

Nepřerušené napájení elektrickou energií

Ing. Karel Kuchta, CSc

Phoenix-Zeppelin, spol. s r.o., Energetické systémy

Blackout

termín, který v poslední době často slyšíme v souvislosti s energetickou přenosovou soustavou. Co je to vlastně blackout a proč se o něm v posledních letech hovoří tak často?

Blackout je porucha elektrické rozvodné sítě, která je spojena s přerušením zásobování rozsáhlých území elektřinou. Hlavní příčiny jsou obvykle:

- Přenosové systémy jsou více zatíženy, zvětšuje se průhyb vodičů a možnost kontaktu s vegetací.
- Chyby v koordinaci při propojení národních energetických soustav.
- Vysoká spotřeba, v letních měsících vlivem stále rostoucího používání klimatizace, v zimě přímotopů.
- Vysoká teplota vzduchu, navíc nízké průtoky a vysoká teplota vody v řekách snižují dostupný výkon u vodních i parních elektráren.
- Při vysokých teplotách je (vlivem bezvětří) minimální produkce větrných elektráren a jejich výkon je nahrazován přenosem elektřiny z jiných zdrojů, často na velké vzdálenosti.

Samozřejmě jsou výjimky, potvrzující pravidlo. K blackoutu může například dojít i z příčin, způsobených technickým stavem sítě.

Blackout je kritická událost pro celá města, regiony, státy, kontinenty. Zatímco ostatních strategických surovin mají státy zásoby na 90 dní, elektřinu skladovat nelze. Co se vyrobí, hned se spotřebuje. Co se nevyrobí, nemáme.

Blackouty jsou také jednou z příčin, proč není takový tlak na důslednou elektrifikaci železnice a proč se stále používají dieselektřické lokomotivy.

Blackouty ve světě

V posledních letech se mj. staly následující blackouty:

- 20. února 1998 Auckland, Nový Zéland
- 14. srpna 2003 severovýchod USA a Kanada
- 23. září 2003 Dánsko a Švédsko
- 28. září 2003 Itálie
- 12. července 2004 Řecko
- 18. srpna 2005, Bali, Indonésie
- 23. července 2006 Česká republika (k blackoutu nakonec nedošlo)
- 8. září 2006 centrum Prahy – Česká republika (lokální blackout)
- 18. října 2006 Východočeský kraj – Česká republika (lokální blackout)
- 27. dubna 2007 Kolumbie
- 13.-15. října 2009 lokální blackouty v celé České republice

Ve všech (i řadě dalších) případech byly vládami příslušných států určeny vyšetřovací komise, které měly analyzovat příčiny blackoutů a vyvodit příslušná opatření. Výsledky vyšetřování mají řadu společných znaků:

- Ve všech případech přenosové soustavy přenášely velké výkony na mezi zatížitelnosti.
- Ve všech případech (včetně situace v červenci 2006 v Česku) byla jednou z příčin nezvládnutá situace při propojení soustav sousedních států.
- Liberalizace trhu a vytvoření jednotného kontinentálního trhu změnily podmínky, za kterých se musí uskutečňovat bezpečná dodávka elektřiny.
- Zmizelo tradiční plánování výroby a přenosu elektrické energie.
- Provozovatelé jednotlivých soustav jsou na sobě více závislí, na druhé straně jsou pod komerčním tlakem rostoucího počtu odběratelů.
- Nebyla včas rozpoznána běžná porucha (např. přeskok z vodiče vedení na větev stromu), takže nebyla včas přijata opatření a došlo ke kaskádovitému šíření poruchy.
- Chyběly podpůrné programy, jako je odhad bezpečnosti provozu v reálném čase a dynamický odhad stavu soustavy, který by dispečery včas varoval.
- Nedostatek komunikace, koordinace a ve výměně dat mezi provozovateli soustav.

Jednou z příčin výpadku v Řecku bylo omezení prostředků na údržbu soustavy v důsledku velkých investic do olympiády. Ve Švédsku bylo zase jednou z příčin odstavení jaderné elektrárny Barseback, které mělo politické důvody.

