BLACKOUT

Lenka Brehovská

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, katedra radiologie a toxikologie

ÚVOD

Co to vlastně blackout znamená? Jedná se o totální výpadek elektrické energie na velkém území (Beneš et al., 2008). Tento výpadek zasahuje nejen životy lidí, ale chod celého státu a především ekonomický vývoj postihnutého území. Ve zprávě Global Risk (2006) je hodnocena pravděpodobnost výskytu evropského výpadku elektrické energie na 5stupňové škále hodnotou 3 s ekonomickým dopadem 2 (Global Risk, 2006).

Zvláštností, kterou blackout má, je skutečnost, že sekundární důsledky výpadků jsou mnohonásobně větší než důsledky na zařízeních pro výrobu, přenos a distribuci elektrické energie. Příčinou této skutečnosti jsou dominoefek-

ty, které vznikají z propojenosti celé kritické infrastruktury. Blackout je problematika velice komplexní a při zvládání takovéto situace je zapotřebí znát důkladně provázanost kritické infrastruktury a důsledky, které vyplynou pro obyvatelstvo (Beneš et al., 2008).

Zvládání následků krizové situace při dlouhodobých výpadcích elektrické energie není jen z dokonalé znalosti prostředí, ale také z minulých blackoutů, které se vyskytly. Pokud bychom udělali průřez jednotlivými velkými výpadky, zjistíme, že se objevují velice často. V následující tabulce 1 jsou vypsané pouze některé blackouty, které se dají považovat za významné.

Tabulka 1 Významné blackouty ve světě

		Oblast	Země	Počty zasažených
1.	20. 2.–27. 3. 1998	Auckland	Nový Zéland	kolem 1 milionu lidí
2.	21. 1. 2002	Rio de Janeiro Sao Paulo	Brazílie	70 milionů lidí
3.	14. 8. 2003	New York + 5 dalších států na východním pobřeží USA	USA a Kanada	50 milionů lidí
4.	27.–28. 9. 2003		Skandinávie, Itálie, Švýcarsko	56 milionů lidí
5.		Bali, Jáva včetně Djakarty	Indonésie	100 milionů obyvatel
6.	4. 11. 2006		Německo, Francie, Itálie, Belgie, Španělsko a Portugalsko	

Během krizových stavů se omezují dodávky služeb a výrobků obyvatelstvu. Veškeré komodity a služby se dodávají v množství nutném k přežití. Problémem je však elektrická energie, jelikož je výrobkem, který se nedá skladovat, a pro správný chod elektrizační soustavy je nutná vyvážená výroba a spotřeba. Jakákoliv nerovnováha mezi výrobou a spotřebou je charakterizována spuštěním řady na sebe navazujících systémových ochran a automatik zabráňujících jejímu zhroucení. Ne vždy se tomu však dá účinně zabránit, jak ukazuje tabulka největších blackoutů za posledních 13 let. Pokud narušení elektrizační sítě postihuje malé území, je řešení méně komplikované než při zasažení velkého území či velkého počtu lidí soustředěných ve městech. Ukazuje se, že pokud je výpadek delší než 24 hodin, přináší značné problémy všem a chod společnosti se začne narušovat (Beneš, 2008).

Elektrizační soustava

Elektrizační soustava je část energetické soustavy zahrnující veškerá silnoproudá zařízení slou-

žící k získání elektrické energie, jejímu přenosu a distribuci. Je tvořena výrobkami elektrické energie, přenosovou a distribuční soustavou a odběrovými místy u konečných odběratelů (Kovařík, 2007).

V České republice tři čtvrtiny elektrické energie vyrábí gigantická společnost ČEZ, vlastní 15 uhelných, 2 atomové a 12 vodních elektráren (Encyklopedie, 2010). Přenos a rozvod elektrické energie se děje pomocí sítí. Na druhé úrovni elektrizační soustavy funguje přenosová soustava tvořená převážně soustavou nadzemních kabelů, transformátorů, kompenzačních prvků, bleskosvody a regulačními prvky. V České republice ji spravuje firma ČEPS, a. s. (Přenosová soustava, 2010). Poslední částí elektrizační soustavy je samotná distribuce elektrické energie ke konečným uživatelům. Jedná se o zařízení pracující na hladině 110 kW a nižší. V České republice jsou tři společnosti distribuující elektrickou energii konečným odběratelům. Jedná se o firmu ČEZ Distribuce, a. s., E.ON Distribuce, a. s., Pražská energetika, a. s. (Encyklopedie, 2010) (tab. 2).

