

TEORETICKÉ MOŽNOSTI ZÁSOBENÍ ZDRAVOTNICKÉHO ZAŘÍZENÍ ELEKTRICKOU ENERGIÍ

Radka Dušková¹⁾, Pavel Böhm²⁾

ABSTRAKT

Projekt Prevencia a riešenie blackoutu nemocničných zariadení (SGS13/160/OHK4/2T/17) je podporovaný Študentskou grantovou súťažou a zaoberá sa možnosťami náhrady elektrickej energie pri mimoriadnych udalostiach, kedy dochádza k narušeniu dodávok elektrickej energie do zdravotníckych zariadení. Výstupom sú možnosti využitia náhradných zdrojov a ich udržateľnosť z pohľadu riešenia zásobenia pohonnými hmotami. Zdravotnícke zariadenia majú svoje špecifiká (napr. poloha, rozloha, jednotlivé oddelenia, počty akútnych lôžok, špeciálne prístroje pre diagnostiku a liečbu, a ďalšie), ku ktorým/na ktoré je nutné prihliadať.

Kľúčové slová:

zdravotnícké zariadení, elektrická energia, blackout, náhradný zdroj

ABSTRACT

The project Prevention and solution of blackout situations by hospitals (SGS13/160/OHK4/2T/17) is supported by the Student grant competition and it deals with the possibility of back-up electricity during emergency situations when disruptions of these supplies to health facilities occur. The output is the possibilities of using of alternative resources and their sustainability from the perspective of fuel supply solutions. The actual healthcare facilities have their own characteristics (e.g. location, size, different departments, number of acute beds, special equipment for diagnosis and treatment, and others), which must be taken into account.

Key words:

medical organization, electrical energy, blackout, emergency supply

¹⁾ Mgr. Radka Dušková, Nám. Sítná 3105, 272 01 Kladno, +420224359973, Radka.duskova@fbmi.cvut.cz

²⁾ Mgr. Bc. Pavel Böhm, Nám. Sítná 3105, 272 01 Kladno, +420224359973, Pavel.bohm@fbmi.cvut.cz

1 ÚVOD

Chaos v dopravě, nefungující komunikační sítě, vodovod, kanalizace či rozvod tepla. Takový je scénář totálního výpadku elektřiny, tzv. blackoutu. Zkušenosti ze zahraničí ukazují, že se jedná o reálné nebezpečí, které se nevyhýbá ani těm nejvyspělejším zemím. [13]

Z odborné veřejnosti zaznívá, že nemáme pokládat otázku, zda-li rozsáhlý výpadek proudu na území České republiky nastane či ne, ale spíše kdy jej můžeme čekat. Způsobit jej může nejenom technická závada nebo přírodní katastrofa (orkány, požáry), ale také přetížení sítě, ke kterému dochází hlavně při nárazovém zvýšení výroby energie z obnovitelných zdrojů. Elektřinu nelze nikde velkokapacitně skladovat, co se vyrobí, ihned proudí do přenosové soustavy. [1]

Česká republika je středobodem elektrických vysokonapěťových přenosových soustav a zálohovacích energetických zdrojů ve střední Evropě a zároveň i čistým vývozcem elektrické energie. V případě rozsáhlejší poruchy systému na území České republiky by odsátí a současné přetoky energie systém rozkolísaly a spolehlivě způsobily pád i v okolních přeshraničních systémech. [6]

Pokud přerušení dodávek elektřiny netrvá déle než 24 hodin, zůstávají při obnovení dodávek elektřiny zachovány základní funkce společnosti. Několikadenní narušení dodávek už způsobí sociální nepokoje a například záložním zdrojům mobilních operátorů, vodárenských společností, bank nebo nemocnic už energie dojde úplně. Pokud mimořádná situace trvá déle než 5 dní, nastává dezintegrace společnosti a vláda zpravidla vyhláší stav ohrožení nebo dokonce výjimečný stav. [9]