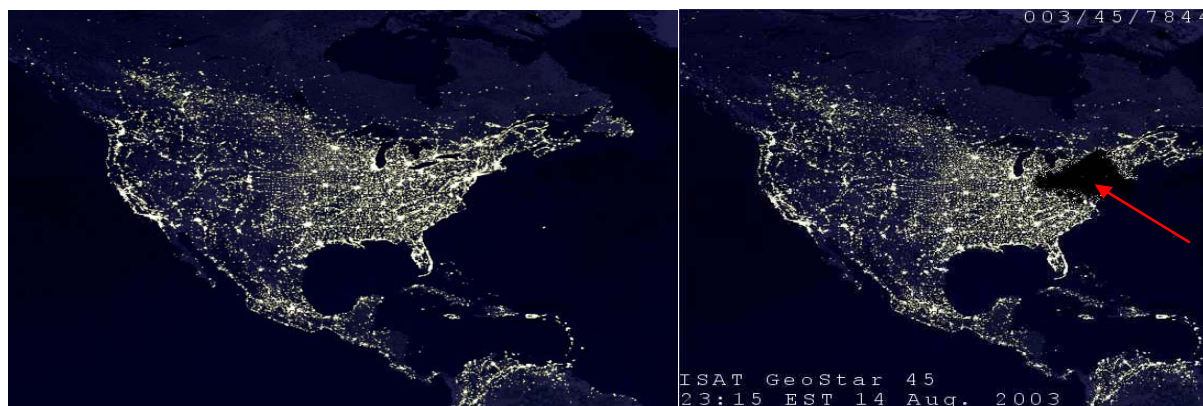
Jedním z výsledků analýz je vypracování směrnice EU 2005/89/ES o zabezpečení dodávky elektřiny pro infrastrukturu, která platí od 28. 2. 2008.

Jednou z příčin výpadku v Řecku bylo omezení prostředků na údržbu soustavy v důsledku velkých investic do olympiády. Ve Švédsku bylo zase jednou z příčin odstavení jaderné elektrárny Barseback, které mělo politické důvody.

Jedním z výsledků analýz je vypracování směrnice EU 2005/89/ES o zabezpečení dodávky elektřiny pro infrastrukturu, která platí od 28. 2. 2008.

Příčiny blackoutů v zahraničí

Kolumbie dne 27.4.2007 zažila rozsáhlý výpadek elektřiny, který postihl mimo jiné obchodní a průmyslová centra po celé zemi a vyvolal dopravní chaos v ulicích kvůli nefungujícímu signalizačnímu zařízení. Podle úřadů výpadek způsobila technická závada v jedné z hlavních rozvodů (Torca) a nikoli útok levicových povstalců, kteří v minulosti často prováděli sabotáže na ropovodech a elektrických zařízeních. Dodávky energie se začaly obnovovat po několika hodinách. Kolumbijská burza byla nucena na dvě a půl hodiny zastavit kvůli výpadku obchodování. Nefungovaly ani mobilní telefony. "Je postižena celá země," řekl tehdy v rozhlasovém vysílání prezident Álvaro Uribe. Blíže neupřesněná závada v centrálním zařízení v Torce u hlavního města od dopoledních hodin místního času (odpoledne SELČ) zasáhla 80 procent země včetně Bogoty. Závada v Torce vyřadila z provozu několik transmisních linek.



Zřejmě nejznámější blackout, Noreast Blackout v USA a Kanadě v roce 2003 začal pádem několika stromů na VVN vedení. Tuto událost operátoři nezvládli a došlo k dominovému šíření poruchy. V koncovém stavu bylo od sítě odpojeno 256 energetických zdrojů. Došlo k poruchám v zásobování vodou, zkolabovala železniční i letecká

doprava, telefonní síť, internet. Jen v New Yorku bylo zaznamenáno 3000 požárů (převážně od svíček). Nejvíce úmrtí vzniklo při dopravních nehodách (nefungovala světelná signalizace) a pádem zlodějů, rabujících v opuštěných domech, ze střechy nebo římsy. Došlo také k úmrtí v důsledku nadýchání zplodinami z provozu elektrocentrál.

