku znamenaly přerušeni či omezení dodávky elektřiny zákazníkům, omezení obchodů s elektřinou anebo vyvedení výkonu z výroben.

operátory (TSO). Protože u tohoto faktoru lze identifikovat konkrétního „viníka“ (TSO) dochází u mnoha navazujících materiálů ke zjednodušení a k potlačení ostatních problémů. Pokušme se proto podívat na tyto poruchy a na jejich obecnější příčiny.

Systémové poruchy v síti PSE-Operator v červnu 2006

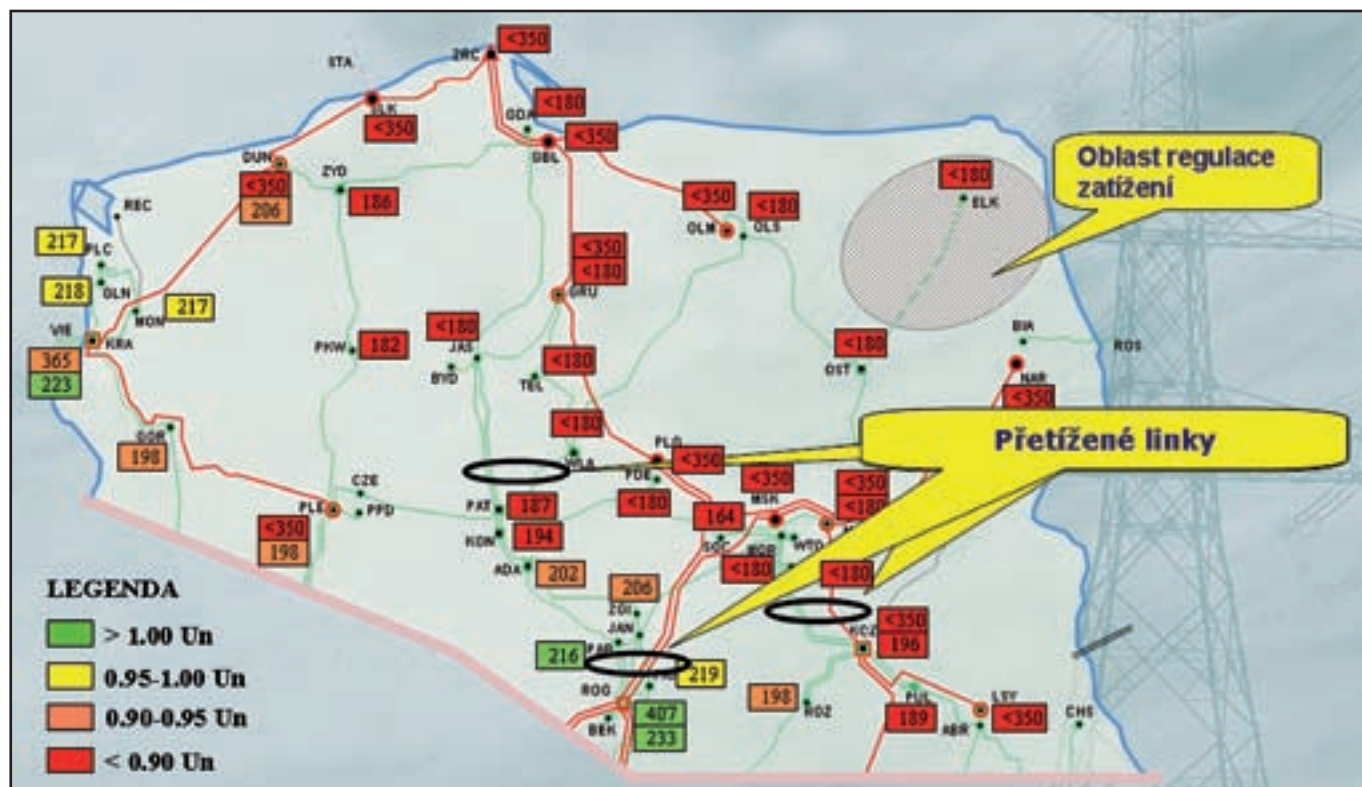
Dne 26.6.2006 došlo k mimořádné situaci v provozu sítě PSE-O následované rozpadem soustavy do ostrovů a k omezení spotřeby i přeshraničního obchodování. Při plánování provozu na tento den nebyly indikovány očekávané problémy. Bylo naplánováno více odstávek výrobních bloků a vedení tak, jak je v tomto období obvyklé, nicméně výkonová bilance byla zajištěna včetně exportu. Výkonové rezervy činily cca 1350 MW točivých rezerv a cca 15 výrobních bloků ve studené (dis-

pečerské) záloze, což je v zásadě přiměřené podmínkám polské soustavy. Ve skutečném provozu nicméně došlo k významným odchylkám od plánovaného provozu