2 BLACKOUT

Blackout představuje rozsáhlý výpadek proudu, který může způsobit řada faktorů. Vedle zatížení přenosové soustavy může tato situace nastat také při extrémní spotřebě elektřiny, chybou v koordinaci při propojení národních energetických soustav nebo kvůli technickému stavu energetické sítě. [2] Rozsáhlý výpadek proudu, při kterém se přeruší dodávky elektřiny na velkém území, způsobí zpravidla více příčin najednou – například mimořádně vysoká spotřeba v létě vlivem vysokého užívání klimatizace, přírodní vlivy nebo třeba poruchy v přenosových soustavách. [1]

Plošný výpadek elektřiny na rozsáhlém území, je černou mřou pro celá města, regiony, státy, i kontinenty. Při výpadku elektřiny z přenosové soustavy se dokáže distribuční síť udržet v ostrovním provozu z místních zdrojů pouze v nouzovém režimu, kdy jsou přednostně zásobovány systémy kritické infrastruktury, vodárny a nemocnice, v lokálním měřítku se jedná zejména o teplárny, energetické bio stanice a solární farmy. Slabinou ostrovních provozů v případě kolapsu je nutnost okamžitého odpojení od sítě ve zlomku vteřin, jinak budou do blackoutu strženy také a jejich opětovný restart z nuly je velmi komplikovaný. [6]

Dlouhodobý blackout by byl nejspíš akcelerátorem současné ekonomické krize do globální ekonomicko-společenské apokalypsy nevídaného rozsahu spojené s rozpadem ekonomicko-finančních vztahů dnešní společnosti tak, jak ji známe. Kolapsem společnosti by v každém případě byla přehodnocena cena lidského života. Blackout by znamenal okamžité přerušování zdravotních a sociálních služeb pro většinu občanů. [6]

Velká pražská fakultní nemocnice o 1500 lůžkách je malým městem – kdy denně její bránou projde téměř 10 000 lidí. Musí být tedy zásobována elektrickou energií, plynem, vodou, teplem a dalšími médii stejně jako malé město. Možná s ještě větší důkladností – denně se zde zachraňují lidské životy za pomoci dokonalých přístrojů závislých na nepřerušované dodávce elektřiny. [3]

Typickým příkladem může být situace, kdy očití svědci popisují největší výpadek elektrického proudu, který v roce 2005 postihl na dva miliony Moskvanů: Zhaslo světlo, nejelo metro. Z mobilních telefonů se nedalo nikam dovolat. Okamžitě se vyrojily spekulace o teroristickém útoku. Lékaři v nemocnicích dokonce museli operovat s baterkami v ruce. [4]

2.1 PŘIPRAVENOST NA BLACKOUT

V případě výpadku elektrické energie Hlavní město Praha není energeticky soběstačné – nemá totiž žádnou vlastní elektrárnu a v dodávkách proudu je závislé na zdrojích v ostatních částech republiky. V médiích se vyjadřují k možnému blackoutu i energetické společnosti, Pražská energetika prostřednictvím svého mluvčího Petra Holubce uvádí: „V hlavních či jinak důležitých městech existují tzv. rezervní zdroje, což byly v minulosti zejména paroplynové elektrárny menšího výkonu, které uměly v případě výpadku zajišťovat provoz kriticky ohrožených míst, jako jsou nemocnice či zásobování pitnou vodou,“ řekl Holubec portálu ČT24. Českou metropoli podle něj už za absenci záložního zdroje kritizovala i Evropská unie. [13]

V současné situaci by Pražská energetika délku totálního výpadku nemohla příliš ovlivnit. „Pokud jde o výpadek na celém území Prahy, jako se simuloval 26. 2. 2014, tak nám nezbyvá než čekat, než nám česká přenosová soustava dodá elektřinu do těch míst, která zásobují Prahu,“ popsal Holubec. Když by konečně začal proud do hlavního města přitékat, prioritou Pražské energetiky by samozřejmě bylo obnovení dodávek pro nemocnice. [13]

Jak je z předchozího textu patrné, výhodu při výpadku proudu mají ty oblasti, které disponují zdrojem schopným fungovat v tzv. ostrovním režimu. „Když dojde k výpadku napětí, tak je tato oblast restartována, resuscitována. Jeden malý projekt v regionálním měřítku byl realizován například v Českých Budějovicích. Já bych považoval za vhodné, aby těch oblastí bylo více,“ poznamenal analytik společnosti ENA Jiří Gavor. S výstavbou zdroje, který by pomohl zvládnout krizové situace, se počítalo také v Praze. Veškeré pokusy však narazily na odpor občanů v dotčených

městských částech. Praha by přitom potřebovala pro snazší zvládnutí energetického blackoutu alespoň tři nové zdroje proudu o výkonu alespoň 50 megawattů. [13]