V Itálii byla příčinou bouřka, která vyřadila linku mezi Švýcarskem a Itálií. Státní společnost ENEL ztratila kontrolu nad situací během 4 sekund. Tisíce lidí zůstaly ve vlacích a v metru, letecká doprava byla zrušena.



V Indonésii bylo příčinou přetížení sítě, následné poruchy vyřadily 2700 MW zdrojů. Postiženo bylo 100 milionů lidí. Nejvážnější následky měl zatím blackout v Aucklandu. Zasáhl sice „jenom“ 1 milion obyvatel, s důsledky blackoutu se ale město nevyrovnalo dodnes. Zpočátku jednoduchá porucha na VN kabelu (město je zásobováno VN kabelovou sítí) vyvolala řetězec dalších poruch na kabelech (prakticky po každé opravě kabelu a následném připojení napětí došlo k závadě na dalších místech). Tento stav, kdy obchodní centrum města bylo zcela mimo provoz, trval 5 týdnů !!! Denně spotřebovaly nouzové agregáty 1 milion litrů nafty. Za tu dobu opustila město velká část obyvatel, ale také banky, univerzity, významné firmy... Drobným podnikatelům stát doporučil ohlásit bankrot a po zklidnění situace začít znovu.

Příčiny nouzového stavu v červenci 2006 v České republice

Především je třeba říci, že nouzový stav, vyhlášený ČEPS 25. července 2006, nebyl typickým blackoutem ve smyslu fatálního dopadu na odběratele (někdy se pro tento stav používá termín „grayout“). Žádnému spotřebiteli v ČR nebyla dodávka elektřiny přerušena. Vlivem vyhlášených regulačních stupňů museli však velcí spotřebitelé omezit odběr. Dispečink ČEPS ten den řešil více než 1000 tisňových volání.

Co se vlastně ten den stalo?

24.červenec byl extrémně horký, průměrná denní teplota byla 27°C, v 9 hodin ráno byla teplota již 33°C. Zatížení sítě bylo o 500 MW vyšší než obvykle v tomto čase.

Tři měsíce před touto událostí, 20. května 2006, bylo při vichřici zdemolováno vedení 400 kV mezi rozvodnou Hradec (klíčová rozvodna sítě ČEPS) a německým Etzenrichtem. Toto vedení bylo rychle nahrazeno provizorní linkou a byla zahájena oprava. Shodou okolností právě dne 24. července probíhalo přepojování z provizorního vedení na původní opravené.

Z důvodů oprav a revizí byly vypnuty další 4 přenosové trasy na území ČR.

Po 8. hodině ráno došlo k nečekanému vypnutí rozvodny Diviča ve Slovinsku (důsledek požáru v blízkosti rozvodny) a následně k navýšení odběru z ČR do Rakouska. To vedlo k přetížení jednoho ze 400 kV vedení rozvodny Hradec a jeho vypnutí. Dominovým efektem pak došlo k dalším výpadkům, čímž část sítě v ČR přešla do ostrovního provozu.

Tento ostrovní provoz byl však značně nesymetrický – zůstala v něm velká část zdrojů a vykazoval přebytek výkonu 1500 MW. Stejný rozdíl byl ve zbývající části soustavy, ale jako deficitní. Přesto se podařilo systém zregulovat a asi po 1 hodině soustavu ČR opět spojit.

Vlivem přetížení sítě v sousedních státech se ale změnil objem toku energie v ČR jak v severojižním směru, jak i od východu na západ.

Další dva výpadky, způsobené požárem vazební tlumivky v rozvodně Čechy střed a kontakt vedení se stromem v důsledku velkého průhybu, způsobily kolem poledne opět vznik ostrovního provozu, tentokrát s diferencí výkonu 2400 MW. Zvládnout tento stav se podařilo pouze po odpojení některých elektrárenských bloků. Následně byl ve 14.00 vyhlášen stav nouze, ale síť se odlehčila pouze o 600 MW. Ještě v 14.45 došlo ke vzniku dalšího ostrovního provozu. Pak se situace vlivem snížení odběru začala stabilizovat, stav nouze byl ukončen ve 23.00.