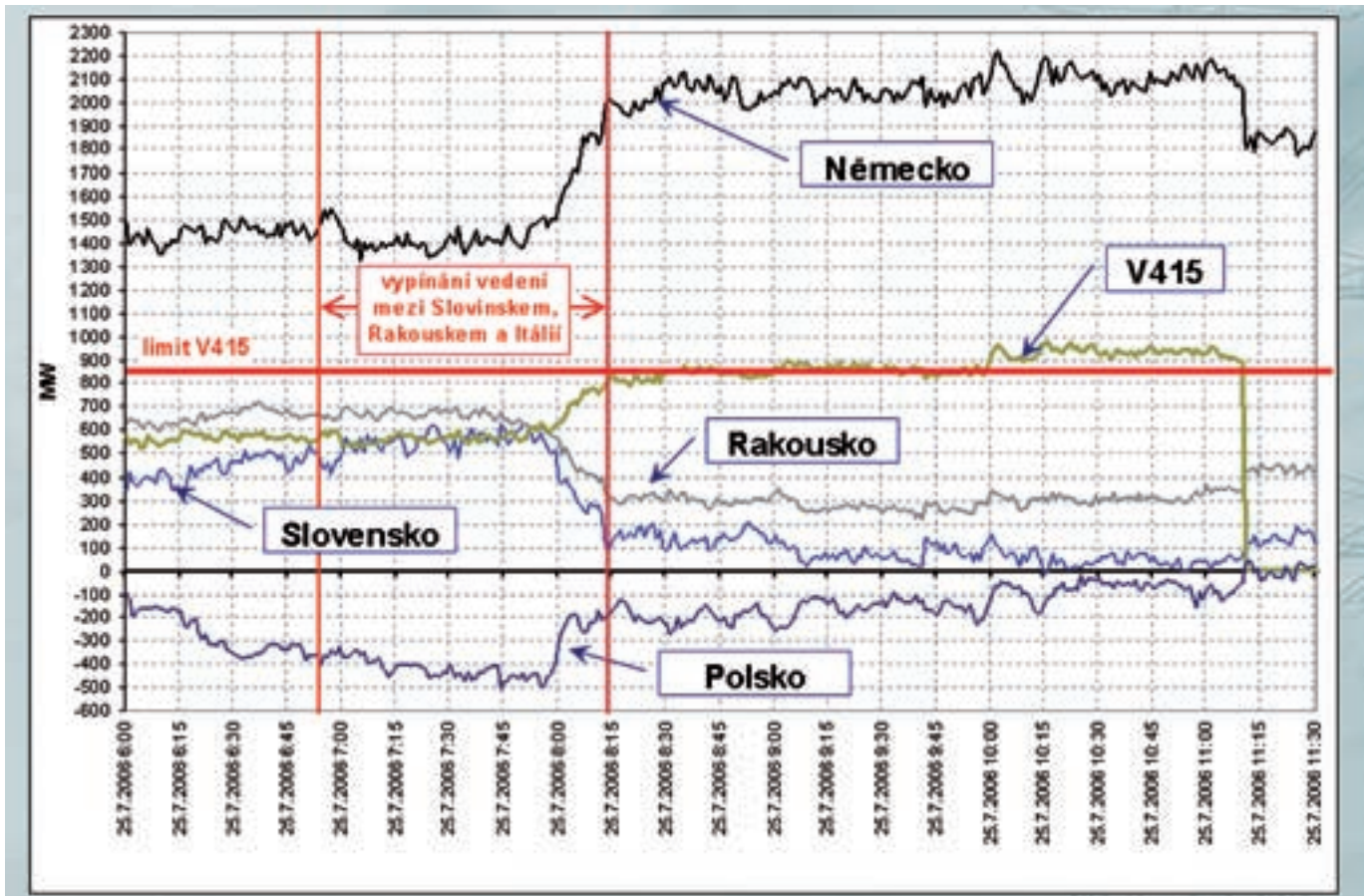
- zatížení bylo vyšší o 600 MW nežli předikované,
- čtyři bloky se nevrátily do provozu po poruchách,
- poruchové výpadky dalších bloků celkem cca 1800 MW,
- vysoká spotřeba jalové energie ($\text{tg } \varphi = 0,42$) ve střední a severní části Polska.

