

PŘÍČINY SELHÁNÍ ELEKTROENERGETICKÉ INFRASTRUKTURY A IDENTIFIKACE OBLASTÍ, KTERÉ VYŽADUJÍ PREVENCI A PŘIPRAVENOST

Dana Procházková^{*)}

ABSTRAKT

Elektroenergetická soustava je páteří infrastrukturou, která zajišťuje přežití lidí a ochranu obyvatelstva. Skutečná nebezpečí spojená s jejím selháním, která vyvolávají ztráty, škody a újmy na chráněných zájmech, ukázaly některé události spojené s rozsáhlými výpadky dodávek elektrické energie, které se vyskytly v posledním desetiletí na severoamerickém kontinentu a v Evropě. Jelikož účinná prevence je nejlepší ochranou před ztrátami, škodami a újmami, článek sleduje úkoly prevence a připravenosti z pohledu přežití lidí v území postiženém dlouhodobým výpadkem elektroenergetické infrastruktury. Jde totiž o podstatně širší problém než je ten, který řeší provozovatelé elektroenergetické soustavy.

Klíčová slova: Bezpečí. Selhání dodávek. Elektroenergetická soustava. Kritické oblasti

ABSTRACT

An electro energy system is the spinal infrastructure that ensures the human survival and public protection. Real dangers, connected with its failure that caused losses, harms and damages on protected interests (assets), were shown by some events with huge electric energy supply outages that occurred in the North America continent and in the Europe in last decade. Because effective prevention is the best protection against losses, damages and harms, the paper follows the tasks of prevention and preparedness from the view of human survival in territory affected by long-term outage electro energy system. It goes on substantially broader problem than this that is solved by operators of electro energy system.

Key words: Security. Supply Failure. Electro energy System. Critical Domains.

^{*)} Dana Procházková, doc., RNDr., PhD., DrSc. Ústav bezpečnostních technologií a inženýrství, Fakulta dopravní ČVUT Praha & Univerzita Jana Amose Komenského Praha; dr.prochazkova.dana@seznam.cz

ÚVOD

Na základě současného poznání elektroenergetická infrastruktura patří do kritické infrastruktury v území, a ta patří do základních chráněných zájmů lidského systému, o které musíme pečovat, abychom zajistili bezpečné území a v něm bezpečné obyvatele s udržitelným rozvojem [1]. Proto současná lidská společnost v zájmu svého zachování a rozvoje usiluje o bezpečné dodávky elektrické energie a hledá příčiny selhání elektroenergetické soustavy. Důležitou skutečností je uvědomění, že v současném pojetí integrální / komplexní bezpečnosti totiž bezpečnost v sobě inherentně obsahuje spolehlivost a funkčnost. Na tuto skutečnost musíme při každém jednání upozorňovat, protože zvláště elektroenergetici vidí jen technické problémy a ne dopady na lidi a lidskou společnost, což nakonec potvrzuje platná legislativa [2] pro elektroenergetiku, která nevyžaduje zvažovat dopady výpadku elektroenergetické soustavy na lidi a dělat opatření pro přežití lidí v postiženém území. Jelikož nic není absolutně bezpečné, je třeba počítat i s dlouhodobým výpadkem elektroenergetické soustavy a k tomu je nutné minimálně vědět, co udělat, aby v takovém případě přežili lidé v postiženém území.

1 SOUČASNÉ POZNÁNÍ INFRASTRUKTUR

Rozvoj technologií infrastruktur směřuje stále více ke kombinaci jednotlivých zařízení a aplikací do komplexních systémů s cílem dosáhnout zvýšení výroby a vysoké ziskovosti. Takto vytvářené systémy nejsou výsledkem expertů z jedné disciplíny (oboru), nýbrž jsou výsledkem interdisciplinárního týmu. Zvláště pro síťové technologie platí, že jednotlivý expert není schopen kompletně posoudit a ovládat velké technické systémy. Z hlediska potřeby zajistit bezpečí a udržitelný rozvoj lidské společnosti je předpokladem pro konstrukci těchto komplexů ovládaní jejich bezpečnosti. Je logické, že v komplexních systémech bezpečnostní funkce musí být zvažovány v souvislostech s ostatními funkcemi systému a jeho podsystémů. Tj. nestačí řešit jednotlivosti (tj. problémy bezpečnosti uvnitř jednotlivých podsystémů), ale je třeba řešit zároveň bezpečnost celku i bezpečnost jednotlivostí (tj. dílčích podsystémů). Přitom je třeba počítat s dále uvedenými ohroženími:

- vnější ohrožení (ohrožení od jevů v okolí systému),
- vnitřní ohrožení (ohrožení od vnitřních zařízení jednotlivých podsystémů),
- funkční ohrožení (ohrožení spojená se selháním funkcí celého systému nebo zařízení či komponent systému, tj. selháním podsystémů),
- ohrožení spojená s montáží,
- lidská ohrožení (ohrožení spojená s lidskými činnostmi).