Spolehlivost VVN sítě v ČR

VVN sítě, provozované v ČR státním podnikem ČEPS (sítě 400 a 220kV) a krajskými distributory (dnes v rámci ČEZ-distribuce, PRE nebo EON), sledují také provozní spolehlivost. Používají parametr SEIFY (obdoba MTBF) a SEIDY (obdoba MTTR). Téměř všude jsou čidla, monitorující stav sítě. Spolehlivost se vyhodnocuje dle normy PN333430 (kvalita dodávky el. energie). Spolehlivost sítí 110 kV je vyšší (okruhové uspořádání) než sítí 35/22 kV (paprskovité uspořádání).

Pokud jde o VN rozvodny, jejich spolehlivost prudce stoupla v 90. letech zavedením spínacích prvků na bázi SF₆, a později vakuových prvků.

Struktura VVN sítě vznikala ve 2. polovině 20. století, a byla koncipována jako ostrovní s minimálním transferem do okolních států. Zcela jiná situace je dnes, kdy česká VVN síť funguje jako tranzitní a zhruba 12% vyrobené energie vyvážíme do zahraničí. Elektrizační soustava je řízena neviditelnou rukou trhu, a „stav nouze“ kdy se podle Energetického zákona neuplatňují sankce za nedodání elektřiny, může provozovatel vyhlásit prakticky kdy chce.

Skutečnost, že na jedné straně je výrobce elektřiny je odpovědný za ekonomické výsledky svým vlastníkům a stát je odpovědný za bezpečnost obyvatel, tvoří bezpečnostní mezeru. Tato mezera je eliminována Integrovaným záchranným systémem (IZS). Systém IZS však dnes nedisponuje všemi potřebnými technickými prostředky.

Konkrétní dopady dlouhodobého výpadku elektřiny v České republice

V rámci řešení státního výzkumného úkolu 2A-1TP1/065 byly vyčísleny následky dvoutýdenního výpadku ve třech krajích (JČ, STČ a PAD). Ztráty se pohybují v rozmezí 15 – 22 miliard Kč, přičemž zhruba polovina jsou následky na zdraví a životech osob (při vyčíslení byla použita metodika České pojišťovny). V této části nejsou uvedeny údaje na evakuaci a zaopatření obyvatel, a náklady na logistiku (doprava pitné vody, potravin atd.).