To vše způsobilo:

- vyčerpání točivých záloh i jalové energie pro PSE- Operator,
- podpětí v severní části Polska (320/400 kV, 180/220 kV, 90/110 kV),
- přetížení linek ve směru z jihu na sever.



Obrázek 1: Napětí v prvcích polské přenosové soustavy 13:15

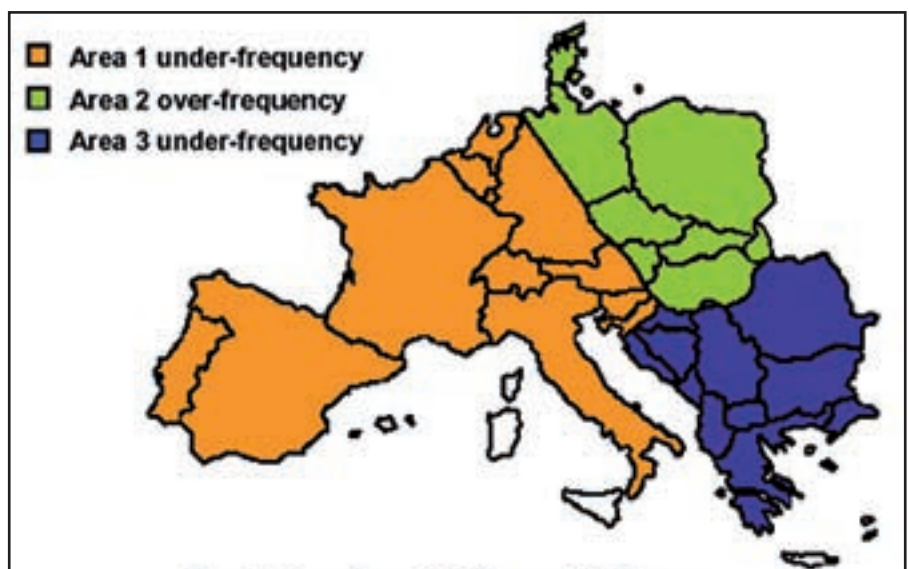


Obrázek 2: Vývoj zatížení přeshraničních profilů ČR a vnitřního vedení V415 před vyhlášením stavů nouze dne 25. července 2006

Napětovou situaci v přenosové soustavě ukazuje obr. č.1, ze kterého vyplývá výrazné podpětí ve většině uzlů přenosové soustavy.

Nevyvážená bilance přenosové soustavy (PS) byla řešena jak využitím všech rezervních výkonů v polské PS, tak i využitím mezinárodních havarijních výpomocí od sousedních systémových operátorů (dovoz až 1000 MW z oblasti UCTE a 300 MW z oblasti NORDEL).

Výpomoc ze zahraničí ovšem nebyla schopna vyrovnat geografickou nerovnováhu výroby a spotřeby projevující se spolu s danou konfigurací sítě podpětím a nestabilitou napětí na severovýchodě Polska, kde musela být omezoována spotřeba. V rámci mimořádných stavů byly povelovány i zdroje neposkytující podpůrné služby a pro restart některých oblastí použity i starty ze tmy u důležitých elektráren. Stejně tak byly přerušeny i práce na některých odstávkách sítí. Poměrně značné nerovnováhy bilance pokračovaly až do konce června a dále i v červenci. Byly způsobeny zejména mimořádnými klimatickými podmínkami ale i koordinací dlouhodobých odstávek a charakterem provozu výroben. Na dobu více než týden byl zastaven veškerý export z Polska a v navazujícím období byl významně snížen.



Obrázek 3: Rozdělení zóny UCTE do ostrovů v době výpadku

Stav nouze v ES ČR 25.7.2006

V třetí dekádu července byly zaznamenány vysoké teploty (padlo několik teplotních rekordů) a ve vazbě na to i podstatně vyšší zatížení oproti predikci. Podobná situace byla i v celé Evropě a vedla k významným změnám v rozložení výroby a spotřeby (oproti typické situaci významně nižší exporty Francie a Polska, vyšší exporty Švýcarska a významné exporty z Velké Británie a Skandinávie na

kontinent a velké importy do oblasti Německa související též se sníženou dodávkou větších elektráren).