Tabulka 2 Trasy vedení přenosové a distribuční soustavy

	Trasy vedení			
	ČEPS, a. s. (ČEPS, 2010)	ČEZ Distribuce, a. s. (ČEZ, 2010)	E.ON Distribuce, a. s. (E.ON, 2010)	Pražská energetická, a. s. (PRE, 2010)
Vedení 400 kW	4 596 km			
Vedení 220 kW	2 926 km			
Vedení 110 kW	171 km	9 570 km	3 876 km	202 km
Vedení 22 kW		50 141 km	21 745 km	3 780 km
Vedení 0,4 kW		94 302 km	38 837 km	7 693 km

Stabilizovat elektrizační soustavu je velice komplikované. S velkou pravděpodobností můžeme říci, zda byla elektrizační soustava stabilní, či nikoliv, ale nemůžeme tento stav předpokládat do budoucna a s jistotou říci, jak náchylná bude na výpadky elektrické energie. Musíme předpokládat, že soustava má vytvořené přiměřené rezervy ve zdrojích i schopnosti přenosu

elektrické energie, které by se mohly uplatnit při nepředvídatelných okolnostech, což může být nepříznivé počasí či teroristický útok (Másló, Švejnar, 2008).

Přenos energie každoročně roste a tím roste riziko poruchovosti toku elektrické energie. V roce 2002 činil přenos elektrické energie přenosovou soustavou 58 018 GWh. V roce 2006

to bylo již 61 216 GWh. S tokem energie rostou i ztráty energie během přenosu i celkový instalovaný výkon transformátorů. V roce 2006 bylo zaznamenáno 83 výpadků, což je oproti roku 2005 o 22 výpadků více. Z celkových 83 výpadků v roce 2006 bylo celkem 20 v souvislosti s omezením výroby či přerušením dodávek elektrické energie. Jednalo se o 69 výpadků přenosových vedení a 14 výpadků transformátorů. Dne 25. července 2006 poprvé v historii vyhlásil ČEPS, a. s., v důsledku narušení celistvosti přenosové soustavy stav nouze pro ČR. Stalo se tak následkem vysokých teplot a zvýšené zátěže přenosových soustav při omezení výroby elektrické energie. To se projevilo atypickým rozložením toku elektrické energie. Dne 4. listopadu 2006 postihla Evropu vlna kaskádovitých výpadků, jež ovlivnila i elektrizační síť ČR. Došlo k vypnutí přenosového vedení v Německu a postupnému navazování dalších států (Next finance, 2007).

Elektrizační soustava je nejcentralizovanějším a nejtechničtějším prvkem kritické infrastruktury. Elektrická přenosová síť je navrhována podle pravidla N-1, což znamená, že je schopna se vyrovnat s výpadkem jednoho prvku soustavy, nikoliv však už dvou a více strategických prvků. Elektrizační síť nemá žádné zásobníky na uchování elektrické energie a při nerovnováze mezi spotřebou a výrobou by mohlo dojít k selhání systému sítě během cca 5 sekund. Není fyzicky možné zajistit ochranu elektrizační sítě. Proto se musí hledat taková opatření, která by zmírňovala následky blackoutu při vypnutí jednoho či více prvků soustavy. Je nasnadě, aby elektrizační síť byla chráněna jako celek (Beneš, 2007).

Rozpad přenosové soustavy vyvolá národní blackout, který postihne miliony lidí. Čtyřnásobná porucha distribuční soustavy postihne tisíce až statisíce lidí. Nejcitlivějším článkem elektrizační soustavy je přenosová soustava. Po rozpadu přenosové soustavy budou odpojeny i systémové elektrárny. Jedná se o jaderné a uhelné elektrárny, které jsou pečlivě střeženy, a v případě nutnosti lze jejich ostrahu zvýšit. Po rozpadu přenosové soustavy však systémové elektrárny nemají kam dodávat elektrickou energii a musí být neprodleně odstaveny z provozu. V takovém případě mohou elektrickou energii dodávat systémy ostrovních provozů založených na místních zdrojích. To však nelze docí-

lit, dokud neexistuje legislativa nařizující distribučním soustavám zajistit nouzové ostrovní provozy. V případě rozpadu přenosové soustavy by se tak zvýšila bezpečnost zásobování až 100krát. Ostrovní provozy tak mohou výrazně snížit důsledky blackoutu (Beneš, Rosa, 2008).