Je skuteností, že bezpečnost jednotlivých technologických sektorů závisí na bezpečnostních tradicích, které se vyvíjely určitou dobu v daném sektoru. Proto v celku složeném z několika sektorů jsou provedená bezpečnostní opatření různorodá a odpovídají znalostem a zkušenostem doby, ve které byly vytvořeny. Dodnes je skuteností, že při sestavování technologických systémů a při vytváření jejich bezpečnosti experti z různých oborů pracují odděleně, což nezaručuje ani optimální bezpečnost, ani optimální náklady. Často se stává, že jednotlivé podsystémy jsou

bezpečné, protože pro ně existují standardy a normy (např. jednotlivé technické části určitého provozu), ale bezpečnost celku, který vznikl jejich propojením s kybernetickými a jinými infrastrukturami již sledovaná není, protože se hodnocení a prokázání bezpečnosti nepožaduje relevantní legislativou a navíc k tomuto účelu není dosud k dispozici relevantní odborný postup. Jelikož v posledních letech došlo k velkým selháním energetických infrastruktur, která tíživě dolehla na lidi ve vyspělých zemích, EU soustředila své úsilí v oblasti výzkumu na pochopení vnitřních závislostí mezi podsystémy s cílem stanovit zásady pro zajištění bezpečnosti systému složeného z historicky vytvořených systémů, jejichž bezpečnost byla zajištěna tradičními přístupy, viz úkoly 7. rámcového programu.

Bezpečnost je spojená s vyjednáváním s riziky. Integrovaná bezpečnost je spojená s vyjednáváním s integrovaným rizikem, tj. nejenom s dílčími riziky (zaměřenými na jednotlivé chráněné zájmy), ale i s riziky, které souvisí s vazbami a toky mezi chráněnými zájmy. Snižování jakéhokoliv rizika je spojeno se zvyšováním nákladů, s nedostatkem znalostí, technických prostředků, apod. Proto se v praxi hledá hranice, na kterou je únosné riziko snížit tak, aby vynaložené náklady byly ještě rozumné (viz principy ALARP, ALARA aj.). Tato míra snížení rizika (určitá optimalizace) je většinou předmětem vrcholového řízení a politického rozhodování, při kterém se využívají současné vědecké a technické poznatky a zohledňují se ekonomické, sociální a další podmínky. Proto je nutné znát zdroje rizik, dopady spojené s realizací rizik a také disponibilní zdroje, síly a prostředky pro jejich zvládnutí, aby škody, ztráty a újmy na chráněných zájmech byly únosné.

2 ELEKTROENERGETICKÁ SOUSTAVA

Elektroenergetickou soustavu lze vidět jednak jako soubor fyzických prvků, které jsou propojené fyzickými a kybernetickými infrastrukturami a jednak jako hierarchický logický systém, který má inherentně vloženou jistou logiku, která je podstatná pro jeho bezpečnost, tj. i funkčnost a spolehlivost. Je zřejmé, že pojmový aparát obou uvedených pohledů nemůže být stejný a že druhý pohled vyžaduje daleko vyšší znalostní úroveň než pohled první.

Na první úrovni lze řešit jen některé technické a operativní problémy spojené s dlouhodobým výpadkem elektroenergetické soustavy. Chceme-li řešit úkoly na taktické a strategické úrovni řízení, musíme použít logický model. V praxi jsou ve vyspělých zemích používány dva logické modely, jeden (užší), který používají provozovatelé elektroenergetické soustavy a druhý (širší, který používá veřejná správa, která má za cíl zajistit bezpečnou komunitu a bezpečné území [3].

Na základě odborných prací, např. shromážděných v [3], popisujících řízení dodávek elektrické energie se energetický systém skládá ze tří subsystémů, a to: systém zdrojů primární energie a její získávání (těžba paliv, získávání primární elektřiny a tepla); systém energetických transformací a logistiky (zušlechťování paliv, výroba elektřiny a tepla, transformace elektřiny a tepla, dopravní, přenosové a distribuční systémy, zásobníky); a systém konečné spotřeby (užití energie pro technologické procesy, doprava, vytápění, příprava teplé užitkové vody a další spotřebiče).