V návaznosti na požár u rozvodny ve Slovinsku došlo k vypnutí některých prvků PS, které vyvolaly další vypínání přetíženého vedení mezi Slovínkem a Itálií. Současně došlo oproti plánovaným saldům soustav k významným vnitrodenním změnám, které byly

jak důsledkem neočekávaných změn spotřeby, tak i důsledkem rozsáhlých vnitrodenních obchodů na trzích s elektřinou (cena elektřiny dosáhla výše přes 500 eur/MWh). Výsledkem bylo přerozdělení toků v celé síti UCTE a významné změny ve fyzikálních tocích i na většině vedení naší PS. Pro řízení soustavy však byly v reálu dostupné pouze informace z měřících a řídicích systémů, chyběly aktuální informace o událostech v zahraničních soustavách a jejich příčinách, na základě kterých by bylo možno provést predikci dalšího vývoje a analyzovat dopady na naši PS.

Důsledkem bylo i postupné přetěžování vedení V415 v ČR. Aby se zabránilo poškození bylo vedení cca v 11:15 vypnuto. Obr. č. 2 ukazuje vývoj toků na přeshraničních vedeních ČR a průběh přetížení a vypnutí vedení V 415 v centrální části PS ČR. Tím došlo k přerozdělení toků a po havárii dvou prvků přenosové soustavy (vedení a vazební tlumivka) pak k rozpadu soustavy do ostrovních provozů. Po zhodnocení mimořádnosti situace byl vyhlášen stav nouze. V průběhu postupného obnovování stavu došlo k dalším třem ostrovním provozům. Pro řešení bylo využito jak podpůrných služeb, tak i havarijních dodávek od sousedních systémových operátorů. Řádný provoz soustavy byl obnoven až po 22 hodině a ve 23:00 byl odvolán stav nouze.

Rozpad sítě UCTE a blackout 4.11.2006

Dne 4.11.2006 došlo v systému UCTE k nejrozsáhlejší poruše v historii této asociace sdružující provozovatele všech synchronně propojených Evropských soustav. Nikoliv z hlediska objemu nedodané energie či počtu odpojených zákazníků (blackout v Itálii v roce 2003 zasáhl více obyvatel na delší dobu) ale z hlediska geografického rozsahu, počtu zemí a soustav, které výpadek zasáhl a dopadu na frekvenci systému. Porucha nastala po plánovaném vypnutí vedení v Německu, po kterém došlo k přetížení dalších vedení a kaskádovitému rozdělení soustavy UCTE na tři oblasti. Vlastní přetížení bylo vyvoláno neplánovanými a neočekávanými změnami toků výkonu spojenými jak s provozem ostatních soustav, tak nárůstem výkonu ve větrných elektrárnách. Nedostatečná koordinace nastavení automatik mezi dvěma TSO sehrála jednu z významných rolí.

Propojení bylo obnoveno na úrovni PS do 38 minut a situace se vrátila do normálu do 2 hodin, nicméně cca 15 milionům zákazníků byla v důsledku poruchy omezena nebo přerušena dodávka elektřiny a omezení se dotklo samozřejmě i mnoha výrobců, jejichž zařízení se vlivem extrémních hodnot frekvence odpojila od sítě. Obr. č. 3 ukazuje schematické rozdělení Evropy do jednotlivých oblastí a obr. č.

4 průběh frekvence v jednotlivých oblastech.

Západní Evropa byla výrazně deficitní (cca 7000 MW), střední Evropa byla přebytková (cca 10000 MW) a jihovýchodní Evropa mírně deficitní (cca 600 MW) a tomu odpovídaly i dopady na frekvenci ostrovů.

V celé soustavě UCTE došlo k regulaci spotřeby o cca 16700 MW (plus čerpání přečerpávacích vodních elektráren) a současně došlo k výpadkům výroby o cca 10700 MW. Významným faktorem geografické nerovnováhy výroby byla velká výroba větrných elektráren v severním Německu (E.ON + Vattenfall), která je podle platných zákonů rovnoměrně distribuována spotřebitelům v celém Německu (celkem cca 7700 MW). V průběhu řešení situace pak došlo v „středoevropském ostrovu“ k paradoxní situaci, kdy ve stejném okamžiku, kdy provozovatel přenosové soustavy se snažil odregulovat přebytek výroby snížením výkonu a odstavením klasických elektráren, připojovaly se se svou výrobou další větrné elektrárny, neboť „začlo foukat“ a jejich přednostní právo přístupu do soustavy (zejména v případě vyvedení do distribuce) není v současné době nijak řízeno a omezováno.