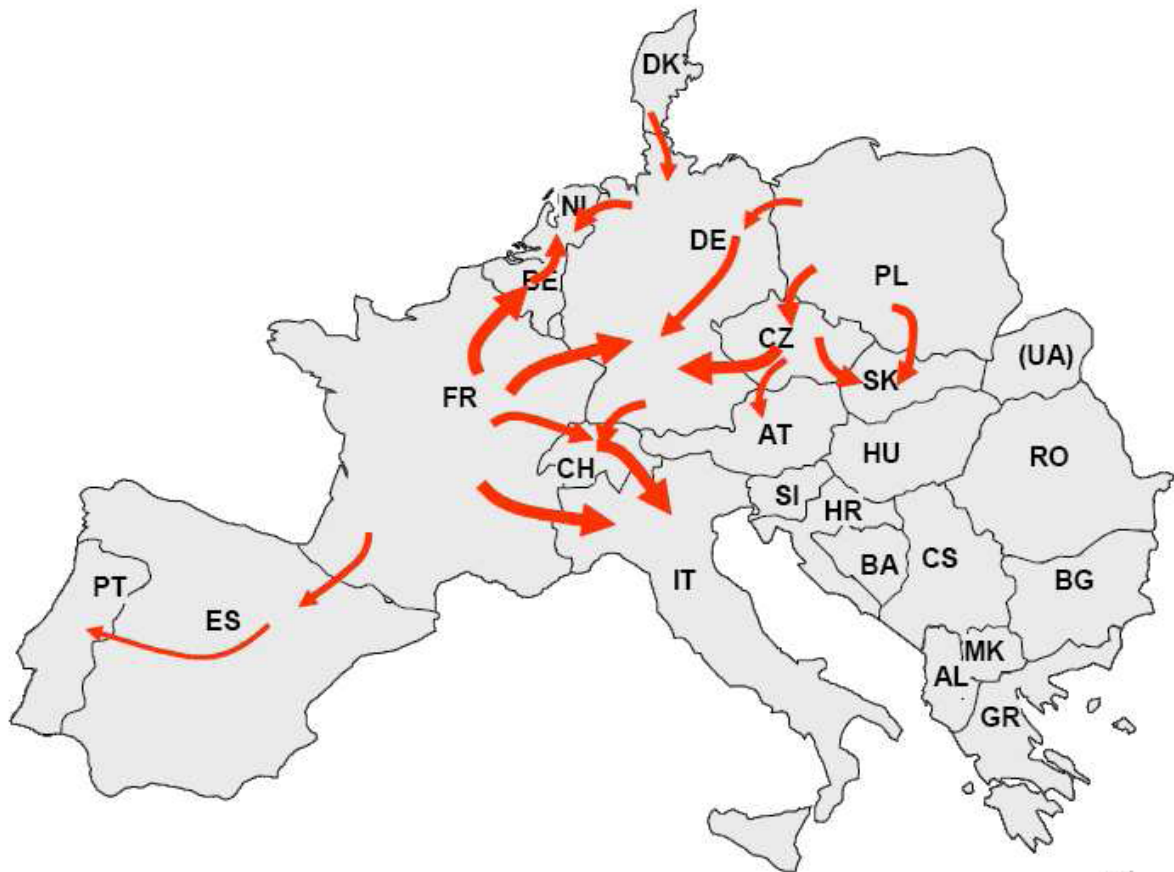
Současně probíhá vytipování a projekční příprava lokálních zdrojů, které v případě blackoutu mohou pracovat jako ostrovní zdroje a zajistit alespoň minimální zásobování regionu elektrickou energií. Tyto zdroje musí být vybaveny technologií pro „start do tmy“. Mezi tyto zdroje patří např. Elektrárna Opatovice, Teplárna Trmice, Elektrárna Třebovice, ECK Kladno, Teplárna Červený Mlýn Brno a jiné.

Hlavní rizika v provozu přenosové sítě

Koncepční rizika se týkají především sítě 110 kV, její údržby a obnovy. Řada linek je na mezi životnosti a jsou na ně kladeny větší přenosové požadavky, než jaké byly při jejich výstavbě. Toto se týká nejen sítě v České republice, ale i zahraničních sítí. Přitom výstavba nových linek je možná pouze v rozmezí cca 7 měsíců, kdy to umožní klimatické podmínky.

Provozní rizika jsou důsledkem snahy o maximální využití přenosové schopnosti sítě, prakticky bez rezervy. To vede k provozním režimům, které jsou v blízkosti bezpečnostních a spolehlivostních mezí. Nestabilita také vzniká při přenosu energie mezi státy ve velkém objemu a v různých směrech. Souběh těchto okolností ve spojení s nahodilou „malou“ poruchou pak může vyústit v kritické provozní stavy. Přenosová soustava je navržena s redundancí N+1, tj. jedna porucha může být bez problému eliminována přenosem po jiném vedení. Současné tendence bezpečnostních analytiků vedou k systému N+2.

Jedním z příkladů tohoto rizika je propojení východní části Německa s Bavorskem přes energetickou soustavu ČR.



V poslední době je paradoxně jako rizikový faktor označována instalace stále většího počtu obnovitelných zdrojů energie, především větrných a fotovoltaických elektráren. Jsou to zdroje, u kterých se vlivem změny povětrnostní situace náhle mění objem dodávaného výkonu a celou soustavu můžou „rozhodit“. Instalace většího počtu těchto elektráren v Německu tak přináší problémy i českým energetikům, neboť ČEZ část vyrobené elektrické energie do Německa vyváží (okamžitý dovoz elektřiny do Německa může dosáhnout hodnoty až 4000 MW!).