Struktura energetického systému je tvořena objekty a liniovými stavbami (sítěmi), ze kterých jsou složeny zásobovací řetězce. Z hlediska strukturování existujících problémů je vhodné oddělit uhelný průmysl, ropný průmysl, jaderný průmysl, plynárenství, elektroenergetiku a teplárenství. *V oblasti elektroenergetiky liniové stavby tvoří přenosová a distribuční venkovní a kabelová vedení. Objekty a zařízeními jsou elektrárny, rozvodné stanice, transformátory, sklady vyhořelého paliva a vodní akumulární nádrže. Hlavní nebezpečné látky jsou vyhořelé palivo, radioaktivní a jiné nebezpečné odpady.* Systém řízení bezpečnosti, tj. včetně funkčnosti i spolehlivosti sledovaného systému, se v současné době vztahuje jen na technické aspekty systému (viz požadavky legislativy [2]), tj. pokrývá pouze zájmy energetiků.

Elektroenergetický systém je ohrožen pohromami [1,4], do kterých patří: technologické havárie (tzv. vnitřní) kritických prvků, vazeb a toků v systému. Je nutno zvážit vady materiálu, stárnutí, nedostatečnou údržbu apod.; chyby nebo selhání řídicího systému; lidské chyby; živelní pohromy nebo technologické havárie (tzv. vnější) jiného systému; a teroristický útok, kriminální čin nebo válku. Procesní model pro řízení bezpečnosti proto musí být založen na principech, metodách a postupech rizikového inženýrství [5,6], musí zohledňovat všechny pohromy možné v daném místě (viz dnes již všeobecně přijímaný princip „all hazard approach“ [7]) a místní zranitelnosti, které významnou měrou ovlivňují výběr bezpečnostních opatření, jelikož jsou příčinou synergií a kumulací jevů [1]. Po kodifikaci požadavků ochrany obyvatelstva musí také řešit otázky přežití lidí při dlouhodobých výpadech.

Z obecné analýzy zranitelnosti energoelektrického systému [8] vyplývá, že:

- nejvíce zranitelné jsou pozemní a nadzemní objekty, a to především liniové stavby jako venkovní elektrická vedení, nad zemí umístěné části a armatury plynovodů a produktovodů a bezobslužné objekty, kterými jsou malé transformátory, spínací stanice, redukční stanice a výměníkové stanice,
- existující energetické, chemické i jaderné technologie a provozy jsou projektovány na zvládnutí chyby obsluhy a na zvládnutí selhání zařízení. Jaderné elektrárny mají ještě nadstandardní bezpečnostní zařízení a jsou konstruovány pro vyšší hodnoty projektových pohrom. Téměř nechráněné jsou dlouhé liniové stavby (přenosová vedení, tranzitní a vysokotlaké plynovody, ropovody a produktovody) vedoucí územím, které není nijak chráněno a je veřejně přístupné. Jsou jen dálkově monitorovaná a řízena prostřednictvím řídicích a dispečerských systémů. Největší problémy jsou u elektřiny, protože tu nelze skladovat.

Výše uvedené skutečnosti ukazují, že důvodů selhání je mnoho, a proto s nimi musíme počítat a z hlediska ochrany obyvatelstva mít připravena opatření, která provedeme v případě dlouhodobých výpadků elektroenergetického systému.

3 PŘÍČINY SELHÁNÍ ELEKTROENERGETICKÉ SOUSTAVY

Analýza a vyhodnocení poznatků z odborné konference ESREL [3], z další odborné literatury, např. [9-12], empirických dat popisujících jednotlivá selhání [13,14] a výsledky aplikace metody What, If na několik typových území [15] ukazují, že pro poznání výpadků elektroenergetické soustavy, pochopení procesů působení výpadků na chráněné zájmy a pro zajištění ochrany a přežití obyvatelstva je nutné mít

vysoce sofistikovaný proces řízení bezpečnosti území. Pro nalezení a správné uspořádání vhodných činností a opatření pro uvedený systém v území se nelze omezit jen na technické aspekty spojené se zajištěním dodávek elektrické energie dlouhodobě v určité kvalitě, je nutné monitorovat a koordinovat procesy v samotných elektrických sítích i procesy, které jsou odezvou na dynamické chování okolí elektrických sítí, tj. v území. Je třeba vzít v úvahu pohromy různého druhu, protože konkrétní dopady závisí na naturelu pohrom, který koinciduje se zranitelnostmi soustavy, okolního území a zranitelnostmi způsobů místního ovládání soustavy [16].