HLAVNÍ PŘÍČINY PORUCH A JEJICH SPOLEČNÝ JMENOVATEL

Každá z těchto poruch měla svůj unikátní soubor příčin a vzhledem k pečlivě propracovaným standardům provozu soustav se vždy jednalo o zřetězení několika faktorů, které zapůsobily ve stejném okamžiku. Ať již v případě Polska (extrémní klimatické podmínky, kumulovaný výpadek zdrojů a nedostupnost zdrojů v potřebných lokalitách, mezinárodní toky výkonu přes PS), ČR (neočekávané extrémní mezinárodní toky přes PS, havárie prvků PS) nebo Německa (výrazné a nepředvídané změny v tranzitních tocích přes PS, vlivy větrných elektráren, mezní provoz PS).

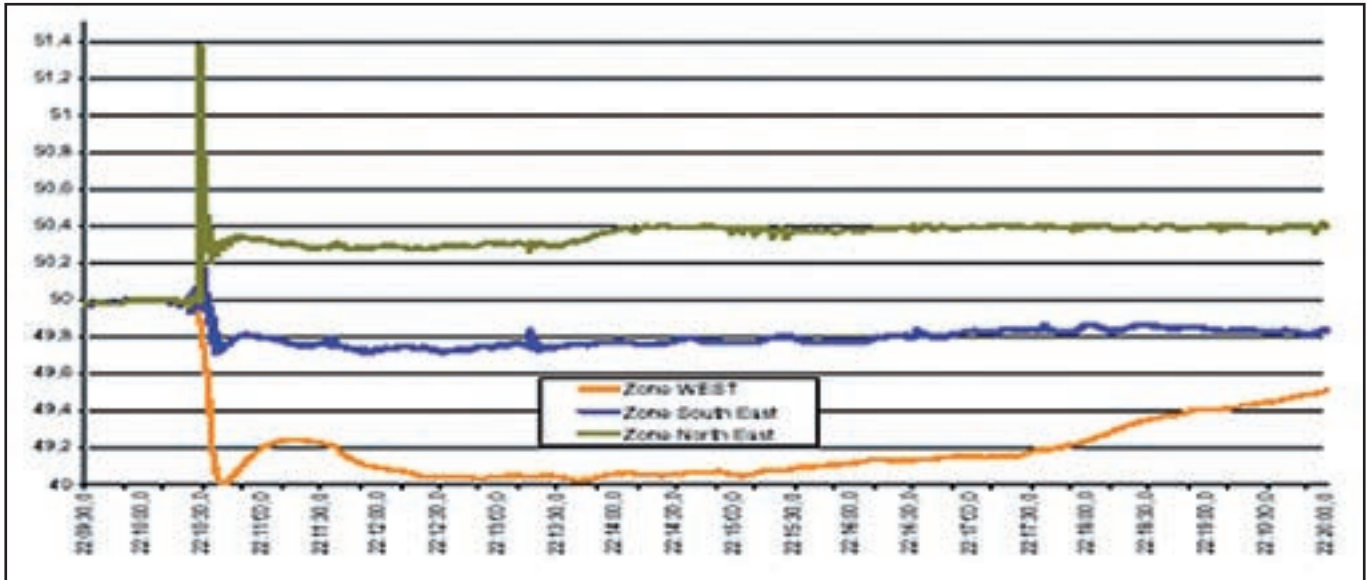
U všech těchto rozsáhlých poruch však lze identifikovat společného jmenovatele. Uvolnění mezinárodního trhu s elektřinou (budování tzv. Internal Electricity Market) je postaveno v zásadě na představě Evropy jako „copper plate“, tedy jedné rýžovací misky, ve které se může elektřina bez omezení přelévat z trhu na trh. Politická podpora rozvoji obnovitelných zdrojů podpořila nekontrolovanou expanzi větrné energetiky s přednostním právem přístupu do sítě jako zdroje, který je nejspíše a nejrychleji možné uvést do provozu. Nestabilita dodávky elektřiny z tohoto typu zdroje a jeho nehomogenní lokalizace závislá na klimatických podmínkách nebyla dlouho vnímána jako rizikový faktor. Předpokládala tedy (stejně jako otevření trhu) neomezenou přenosovou síť, která zajistí potřebné toky