Plány, které by pomohly zvládnout blackout, tvoří i další česká města. V krizovém plánu kraje, a tím pádem i v krizovém plánu obce s rozšířenou působností Ostrava, je tato situace rozpracována v podobě dílčích opatření. Jde např. o zajištění nouzových dodávek pitné vody, nouzových dodávek potravin, havarijní zajištění dopravy a další. Kromě zajištění životně důležitých dodávek a provozu nemocnic se Ostrava soustředí také na to, aby pro případ velkého výpadku proudu měly k dispozici potřebné technologie na jeho zvládnutí také podniky, jejichž provoz není možné z bezpečnostních důvodů vypnout. [13]

2.2 BLACKOUT A JEHO NÁSLEDKY

Samostatnou kapitolou blackoutu je zásobování dílčích surovin potřebných k životu – zásobování pitnou vodou. Pokud by v Praze nebyl elektrický proud, bez pitné vody by se rázem ocitlo na tři sta tisíc Pražanů na levém břehu Vltavy. Toto číslo by se pak během pár hodin dále rozšířilo na téměř šest set tisíc. Komplikace by nastaly hlavně v tuhé zimě při dodávkách vody. [1] Podle bezpečnostního experta Andora Šándora by byly nedostatkem vody zasaženy i některé nemocnice, které už tou dobou poběží na náhradní zdroje elektřiny díky záložním agregátům. Jenže je otázkou, jak dlouho. [4]

Agregáty totiž fungují na naftu a dle Šándora některým nemocnicím vydrží zásoby paliva jen čtyři hodiny. Navíc vypoví službu většina čerpacích stanic ve městě. Ze 157 by jich zůstalo v provozu asi 19, které mají záložní zdroje. Fungovat by však měly čerpací stanice některých obchodních řetězců. [4] Do zmiňovaného cvičení v Praze byly zahrnuty také nemocnice, protože se bezprostředně dotýkají Pražanů. „V jednu chvíli v nich leží průměrně 11 tisíc pacientů,“ uvedl Šándor. [12] „Když to vypadne v jedenáct, taková nemocnice bude ve tři hodiny ráno bez proudu úplně,“ přiblížil Andor Šándor bez podrobností, o které nemocnice by mohlo jít. [4]

3 NÁHRADNÍ ZÁSOBOVÁNÍ ZDRAVOTNICKÉHO ZAŘÍZENÍ

Požadavky na přenosovou soustavu stoupají a vynořují se nové výzvy: požaduje se vyšší přenášený výkon i větší spolehlivost provozu, kterou ohrožují zejména instalace nových obnovitelných zdrojů s neřiditelnými a proměnlivými výkony. [14] Záložní zdroje energie jsou v dnešním světě velice potřebnou záležitostí. Pokud bychom měli vyjmenovat několik důležitých systémů, jednalo by se například o systémy, které zajišťují chod nemocničních zařízení, chod letišť, počítačové systémy, telekomunikační zařízení a tak podobně. [15]

Pražské cvičení mělo prověřit, jak jsou na život bez proudu připraveny zejména státní instituce a velcí dodavatelé. Lze se ale proti blackoutu nějak zabezpečit i na úrovni jednotlivých odběratelů? Aliance pro energetickou soběstačnost se domnívá, že riziko výpadku se sníží, pokud bude síť méně centralizovaná. To znamená, že nebude

závislá na malém počtu velkých uhelných či atomových zdrojů a překonávání velkých vzdáleností. [13]

V objektech, jako jsou zdravotnická zařízení, se proto obvykle vytváří několik vzájemně nezávislých elektrických napájecích sítí různé důležitosti – dle hierarchického uspořádání [8] :

1. Nezálohovaná síť napájená z veřejného VN nebo NN rozvodu
2. Nezálohovaná síť, napájená ze dvou různých VN přípojek
3. Zálohovaná síť s využitím dieselaagregátu, umístěným v energocentru objektu (při přechodu na dieselaagregát je povoleno krátkodobé přerušení dodávky el. proudu).
4. Zálohovaná síť s využitím zdroje UPS a dieselaagregátu, umístěným v energocentru objektu (při přechodu na dieselaagregát není povoleno krátkodobé přerušení dodávky elektrického proudu).