Z vyhodnocení shromážděných dat jasně vyplývá, že některá propojení v elektroenergetické soustavě jsou kompatibilní jen za určitých podmínek a že jednotlivé části soustavy spolupracují (tj. jsou interoperabilní) také jen za určitých podmínek, což znamená, že bezpečný provoz má zcela určité limity, které jsou hodně dané místními podmínkami.

Srovnání výše specifikovaných dat ukazuje, že závažné výpadky elektrického proudu jsou velmi různorodé, téměř žádné dva nejsou stejné. Jejich iniciační události jsou rozmanité, včetně lidských činností nebo nečinností, topologie systému a rovnováhy zatížení sítě / generace proudu. Dalšími faktory jsou: vzdálenost mezi zdroji a závažnými spotřebiteli, napěťový profil v síti a typy a polohy použitých ochranných relé. Při selhání elektroenergetické soustavy obvykle dochází ke sledu několika dopadů externího i interního charakteru, primárních i sekundárních, které lze jen málo ovlivnit. Tyto dopady pak působí v různé intenzitě a v různém časovém období. Důležitým poznáním je fakt, že výpadek elektrické sítě má *kaskádovitý tvar a že se jedná o dynamický jev, který nemůže být zastaven lidským zásahem, když se vyskytne*. To opět znamená, že pro přežití lidí při dlouhodobém výpadku musí být připravena realistická kvalifikovaná opatření, která zajistí jejich přežití.

4 IDENTIFIKACE OBLASTÍ, KTERÉ VYŽADUJÍ PREVENCI A PŘIPRAVENOST V SOUVISLOSTI S ELEKTROENERGETICKÝM SYSTÉMEM

Na základě podrobné analýzy provedené v práci [8] jsou problémy (*kritické oblasti*), které je třeba poznat v souvislosti se selháními elektroenergetické soustavy s cílem zvýšit bezpečnost území a zajistit přežití obyvatelstva, následující:

1. *Úsek elektroenergetické soustavy - struktury soustavy místní, regionální, státní a EU; propojení soustavy místní, regionální, státní a EU; vzájemná propojení místních soustav do regionální, regionálních soustav do státní a státních soustav do EU; kritické prvky soustavy místní, regionální, státní a EU; kritická propojení soustavy místní, regionální, státní a EU; kritická propojení napříč úrovní soustavy; bezpečný stav a jeho limity pro soustavu v čase a území na různých úrovních, který je odrazem dynamického chování soustavy v proměnných podmínkách – podmínky normální, abnormální a kritické; nejzranitelnější kritická propojení, která jsou nejpravděpodobnějšími příčinami selhání soustavy; a informační toky od elektroenergetiků k veřejné správě v případě kritických podmínek.*