elektřiny. Oba tyto faktory, tedy otevření trhu s elektřinou a nárůst podílu zdrojů s proměnlivým výkonem, přinesly značný prvek nestability. Proti tomu stojí reálná přenosová síť a její způsob řízení. Obojí vzniklo v době národních elektrizačních soustav, které byly budovány jako v zásadě soběstačné, přičemž jejich propojení mělo za cíl pouze zvýšit spolehlivost soustavy a zajistit výpomoc (v podmínkách střednědobé nerovnováhy dané cyklem výstavby zdrojů a krátkodobé nerovnováhy dané neočekávanou kumulací výpadků).

Kapacita propojení je daná a s ohledem na environmentální a autorizační procedury je jakákoliv změna (výstavba nových vedení) záležitostí desetiletí. Tam, kde existují omezení, je tedy nutné počítat s jejich výskytem dlouhodobě.

Řízení soustav v oblasti UCTE vychází prakticky z principu „neintervence“, tedy ze zásady, že každá soustava musí být schopna si své problémy vyřešit sama, a efekt vzájemné pomoci (tzv. princip solidarity) se projevuje zejména v prvních momentech po výpadku. Řízení Evropské sítě je tedy decentralizované a postavené na premise, že každý splní v každém okamžiku své povinnosti. Tento model byl plně oprávněný v okamžiku, kdy tato odpovědnost TSO na národní úrovni byla plně vybalancovaná pravomocemi. O výběru zdrojů a jejich nasazení rozhodoval dispečink ve všech etapách plánování ve vazbě na provoz celé soustavy. Vnitrodenní operace byly omezeny pouze na řešení neočekávaných situací, nikoliv na využívání krátkodobých obchodních příležitostí. Unbundling operátorů soustav odtrhl plánování nasazení zdrojů od plánování provozu sítí nebo koordinaci přinejmenším velmi zkomplikoval. Tlak na volnost obchodu s elektřinou až do okamžiku těsně před reálem znamená větší míru nejistoty a rizik. Mezinárodní obchod s elektřinou pak vyvolává rozsahem dříve neznámé tranzitní toky zvyšující závislost jedné soustavy na dění daleko od ní. Změny v řízení soustav založené na bilaterální spolupráci pak typicky ústí v situaci, kdy dva sousední TSO dohodnou změnu provozu, která se dotkne třetí soustavy, která se o tom ani nemusí dozvědět. Dalším prvkem je pak poměrně značné stárnutí prvků přenosové soustavy. V procesu unbundlingu přenosových soustav a nastavování regulace bylo tendencí většiny regulátorů přehnaně kontrolovat náklady na údržbu a obnovu. Tento tlak ještě zesílil v posledních letech, kdy dopad růstu cen silové elektřiny do konečné ceny byl brzděn restriktivní regulovanými tarify.

Lze tedy konstatovat, že existující přenosová síť a to jak její hardware (stav a kapacita sítě) tak i SW (způsob řízení a plánování) není schopen současně zajistit naplnění po-



Obrázek 4: Průběh frekvence v jednotlivých oblastech

žadavků na rozvoj vnitřního evropského trhu s elektrinou a nekoordinovaný a expanzivní rozvoj větrné energetiky.

NEZBYTNÁ OPATŘENÍ A PODMÍNKY JEJICH REALIZACE

Zejména výpadek v listopadu 2006 vyvolal mnoho diskusí a analýz, z nichž poslední se soustřeďují na kritiku TSO jako na hlavní nebo dokonce jediný problém. Předmětem kritiky je nedostatečná koordinace (výměny informací, spolupráce při reálném řízení soustav), nedostatečná vynutitelnost dohodnutých opatření a obecně i celý model decentralizovaného řízení UCTE jako model neodpovídající již potřebám IEM. Kritika je směřována na TSO a jejich neochotu vytvořit společné jednotné řízení soustav. TSO jsou v této argumentaci lákavým a jasným cílem, poněkud se ovšem zapomíná na skutečnost, že celý vnitřní trh s elektrinou se doposud realizuje prostřednictvím legislativ členských států, které jednotlivým TSO ukládají povinnosti týkající se výhradně provozu národní soustavy. Velmi často plnění závazků z mezinárodní spolupráce je na samé hranici oprávnění TSO daných jejich národními legislativami. Případné vytvoření evropské koordinační instituce pro řízení evropské sítě pak znamená zcela jasnou nadřazenost národním pravidlům a podmínkám. V extrémním případě pak o nasazení výrobních zdrojů ve Francii bude při řešení složitější situace v PS rozhodovat např. Evropský centrální dispečink umístěný třeba v Bratislavě. Pouze pokud je tato situace představitelná pro všechny evropské země, má smysl formulovat razantní prohlášení a postoje.