Důsledky blackoutu

Dlouhodobé výpadky elektrické energie mají dopady na životy a zdraví personálu zajišťující provoz a správný chod přenosové a distribuční soustavy. Dochází k ohrožení životů a zdraví pracovníků likvidujících následky poškození a pracujících na záchranných a likvidačních pracích. Obyvatelstvo je ohroženo v důsledku omezení nebo přerušení dodávek do strategických zařízení, např. zdravotnických. Ohrožení jsou i lidé v důsledku sekundárních krizových situací (epidemie a jiné) (Beneš et al., 2008).

Každá průměrná rodina spotřebuje ročně kolem 4 000 kWh energie. Tuto energii nemůžeme a dosud neumíme jinak nahradit. Energie je spotřebovávána na osvětlení, vaření, praní, žehlení, chlazení, ohřev teplé vody, vytápění a jiné. Vyřazením elektrizační soustavy citelně zasáhne nejelektrizovanější domácnosti. Nejdůležitější pro přežití obyvatel je pitná voda, potraviny, teplo a čisté ovzduší. Přerušením elektrické energie se do značné míry omezí provoz a funkčnost i neelektrických zdrojů (Beneš et al., 2008).

V jakékoliv krizové situaci je důležité poskytování nouzových informací obyvatelstvu rozhlasem nebo televizí. Tento způsob informování bude však velice omezen. Nejohroženější skupinou obyvatel budou obyvatelé měst. Velká kumulace lidí na malém území přinese řadu komplikací. Stres mezi obyvatelstvem může vyústit až ve velké nepokoje.

Silniční doprava není tak závislá na elektrické energii. Nejcitlivějším na dodávky elektrické energie v silniční dopravě budou čerpací stanice, důležité dopravní mosty a dálnice. Problémy se mohou projevit nejen ve zvýšení času dopravy, ale přinesou s sebou značné zvýšení spotřeby pohonných hmot, které bude třeba někde čerpat (Beneš et al., 2008).

Železniční doprava je závislá na kapalných palivech a na elektřině. Při poruše elektrického napájení mohou být elektrické lokomotivy nahrazeny dieselelektrickými lokomotivami. Nahrazení elektrických lokomotiv dieselelektrickým

provozem vyvolá značné zvýšení spotřeby nafty, což se projeví nejen v urychlení spotřeby zásob, ale též sníží dopravní kapacity pro ostatní účely.

Městská doprava je závislá na kapalných palivech a na elektřině (metro, tramvaje, trolejbusy) a v menší míře na zemním plynu či LPG (autobusy). Vlastní útok na zásobování MHD energiemi nezpůsobí takové ochromení městské dopravní infrastruktury, k jakému by došlo v případě teroristického útoku přímo na dopravní stavby. Nejzranitelnějšími místy jsou metro, mosty a tunely.

Elektrická energie je důležitá i v sociálním životě. V obchodech se používá na uchování potravin, zabezpečení a prodej, který bude absolutně ochromen.

Banky, telekomunikace, obchodní komplexy jsou velmi citlivé na přerušení dodávky elektřiny, jež by znemožnilo jejich provoz, případně způsobilo i značné škody při ztrátě datových údajů. Proto jsou elektronická zařízení často vybavena zařízením pro nepřerušovaný přechod z jednoho systému napájení na jiný. Z pohledu nouzového plánování a krizového řízení musí být důležitá elektronická zařízení u bank, telekomunikací a obchodních komplexů vybavena náhradním zdrojem napájení a musí být zajištěn automatický přechod z jednoho systému na druhý. Důležitá data musí být pravidelně zálohována na vhodných vnějších médiích.