2. **Úsek působení pohrom na elektroenergetickou soustavu - velikost ohrožení** soustavy od všech možných pohrom, které postihnou úroveň místní, regionální, státní a EU; *zranitelnost* soustavy při nadprojektových pohromách na úrovni místní, regionální, státní a EU; *zranitelnosti propojení* soustavy u pohrom projektových i nadprojektových na všech úrovních (!!! dosud se normativně nesleduje se při projektování, výstavbě a provozu); *zranitelnosti toků* (kybernetických, materiálových, řídicích,...) v soustavě při pohromách projektových i nadprojektových na všech úrovních (!!!dosud se normativně nesleduje při projektování, výstavbě a provozu); *pružná odolnost* (houževnatost) soustavy u kritických pohrom na úrovni místní, regionální, státní a EU; *pružné odolnosti propojení* soustavy u pohrom projektových i nadprojektových na všech úrovních (!!!dosud se normativně nesleduje při projektování, výstavbě a provozu); *pružné odolnosti toků* (kybernetických, materiálových, řídicích,...) v soustavě při pohromách projektových i nadprojektových na všech sledovaných úrovních (!!!dosud se normativně nesleduje při projektování, výstavbě a provozu); *adaptační kapacita* u kritických pohrom na úrovni místní, regionální, státní a EU; *adaptační kapacita propojení* soustavy u pohrom projektových i nadprojektových na všech úrovních (!!!dosud se normativně nesleduje při projektování, výstavbě a provozu); *adaptační kapacita toků* (kybernetických, materiálových, řídicích,...) v soustavě při pohromách projektových i nadprojektových na všech úrovních (!!!dosud se normativně nesleduje při projektování, výstavbě a provozu).
3. **Úsek vztahu nouzových situací a chování elektroenergetické soustavy - soubor dopadů** možných pohrom na soustavu v místě, regionu, státě a EU; *riziko selhání soustavy při možných nadprojektových pohromách* v místě, regionu, státě a EU.
4. **Úsek řízení elektroenergetické soustavy - provozní předpisy** pro normální, abnormální a kritické podmínky; *odezva* - postupy pro zvládnutí dopadů nadprojektových pohrom na různých úrovních soustavy a u různých propojení a toků napříč úrovní soustavy na úrovni elektroenergetiků; *obnova* – postup pro obnovení provozu v území po dlouhodobých výpadech na různých úrovních soustavy a u různých propojení a toků napříč úrovní soustavy na úrovni elektroenergetiků; *aplikace poučení* (preventivní a zmírňující opatření) z dlouhodobých výpadků soustavy na úseku řízení elektroenergetiků.
5. **Úsek vztahu řízení bezpečnosti území a řízení bezpečnosti elektroenergetické soustavy - odezva** - postupy pro zvládnutí dopadů nadprojektových pohrom na různých úrovních soustavy a u různých propojení a toků napříč úrovní soustavy na úrovni veřejné správy, záchranných složek, právnických a fyzických osob a občanů; *obnova* – postup pro obnovení života v území po dlouhodobých výpadech na různých úrovních soustavy a u různých propojení a toků napříč úrovní soustavy na úrovni veřejné správy, právnických a fyzických osob a občanů; *aplikace poučení* (preventivní a zmírňující opatření) z dlouhodobých výpadků soustavy na úseku řízení území u veřejné správy, právnických a fyzických osob, občanů a záchranných složek; *vytipovat nároky na elektroenergetiky* z pohledu řízení bezpečnosti území; *najít zdroje a prostředky* pro aplikaci požadavků na zodolnění soustavy z pohledu bezpečnosti území; *vytvořit proces řízení* aplikace požadavků

na soustavu, které je nutno aplikovat z pohledu řízení bezpečnosti území (monitoring, nápravná opatření,...).

Zatímco první dva body jsou zásadní pro úsek prevence, další jsou důležité pro připravenost a další fáze zajišťování bezpečí a udržitelného rozvoje lidí v určitém území.

5 PROJEKT NA ZVÝŠENÍ ODOLNOSTI ELEKTROENERGETICKÉ SOUSTAVY

Cílem ochrany elektroenergetické infrastruktury je při umísťování, projektování, výstavbě a provozu (tj. při každém z uvedených kroků) třeba zajistit, aby elektroenergetická soustava plnila požadované funkce za všech podmínek (normálních, abnormálních a kritických) a zabránit jí, aby neprováděla činnosti, které by mohly vyvolat nepříjemné dopady na elektroenergetickou infrastrukturu i na celý lidský systém. To znamená, že do praxe se musí implementovat vhodná technická, právní, organizační, ekonomická a vzdělávací opatření, jejichž cílem je zajistit spolehlivý provoz konkrétních částí elektroenergetické infrastruktury za projektových podmínek a za nadprojektových podmínek omezit a zmírnit dopady na lidi a životní prostředí, přičemž povinnost jejich použití musí být vyžadována právem, protože jsou náročná na zdroje, síly a prostředky. Povinnost pro nadprojektové podmínky je však dnes v ČR a v řadě dalších zemí kodifikována jen u jaderných technologií, tj. není požadována u elektroenergetických infrastruktur.

Protože nelze náhle vytvořit elektroenergetickou soustavu v novém pojetí, je třeba z odolnit stávající elektroenergetickou soustavu. To znamená, že se musí územně zmapovat všechny možné problémy existujících částí elektroenergetické infrastruktury, které mohou vyvolat nežádoucí dopady na lidský systém. Pro spolehlivý provoz se musí připravit dobře zaměřená opatření odezvy a obnovy, které ve variantách musí předpřipravit výzkum, který je musí komplexně namodelovat, otestovat, určit priority a zásady řízení bezpečnosti.