3.1 MOŽNOSTI ZÁSOBOVÁNÍ ELEKTRICKOU ENERGIÍ

Pokud nechceme být na nikom závislí při dodávání elektrické energie, můžeme si pořídit svoji vlastní malou elektrárnu. Máme na výběr z velkého spektra možností, náhradním zdrojem může být elektrárna sluneční, prostřednictvím solárních panelů, což je v dnešní době velice oblíbeným trendem; malá větrná elektrárna či v případě blízkosti vodního toku i malá elektrárna vodní. [15]

Jedním z nejdostupnějších nástrojů pro domácnosti i jiné menší subjekty jsou solární panely na střeších domů. Ty umožní zvýšit energetickou soběstačnost na elektrárenských sítích a umožní daným subjektům vyrábět vlastní elektřinu. Solární zdroje na střešních konstrukcích domů v kombinaci s baterií se osvědčily například v USA při masivním výpadku proudu, k němuž došlo v důsledku ničivé bouře Sandy v New Yorku. [13]

Před volbou větrné elektrárny je nutné si v první řadě zjistit, jaké povětrnostní podmínky panují v okolí. Malé elektrárny se většinou vyrábějí do maximální výšky deseti metrů, neboť do této výšky nepodléhají tomu, aby majitel musel žádat o licenci pro provozování větrné elektrárny. Dalším kritériem, které je velice důležité pro její provoz, je pak hlučnost této elektrárny, která musí splňovat dané normy. [15] Větrné elektrárny jsou na výrobu elektrické energie spolehlivější, než elektrárny sluneční, neboť větrný potenciál je v každém případě větší, než potenciál slunečního svitu. Je to samozřejmě z toho důvodu, že fouká jak ve dne, tak v noci a také v obdobích, kdy je slunečního svitu málo. Potencionálně nejlepší variantou se jeví provozování sluneční elektrárny s kombinací elektrárny větrné o nižším výkonu. [15]

Veřejné ostrovní provozy by byly schopné zachovat v provozu části distribučních soustav z místních zdrojů do doby, než dojde k obnově přenosové soustavy. Řízenou dodávkou elektřiny pro vybrané spotřebitele by pak bylo možné následky blackoutu zmírnit. Tento výzkumný projekt vede společnost CityPlan, která se zaměřuje na zvýšení odolnosti distribuční soustavy. Základem takového ostrova je

menší výrobní zdroj elektřiny, například teplárna, který je schopen samostatného fungování bez propojení s přenosovou soustavou. [9]

Elektrocentrály jsou další variantou náhradního zásobování elektrickou energií. Vyrábí se množství odlišných druhů a typů, přičemž nejpraktičtější jsou diesellové elektrocentrály. Nádrže pro diesellové elektrocentrály se vyrábějí v různých velikostech, avšak obecně se uvádí, že klasická standardní nádrž vydrží bez nutnosti doplnění paliva zhruba osm až patnáct hodin v závislosti na velikosti vypětí a celkové náročnosti. [15]

3.2 SOUČASNÉ ZABEZPEČENÍ NÁHRADNÍHO ZÁSOBOVÁNÍ

V nemocnicích, v telekomunikaci i v jiných prvcích kritické infrastruktury se často využívá tzv. UPS systém. UPS představuje zkratku pro nepřerušitelný zdroj napájení (z angl. Uninterruptable Power Supply). Díky takovému systému mohou být zachráněny lidské životy v kritických situacích jako je chirurgická operace nebo při náhlém výpadku elektrické energie lze takto zabránit i ztrátě důležitých dat. [7]