Další nárůst nespouje výroby z větrných elektráren je možný pouze za podmínky, že i jejich provoz bude podřízen jasným omeze-

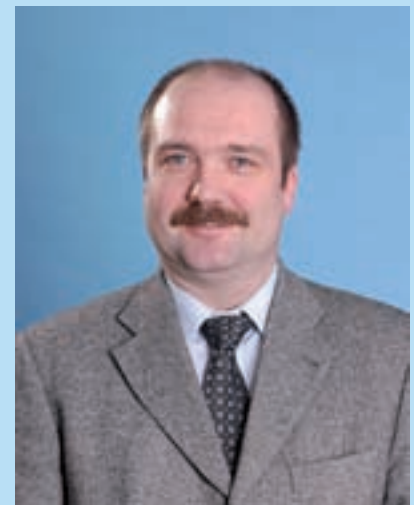
ním bez ohledu na jejich připojení (přenosová nebo distribuční soustava). Přednostní právo přístupu musí být vždy omezeno požadavky na provozovatelnost a spolehlivost sítí a může vést i k situaci, že bude omežována výroba z větru a zvyšována výroba v uhelných elektrárnách (pokud to provoz sítí a spolehlivost dodávky vyžaduje).

Dobudování evropské sítě, které je v současné době skloňováno ve všech materiálech, musí být podpořeno jasnými opatřeními vedoucími ke zprůchodnění povolenacích procesů. To např. znamená, že výstavba nového prioritního vedení nemůže být omezena či zbrzděna obstrukcemi environmentálních organizací a místních samospráv a to ani v případě průchodu chráněnými přírodními oblastmi. Pro zajištění potřebných finančních zdrojů na rozšíření sítí musí být mezinárodní přenosy opět cíleně zpoplatněny a to způsobem, který zajistí adresnost, tj. přepravu hraří ten, který si jí objednal na rozdíl od stávajícího solidárního stavu, kdy přepravu hraří všichni spotřebitelé v exportní a importní zemi, ačkoliv užitek z transakce získávají obchodníci (exportéři), kteří nehradí nic.

Většina z těchto požadavků (úpravy legislativy, vytvoření Evropského centra, dostavba sítí) je nicméně během na dlouhou trať. V krátkodobém pohledu je tak nezbytné alespoň zajistit možnost regulace větrných zdrojů a jejich podřízení provozu ES a smířit se s většími omezeními pro mezinárodní obchod s elektrinou, než bylo v posledních letech obvyklé. Současně samozřejmě zajistit větší rozsah spolupráce TSO při výměně reálných informací a společných akcích. Série poruch kromě jiného v praxi ukázala, že soustavy jsou provozovány příliš blízko svých limitů, a tak je možné buď v provozu zajistit větší rezervy (omezení trhu z hlediska

objemu transakcí), nebo snížit neurčitost plánování (omezení trhu z hlediska flexibility transakcí a prioritních práv), nebo akceptovat vyšší nespolehlivost soustavy.

O AUTOROVÍ:



Ing. Pavel Šolc po ukončení studia na Elektrotechnické fakultě ČVUT (obor ekonomika energetiky) v roce 1986 pracoval ve společnosti ŠKODA s.p. Praha, kde se zabýval vývojem klasických a jaderných elektráren. V roce 1992 absolvoval studijní stáž na University of Pennsylvania v USA se specializací Modelování energetických systémů. V letech 1993 až 1999 pracoval ve společnosti ČEZ, a.s., jako vedoucí oddělení tvorby a hodnocení scénářů rozvoje. Od roku 1999 do současnosti pracuje na různých pozicích ve společnosti ČEPS, a.s. Od roku 2005 zastává v ČEPS pozici ředitele sekce strategie.

Kontakt na autora: solc@ceps.cz