Pro zajištění bezpečnosti a její zvyšování u elektroenergetické soustavy se je třeba především soustředit na implementaci opatření a činností proti závažným rizikům, tj. z možných zdrojů rizik vybrat ty zdroje rizik, které při realizaci způsobí závažné dopady na chráněných zájmech a proti nim zaměřit preventivní a zmírňující opatření a činnosti.

Pro nové elektroenergetické soustavy, které mají být bezpečné, tj. neohrožovat lidi a přitom být funkční a spolehlivé, se musí kodifikovat nová pravidla pro umístění, projektování, výstavbu a provoz, která z inženýrského hlediska stanovují podmínky a limity provozu, zajišťují instalaci bezpečnostních systémů (aktivní, pasivní i hybridní) a zajišťují jejich vhodné zálohování. **To znamená, že řeší otázky typu:** jaké bezpečnostní systémy jsou vhodné a jaké musí být jejich zálohování?; kde / ve kterém místech bezpečnostní systémy působí nejúčinněji?; proč jsou použity právě tam a ne jinde?; a v jakých limitech spolehlivě pracují?

Protože nic není absolutně bezpečné, tak je třeba počítat s tím, že každá elektroenergetická infrastruktura selže nebo může selhat dříve nebo později. Proto

musí existovat pravidla pro zvládnutí nouzových situací, která zkrátí výpadek infrastruktury či technologie na minimum a zmírní dopady na lidi a životní prostředí, tj. musí se vytvářet vnitřní a vnější nouzové plány pro elektroenergetickou soustavu, které budou zohledňovat přežití lidí.

Pro všechny výše uvedené a další potřeby je třeba pro rozhodování mít namodelované možné situace ve variantním provedení. Z důvodů reality je třeba mít namodelované případy, na které se nejčastěji zaměřuje metodika případových studií [17], a to: extrémní nebo úchylné případy (důvodem je, že zpravidla z hlediska bezpečí a rozvoje je třeba se těmito případy vyhnout, tj. přijmout vhodná opatření, aby se nemohly vyskytnout); kritické případy (důvodem je, že zpravidla z hlediska bezpečí a rozvoje jsou tyto případy strategicky důležité, protože vytváří rozhraní, na kterém jsou riziko selhání a ztráty spojené s realizací rizika vysoké, a při jeho překročení výskyt katastrofy je vysoce pravděpodobný a neodvratitelný, tj. jde o nepřijatelné riziko); a paradigmatické (vzorové) případy (důvodem je z hlediska bezpečí a rozvoje navrhnout vhodnou realizaci možných řešení pro obvyklé případy v praxi).

Protože úlohy spojené s dlouhodobými selháními elektroenergetické soustavy jsou rozmanité a značně různorodé, je třeba podle povahy úlohy sebrat data, vybrat vhodné metody jejich zpracování (metoda závisí na formátu, vlastnostech a vypovídací schopnosti dat) a udělat spolehlivé metody. Globálně bohužel nelze stanovit jeden postup, který vyřeší vše. Na základě shromážděných poznatků a zkušeností je třeba:

1. Zavést řízení území, které je zacílené na bezpečí a udržitelný rozvoj lidí s ohledem na dlouhodobá selhání elektroenergetické soustavy na úrovni lokální, regionální, státní i evropské.
2. Brát v úvahu, že sledovaný problém je mnohaoborový, interdisciplinární a vyžaduje znalosti, data, kvalitní strategické, taktické i operativní řízení založené na principech znalostního managementu. Proto v první fázi je třeba problém strukturovat tak, že jednotlivé odborné skupiny budou řešit to, co umí a budou vedeny týmem, který zajistí interoperabilitu jejich výstupů v území. To platí i o modelech, které musí vycházet ze stavu konkrétních znalostí o dílčích problémech a postupně být propojovány tak, aby byla zajištěna jejich kompatibilita a interoperabilita. Teprve posouzení kvality znalostí a kvality souboru disponibilních dat umožní pro jednotlivé problémy, uvedené výše, vybrat vhodné nástroje, které zajistí schopnost soustavy pracovat jak autonomně, tak ve větším celku s ohledem na požadovanou interoperabilitu.
3. Protože odpovědnost za přežití obyvatelstva je na veřejné správě, je třeba vytvořit nástroje pro podporu rozhodování veřejné správy v předmětné záležitosti. Protože bez relevantních dat žádnou ochranu obyvatelstva vůči žádné pohromě, a to včetně dlouhodobého výpadku elektroenergetické soustavy, nezajistíme, je třeba v první fázi zajistit kvalifikovaná data o dopadech dlouhodobých selháních elektroenergetické soustavy v konkrétních lokalitách, regionech a státu. Protože v ČR žádnou takovou databázi nemáme, tak v první fázi stačí nástroj What, If; vrstva GIS a několik časových úseků – 1 hodina, 3 hodiny, 1 den, 3 dny, 14 dní, 1 měsíc, 3 měsíce, 180 dní. Vytvoření cílené databáze vyžaduje určitou odbornost a metodickou zručnost a je časově náročné. Výsledek však umožní kvalifikované řešení úkolů ochrany obyvatelstva ve variantách s ohledem na rozmanitou kombinaci náhodných jevů možných v konkrétním území. Vzhledem k tomu, že