Došlo by k velkému poškození životního prostředí v důsledku sekundárních krizových situací a v důsledku zvýšeného množství použití dieselgenerátorů. Blackouty mají i velké mezinárodní dopady – nemožnost plnění mezinárodních smluvních závazků, plnění hospodářských a obchodních závazků se zahraničím na úrovni podnikatelských subjektů. Zásadní jsou i dopady ekonomické, vyvolané narušením a celkovým ochromením hospodářství se ztrátami ve všech sektorech, nárůst nezaměstnanosti a důvěra investorů v postižený region.

Blackout v Aucklandu

Město Auckland je s jedním milionem obyvatel největším městem Nového Zélandu. Zásobení hlavní části města elektrickou energií bylo zabezpečeno čtyřmi 110kW kabely, které provozuje firma Mercury Energy. Nešťastnou náhodou byly všechny kabely přerušeny a 20. února

1998 se město ponořilo do tmy. V prvním okamžiku nepocítila výpadek žádná strategická místa, která měla elektrické dieselgenerátory. Výjimku tvořila místní nemocnice, která sice generátor měla, ale selhal, a dětské oddělení bylo bez proudu. Dále bez elektrické energie zůstal celý univerzitní Kampus spolu s 30 000 studenty a mnoho dalších míst. Ukázalo se, že i když nastartovaly všechny generátory, nebyly schopny pojmout veškerou nutnou spotřebu energie. Projevilo se to jako hodně velký problém. Společnost Mercury začala svázet do města generátory z celého Nového Zélandu a Austrálie, aby byla pokryta minimální spotřeba energie města. Byla snaha získat i generátory z USA, avšak ty pracují na jiné energetické hladině a jejich zapojení by bylo velice problematické. Velké generátory se dovážely letadly, ale vzhledem k velkému výpadku, který postihl i letiště, byl dovoz zcela ochromen a letiště pracovalo jen na minimální provoz. Začala se využívat lodní doprava. Město Auckland je přístavním městem, a tak veškeré velké generátory byly dopravovány loděmi. Vzhledem k problematice vylovení zůstaly všechny generátory na lodích, odkud byly s městem propojeny vedením. Spotřeba generátorů se pohybovala kolem 1 milionu litrů nafty za den. Kvůli tomu se zhoršila kvalita života ve městě. Zhoršil se vzduch kvůli spalínám, doprovodným efektem běžících generátorů je i jejich velký hluk. Některé společnosti zjistily, že jejich generátory měly problém s palivovými nádržemi, které byly umístěny velice blízko generátorů. Ty se zahřívaly a hrozila možnost vznícení u generátorů, které nebyly zvyklé pracovat bez přestávky po delší dobu. To se po nějaké době ukázalo jako reálné. Další hrozba, která se objevila, nastala špatnou kabeláží, jež nebyla schopna pojmout energii a způsobila vznícení budov (Gutmann, 1998).

Dopady na obyvatelstvo byly velké. Policie nestíhala řešit problémy, a proto byla v prvních dnech výpadku do města povolána garda, která měla zabránit šíření vlny zločinu městem. Policie byla stažena z jiných částí země, což vedlo ke zvýšené kriminalitě na jiných místech. Nedostatek energie ovlivnil i zabezpečení budov. Alarmy nefungovaly, obchody byly neustále otevřené, bankovní sektor nefungoval, zkolaboval finanční trh města a okolí. Zkrachovaly firmy sídlící ve městě i obchodující v Aucklandu. Mnoho administrativních budov i soukromých

objektů bylo bez vody a kanalizace, která bez elektrické energie nefunguje a její znovuzapojení pomocí generátorů není možné. Jeden zasažený majitel městského bytu shrnul podmínky, které panovaly v Aucklandu během velkého výpadku, jednou větou: „*Za tento byt jsem dal jeden milion dolarů a ani si nespáchnu záchod.*“

Velice vážný problém nastal s potravinami. Vzhledem k nefunkčnosti chladicích a mrazicích zařízení se začaly potraviny kazit ve velkém. V restauracích, bytech, administrativních budovách – všude, kde se pohybovali lidé, se objevily potraviny podléhající rychlé zkáze. Byla nutnost tento problém vyřešit. Po celém městě se zaparkovaly obrovské kontejnery na zkažené potraviny a městská rada nechala přistavit několik mrazicích boxů do centra, kam se zamražené potraviny mohly uložit. Maloobchodníkům bylo nařídáno prodat vše, co by se mohlo zkazit a zbytek byl nekompromisně vyhozen (Gutmann, 1998).