Průměrné zatížení nemocniční elektrické sítě se pohybuje okolo 1, 4–1,5 MW. Záložní zdroje reagují při výpadku velmi rychle. Přístroje pro zajištění životních funkcí pacientů jsou citlivé na výpadky v řádu několika milisekund, však výpočetní systémy a technika i jen na zakolísání napětí sítě, greyout. Jednotlivá oddělení jsou vybavována bateriemi UPS, které vydrží dodávat nepřetržitě elektřinu 3 hodiny, bez ohledu na kolísání napětí či výpadek elektrického proudu. Oddělené UPS mají např. lampy na operačních sálech, které musejí mít obnovu napájení do půl vteřiny. [3]

Systémy UPS s akumulátorovými bateriemi jsou schopné dodávat energii po dobu několika desítek minut (typicky 20). Po této době buď musí být obnovena dodávka z energetické sítě anebo musí být nastartován záložní generátor, poháněný nejčastěji spalovacím motorem (dieselaagregát). Energie uložená v akumulátorech systému UPS slouží pouze na nepřerušené překrytí dodávky energie od okamžiku výpadku sítě do náběhu náhradního generátoru (dieselaagregátu). [8]

Automatické elektrocentrály zajistí zabezpečení chodu klíčových zařízení a technologií ve výrobě či službách. Automatika zabraňuje poškození zařízení a výrobků, zároveň optimalizuje chod elektrocentrály tak, aby bylo její opotřebení minimální. Automatická záloha veřejné elektrické sítě elektrocentrálou pro zálohování důležité technologie je prováděna motorgenerátorem. [9]

V areálu pražské fakultní nemocnice funguje 5 transformátorových stanic, každá z nich má záložní zdroj – diesel agregát, který je schopen v případě výpadku sítě nastartovat do 20 minut. Mimo to, je zde také plynová kogenerační jednotka, která vyrábí elektřinu a teplo. V každém nemocničním pavilonu pak jsou zálohované rozvaděče. Na přizpůsobení rozvodů jsou kladeny vysoké nároky, jelikož vybavení nemocnice se stále mění, přibývají nové a modernější přístroje s různými charakteristikami odběrů. [3]

Nemocnice Na Bulovce se ohradila proti informacím, které médiím poskytl krizový štáb hlavního města Prahy v rámci cvičení tzv. „blackout“. V současné době má Nemocnice Na Bulovce zásobu motorové nafty pro náhradní agregáty elektrické energie na 16 – 24 hodin, v závislosti na celkovém zatížení agregátů.[11]

4 ZÁVĚR

Elektrizační přenosová soustava je páteří elektroenergetiky, jejíž spolehlivost má pro Českou republiku ekonomický, bezpečnostní, politický, sociální a ekologický význam. [14] Elektrická energie má svá specifika, lze ji jen obtížně a v omezeném množství skladovat. Musí být tedy v každém okamžiku zajištěna rovnováha mezi spotřebou a výrobou elektřiny. Obecně jsou následky tak rozsáhlých výpadků elektrické energie srovnatelné s přírodními katastrofami, výsledkem je ochromení fungování celé společnosti či jinak velmi narušeno (omezení provozu služeb, infrastruktury, obchodu, zdravotnictví, průmyslu, atd.). Ekonomické škody jsou často gigantické, stejně jako zásah do života jednotlivých lidí a celých komunit. [5] Následky dlouhodobého výpadku elektrické energie a zničení kritické infrastruktury vidíme v současnosti stále na Haiti.

I když existují záložní zdroje pro klíčová zařízení (nemocnice, mobilní operátoři), přesto je zřejmé, že vůči nebezpečí a následkům blackoutů jsme bezbrannější, než jsme si ochotní připustit. [5] Při zásahu v případě živelních katastrof by jistě pomohlo, kdyby si kraje, města či obce zpracovaly jednoduchou analýzu udržitelnosti provozů důležitých objektů, jako je nemocnice, ústředí krizového štábu s náhradním energetickým zdrojem, respektive i bez něj. [10]