pohromy v nejširším pojetí, které je ve studii zvažováno, mají různou fyzikální podstatu, tak konkrétní dopady na elektroenergetickou soustavu se různí podle kombinace vlastností pohromy a místních zranitelností chráněných zájmů, proto databáze musí být sestavena odděleně pro jednotlivé možné pohromy.

4. Po sestavení databáze možných dopadů v časoprostoru lze dělat modely nad územím, modely dopadů v časoprostoru a k nim pomocí základních kritérií pro přežití lidí určit potřeby ochrany obyvatelstva. Na jejich základě modelovat strom závislosti veřejných služeb ve variantách a podle těchto dat rozpracovávat například model zásobování, model chování obyvatelstva apod. (přitom aplikovat např. metody teorie grafů, metodu kritické cesty, síťové metody v deterministickém, stochastickém, fuzzy i expertním pojetí).
5. Do praxe zavést legislativu, která zajistí, že riziko spojené se selháním elektroenergetické soustavy je přijatelné především pro ty, kteří mohou být rizikem ovlivněni, tj. především zaměstnanci a občané žijící v území, které je obsluhováno danou soustavou. Pro kritéria přijatelnosti rizika musí být sestaven mezinárodně přijatelný scénář, protože jen tak lze odstranit rozdíly způsobené rozdílností kultur a politických tradic. Podstata technologie a její globální rozšíření stěží dovoluje národně specifické řešení. Je zřejmé, že musíme zvažovat národní charakteristiky, být si vědomi hledisek dalších států a kulturního prostoru, zvážit etické i ekonomické zájmy, a proto je důležitá mezinárodní spolupráce.
6. Protože odborný svět již více než 10 let řeší problémy systému systémů, je třeba zajistit kvalifikované vzdělávání a kvalifikovaný výzkum v předmětné oblasti i v ČR a upustit od toho, co je jednoduché a nevyžaduje úsilí a znalosti, protože podcenění složitosti a závažnosti problému by se mohlo nevyplatit a mohlo by v budoucnu přinést nemalé celospolečenské náklady.

ZÁVĚR

Z teorie systémů a zvláště z vlastností systému systémů je zřejmé, že komplexní systém, jakým je elektroenergetická infrastruktura, je bezpečný, tj. funkční a spolehlivý jen tehdy, když jsou spolehlivé a funkční jeho subsystémy a když vazby a toky mezi nimi a dokonce i ty napříč mezi jednotlivými zařízeními a sítěmi subsystémů jsou žádoucí, tj. takové, že nevedou k nežádoucím jevům, tj. dlouhodobým výpadkům elektroenergetické soustavy, které mohou mít nepřijatelné dopady na chráněné zájmy a nebo mohou způsobit úplné nebo částečné narušení systému. Zajištění funkčnosti systémů a subsystémů v elektroenergetické infrastruktuře je více či méně vytvořeno historickým vývojem lidské společnosti (právní předpisy, normy a standardy různého druhu). Současné předpisy, zásady a pravidla se obvykle vztahují na jednotlivé prvky či položky subsystémů a jen málo na vztahy a toky, které jdou napříč systémem a jeho subsystémy.