Veškerá opatření, která byla přijata, směřovala pomocí obyvatelstvu a znovuoobnovení napájení města. Avšak největší důsledek, který blackout na Novém Zélandě měl, byl důsledek ekonomický. Malé podniky během a ihned po obnově energie vyhlásily bankrot. Velké podniky se z oblasti přesunuly jinam. Region se stal nedůvěryhodným a obnova území, co se týče ekonomických problémů, probíhá dodnes. Je to jasný důkaz toho, že důsledky, které dlouhodobé výpadky elektrické energie mají, jsou mnohonásobně větší na životy lidí a chod regionu než na zařízení výroby, přenosu a distribuce elektrické energie (Gutmann, 1998).

ZÁVĚR

Se všemi těmito důsledky má zkušenost město Auckland na Novém Zélandu. Jako jediné město v novodobé historii se muselo vyrovnat s dlouhodobým blackoutem. Zasaženo bylo více než milion lidí a nastala nutnost řešit tuto krizovou situaci co nejlepším a nejvhodnějším způsobem. Postup řešení této krizové situace

nám může pomoci v posuzování možných důsledků a nabírání nových zkušeností, jež je možno aplikovat v našich podmínkách.

LITERATURA

- BENEŠ, I.: *Energetická bezpečnost*, Cityplan, spol. s r. o., 2007, 36 s.
- BENEŠ, I.: *Městské teplárny – základ ochrany proti blackoutu* (2008)[online][cit.2008-12-8] Dostupné z: <http://www.cityplan.cz/index.php?id_document=994>
- BENEŠ, I., ROSA, J.: *Systémové řešení nouzového zásobování elektřinou v případě krizových stavů*; Cityplan, spol. s r. o., 2008.
- BENEŠ, I. et al.: *Blackout*, vyd. Cityplan, spol. s r. o., 2008.
- Distribuční soustava* [online].2010 [cit. 2010-12-30] Dostupný z: http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/o-spolecnosti/cez_distribuce_brozura_web.pdf.
- Encyklopedie* [online]. 2010 [cit.2010-11-25]Dostupný z: <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/501762-elektrarny-v-cesku>.
- GUTMANN, P.: *Auckland's Power Outage* [online]. 1998 [cit. 2010-12-8] Dostupné z www: <http://www.cs.auckland.ac.nz/~pgut001/misc/mercury.txt>
- Global Risk 2006*, [online]. 2006 [cit. 2010-12-30] Dostupné z http://www.weforum.org/pdf/CSI/Global_Risk_Report.pdf.
- KOVARÍK, J.: Kritická infrastruktura a ochrana obyvatelstva, In: *Ochrana obyvatel 2007*. Ochrana kritické infrastruktury. s. 145–153. [online] [cit. 2008-11-8] Dostupný z
- MÁSLA, K., ŠVEJNAR, P.: Stabilita elektrizační soustavy. *Vesmír* [online] 2008 [cit.2010-12-30] Dostupný z: <http://www.vesmir.cz/clanek/stabilita-elektrizacni-soustavy>.
- NEXT FINANCE, Trh s elektrickou energií v Evropě* [online].2007 [cit.2008-12-7] Dostupný z: http://www.pxe.cz/pxe_downloads/Info/pxe_analyza.pdf.
- Přenosová soustava*. [online].2010 [cit.2010-12-5] Dostupný z: <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/460358-prenosova-soustava>.
- Popis distribuční soustavy* [online].2010 [cit. 2010-12-30] Dostupný z: http://www.eon-distribuce.cz/file/cs/electricity/echnical_information/EON-popis_ds.pdf
- Slovník pojmů eon*. [online][cit.2010-12-5] Dostupný z: http://www.eon.cz/cs/info/terms_dictionary.shtml.
- Slovník přenosová soustava* [online][cit. 2010-12-31] Dostupný z: http://www.ceps.ct/doc/soubory/20100525/data%20do%20za%201009%20ej_ČEPS_web.pdf

Lenka Brehovská
BrehovskaLenka@seznam.cz