LITERATURA

- [1] Co hrozí lidem při blackoutu? V Praze si vyzkoušeli cvičný výpadek proudu. Elektrina.cz [online]. 12.3.2014 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://www.elektrina.cz/co-hrozi-lidem-pri-blackoutu-v-praze-si-vyzkouseli-cvicny-vypadek-proudu>.
- [2] Cvičení blackout. Cvičení blackout [online]. Praha, c2014 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://www.cviceniblackout.cz/co-je-to-blackout>.
- [3] DUFKOVÁ, M.: Energetika velké nemocnice. Tří pól [online]. 2009, roč. 2, s. 14 [cit. 2014-03-30]. Dostupné z: <http://3pol.cz/download/cerven2009.pdf>.
- [4] JANDA, V.: Budiž tma. Praha cvičí na blackout. Týdeník 5plus2: Praha [online]. Praha: AGF Media, a.s., 19.2.2014 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: http://praha.5plus2.cz/blackout-v-praze-02x-/prahar.aspx?c=A140219_113316_ppd-prahar_p2vja.
- [5] Každá kombinace situací v elektroenergetice je vždy unikátní. Žena-in: Technika [online]. 8.1.2014 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://zena-in.cz/clanek/kazda-kombinace-situaci-v-elektroenergetice-je-vzdy-unikatni/kategorie/technika/rubrika/domacnost>.

- [6] KOPECKÝ, M.: Blackout. WM magazín: Hranice vědy a techniky, historické otázky, zajímavosti, cesty a expedice [online]. Otrokovice: Jiří Matějka, 12.2.2014 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://www.wmmagazin.cz/view.php?cislocclanku=2014020007>.
- [7] Polyteck Building Services saves you and your company from blackouts. Polyteck Building Services [online]. 6.12.2013 [cit. 2014-03-30]. Dostupné z: <http://polyteck.co.uk/polyteck-building-services-saves-you-and-your-company-from-blackouts>.
- [8] Prednaska 3-UPS site. ČVUT Praha, Fakulta elektrotechnická [online]. [cit. 2014-03-30]. Dostupné z: motor.feld.cvut.cz/www/materialy/A5M14RPI/Prednaska_3-UPS_site.pdf.
- [9] Proč zálohovat: Teplárny mohou ochránit před black outem. In: Elektrocentrály.cz [online]. 2012 [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: <http://www.elektrocentrally.cz/aktuality>.
- [10] PŮLPÁNOVÁ, B.: Při cvičném blackoutu se ČEZ Distribuce osvědčila. ČEZ, a.s. [online]. 12.9.2013 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/promedia/tiskove-zpravy/4350.html>.
- [11] ŠALEK, M.: BLACKOUT: Ohrazení se proti nepravdivým informacím krizového štábu hl.m.Prahy ohledně náhradních zdrojů el. energie v Nemocnici Na Bulovce. Nemocnici Na Bulovce [online]. Praha, 26.2.2014 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://bulovka.cz/aktuality/20140226-blackout-ohrazeni-se-proti-nepravdivym-informacim-krizoveho-stabu-hl-m-prahy-ohledne-nahradnich-zdroju-el-energie-v-nemocnici-na-bulovce>.
- [12] ŠVEC, P. - BUREŠ V.: Praha cvičila kolaps elektřiny, odhalila potíže s vodou a operátory. IDnes.cz [online]. Praha, 26.2.2014 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: http://praha.idnes.cz/praha-simuluje-blackout-0w3-/praha-zpravy.aspx?c=A140226_092305_praha-zpravy_bur.
- [13] VEJVODOVÁ, A. - OBROVSKÝ P.: Blackout v Česku: Stoprocentně nebudeme připraveni nikdy. Česká televize [online]. Praha, 27.2.2014 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://m.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/264504-blackout-v-cesku-stoprocentne-nejbudeme-pripraveni-nykdy>.
- [14] VOSTRACKÝ, Z. - VELEK J. - VRBA M.: Zvýšení kapacity: Strategická výzva pro elektrizační soustavu. Přírodovědecký časopis Vesmír [online]. 2013, roč. 92, č. 6, s. 350-353 [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: <http://www.vesmir.cz/clanek/zvyseni-kapacity>.
- [15] Záložní zdroje energie. Eurosystems.cz [online]. 18.4.2013 [cit. 2014-03-30]. Dostupné z: <http://eurosystems.cz/ochrana-proti-vypadku-energie/zalozni-zdroje-energie>.

Článek recenzovali dva nezávislí recenzenti.