Situace u elektroenergetické infrastruktury je komplikovanější v tom, že jsou již identifikovány vnitřní závislosti napříč subsystémy elektroenergetické infrastruktury, které se vyskytují na několika úrovních, a to fyzické, kybernetické, územní a organizační. Jinými slovy vznikají v důsledku místních technických propojení, finančních toků, energetických toků, informačních toků a toků vyvolaných

usměrněnou činností managementu. Nesprávné zásahy managementu, a to především vrcholového vedou k nenapravitelným ztrátám. Podle ESRIA (odborná komise EU pro řešení problémů kritické infrastruktury) sem patří i nesprávná rozhodnutí managementu, která vedou k nedostatečné údržbě, nedostatečné kvalitě oprav apod. Výše uvedená fakta získaná zpracováním empirických dat i dat získaných ze simulací dopadů selhání elektroenergetické soustavy na chráněné zájmy lidského systému ukazují, že pro ochranu a přežití lidí je třeba udělat velmi podrobné výzkumy i v oblastech, které doposud nejsou systematicky sledovány, např. zranitelnosti, pružné odolnosti a adaptační kapacity pro případ pohrom projektových i nadprojektových na všech úrovních.

LITERATURA

- [1] PROCHÁZKOVÁ, D.: *Kritická infrastruktura a zásady pro její bezpečnost*. In: Technologies and Prosperity, Praha 2009, CD ROM, ISBN 978-80-87205-09-9, p. 84.
- [2] Sbírka zákonů ČR.
- [3] ESRA: *Reliability, Risk and Safety: Theory and Applications*. ISBN 978-0-415-55509-8, CRC Press / Balkema, Leiden 2009, 2367 p.
- [4] PROCHÁZKOVÁ, D.: *Metodika pro odhad nákladů na obnovu majetku v územích postižených živelní nebo jinou pohromou*. SPBI SPEKTRUM XI Ostrava 2007, ISBN 978-80-86634-98-2, 251p.
- [5] ASCE: *Global Blueprints for Change – Summaries of the Recommendations for Theme A „Living with the Potential for Natural and Environmental Disasters“, Summaries of the Recommendations for Theme B „Building to Withstand the Disaster Agents of Natural and Environmental Hazards“, Summaries of the Recommendations for Theme C „Learning from and Sharing the Knowledge Gained from Natural and Environmental Disasters“*. ASCE, Washington 2001.
- [6] PROCHÁZKOVÁ, D.: *Bezpečnost lidského systému*. SPBI, Ostrava 2007, 139p. ISBN 978-80-86634-97-5.
- [7] FEMA: *Guide for All-Hazard Emergency Operations Planning*. State and Local Guide (SLG) 101. FEMA 1996.
- [8] PROCHÁZKOVÁ, D.: *Studie k výběru vhodných nástrojů pro modelování tzv. „dominoefektů“ při dlouhodobém výpadku elektroenergetické soustavy*. Zpráva pro MV-GŘ HZS, IOO Lázně Bohdaneč. Praha 2009, 123p.
- [9] EMA: *Australian Emergency Manual Disaster Recovery*. Emergency Management Australia. Sydney 1996, 166p.
- [10] Worksheets for Electric Utility Vulnerability and Risk Assessment. www.esisac.com.
- [11] EMA: *Critical Infrastructure Emergency Risk Management and Assurance*. Handbook Emergency Management Australia, 2003, www.ema.gov.au
- [12] Workshop on Critical Infrastructure Protection and Civil Emergency Planning-Dependable Structures, Cybersecurity, Common Standard. Zurich 2005, Centre for International Security Policy, www.eda.admin.ch

- [13] US DOE: *Final Report on the August 14, 2003 Blackout in the United States and Canada: Causes and Recommendations*. U.S.-Canada Power System Outage Task Force. Governments, April 2004, 228p.
- [14] LEONARD, W.: *Blackout 2003*. In: Training of Czech Firefighters. Podklady k přednáškám (eds D. Brennan, D. Procházková, D. Vávru). EMO, Winnipeg 2004, 37p.
- [15] PROCHÁZKOVÁ, D.: *Dopady selhání energetické infrastruktury*. In: Energetické koncepce Středočeského kraje / Jihočeského kraje. Zprávy pro Krajské úřady. CITYPLAN spol. s r.o., Praha 2004, 48p.
- [16] PROCHÁZKOVÁ, D.: *Nástroje pro zajištění bezpečné organizace*. The Science for Population Protection. ISSN 1803-568X. 1(2009), No 1, 53-82.
- [17] PROCHÁZKOVÁ, D.: Případová studie a metodika pro její sestavení. In: *Manažérstvo životného prostredia 2006*. (eds M. Rusko, K. Balog). ISBN 80-89281-02-08. Strix et VeV, Žilina 2009, , <http://mazp2006.emap.sk>, pp. 507-534.

článok recenzoval:
prof. Ing. Miloslav Seidl, PhD.

