

Disertační práce

**Algoritmizace hodnocení připravenosti
zdravotnických zařízení čelit výpadku dodávky
elektrické energie**

**Algorithmization of Healthcare Facilities Preparedness
Assessment to Solve the Power Outage**

Autor: **Ing. Kateřina Víchová**

Studijní program: Inženýrská informatika

Studijní obor: Inženýrská informatika

Školitel: doc. Ing. Martin Hromada, Ph.D.

Oponenti: doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
doc. Ing. David Řehák, Ph.D.
prof. Ing. Rudolf Urban, CSc.

Zlín, listopad 2020

© Kateřina Víchová

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, edice disertační práce.
Publikace byla vydána v roce 2020.

Klíčová slova: informační podpora, ochrana obyvatelstva, hodnoticí nástroj, zdravotnické zařízení, krizová připravenost

Key words: Information Support, Population Protection, Assessment Tool, Healthcare Facilities, Emergency Preparedness

Práce je dostupná v Knihovně UTB ve Zlíně.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto si dovoluji poděkovat svému školiteli doc. Ing. Martinu Hromadovi, Ph.D., za věcné připomínky, konzultace a odborné vedení, které mně poskytl během mého studia a při přípravě této disertační práce. Dále si dovoluji poděkovat také všem akademickým pracovníkům, ale také odborným pracovníkům ve zdravotnických zařízeních za odborné konzultace a připomínky v průběhu mého studia.

Mé poděkování patří rodině a kolegům, kteří mě podporovali v průběhu celého studia.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma Informační podpora ochrany obyvatelstva na úrovni obce vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Martina Hromady, Ph.D., za použití literatury a zdrojů uvedených na konci mé disertační práce v seznamu použité literatury a zdrojů.

ABSTRAKT

Disertační práce se zabývá Algoritmizací hodnocení připravenosti zdravotnických zařízení čelit výpadku dodávky elektrické energie. Práce se nejprve zabývá analýzou současného stavu, který tvoří náhled do oblasti bezpečnosti státu, řešení katastrof, ohrožení kritické infrastruktury, informační podpory a jejich vazby na zdravotnická zařízení. Následuje část, která se zabývá hodnocením výskytu katastrof, analýzou rizik pro nemocnice a procesním vyjádřením hrozeb s vazbou na výpadek dodávky elektrické energie velkého rozsahu. Hlavní částí práce, což vyplývá i z hlavního cíle práce, je návrh algoritmu pro hodnocení zdravotnických zařízení čelit výpadku dodávky elektrické energie. Tento algoritmus byl následně implementován do podoby hodnoticího a analytického nástroje jako určité formy informační podpory, sloužící i pro verifikaci vytvořeného algoritmu. V závěru práce jsou specifikovány scénáře možného řešení vybraného aspektu výpadku dodávky elektrické energie pro zdravotnická zařízení.

Klíčové slova: informační podpora, ochrana obyvatelstva, hodnoticí nástroj, zdravotnické zařízení, krizová připravenost.

ABSTRACT

The thesis deals with Algorithmization of Healthcare Facilities Preparedness Assessment to Solve the Power Outage. The thesis first deals with the analysis of the current state, which forms an insight into the field of state security, disaster management, threats to critical infrastructure, information support, and their links to the healthcare facilities. The following part deals with assessing the occurrence of disasters, the analysis of risks for healthcare facilities the procedural expression of threats related to the failure of a large-scale power outage. As the main part of the work, which follows from the work's primary goal, is the design of an algorithm for the assessment of healthcare facilities to solve a large-scale power outage. This algorithm was subsequently implemented in the form of evaluation and analytical tool, as a particular form of information support, which also verifies the created algorithm. At the end of the thesis are specified scenarios of possible solutions to a selected aspect of healthcare facilities' power outage.

Keywords: Information Support, Population Protection, Assessment Tool, Healthcare Facilities, Emergency Preparedness.

OBSAH

ÚVOD	8
1. ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU	10
1.1 Bezpečnostní hrozby ve světovém kontextu	13
1.2 Zdravotnictví a vazba na kritickou infrastrukturu.....	21
1.3 Dodávky elektrické energie.....	24
1.4 Informační podpora ochrany obyvatelstva	40
2. CÍLE A OMEZENÍ DISERTAČNÍ PRÁCE.....	42
3. METODOLOGIE DISERTAČNÍ PRÁCE	45
4. ANALÝZA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	47
4.1 Hodnocení výskytu katastrof.....	47
4.2 Analýza rizik	49
4.3 Procesní vyjádření hrozeb	67
5. ALGORITMIZACE HODNOCENÍ PŘIPRAVENOSTI ZDRAVOTNICKÝCH ZAŘÍZENÍ ČELIT VÝPADKU DODÁVKY ELEKTRICKÉ ENERGIE	73
5.1 Informační podpora navrženého algoritmu	87
5.2 Ověření navrženého algoritmu	93
5.3 Navržená opatření pro zdravotnická zařízení.....	101
6. PŘÍNOS PRO VĚDU A PRAXI	104
ZÁVĚR	105
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	106
SEZNAM TABULEK.....	116
SEZNAM OBRÁZKŮ	117
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	119
SEZNAM PŘÍLOH.....	121
PUBLIKAČNÍ ČINNOST AUTORA	122
ŽIVOTOPIS AUTORA	126
PŘÍLOHA 1 SCHÉMA SÍTÍ ELEKTRIZAČNÍCH SOUSTAV	129

ÚVOD

Dnešní svět je ohrožován řadou katastrof. Tyto katastrofy mohou být naturogenního či antropogenního charakteru. Poslední období a turbulentně se měnící podmínky ověřily reakceschopnost složek IZS na novou hrozbu v podobě COVID-19, která zasáhla celý svět. Z této katastrofy je důležité se ponaučit. I přesto, že se krizové štáby na různé druhy katastrof připravují, nikdo z nich v této míře nečekal její průběh. Stejně důležité je, aby se každý stát připravoval i na další hrozby. Jednou z dalších katastrof může být výpadek dodávky elektrické energie velkého rozsahu. Jsou tedy na tuto katastrofu připraveny?

Lidstvo se od nepaměti snaží usnadňovat si život. Cílem každého člověka vždy bylo zajistit si základní životní potřeby. Dle Maslowy pyramidy potřeb mezi biologické (vrozené) potřeby každého člověka patří potřeba dýchání, spánku, potravy a bezpečí. Zajištění těchto základních životních potřeb člověka se liší v závislosti na vývoji dnešního světa. Jiné bylo zajistit si teplo v době pravěku, kdy se využíval oheň. Oheň poskytoval teplo, ochranu před zvěří, možnost úpravy potravy a díky ohni se vyráběly některé nástroje. S postupem času docházelo k mnoha revolucím, díky kterým došlo k rozvoji techniky a tím jednoduššímu zajišťování životních potřeb člověka. Zlom přišel v době starověku – období klasické antiky, kdy došlo k mnoha pokrokům v dějinách lidstva. Velkým pokrokem bylo zásobování měst pitnou vodou z vodovodů. Významný technický pokrok nastal v druhé polovině 18. století, tato doba je označována za průmyslovou revoluci. Docházelo k přechodu od agrárního způsobu života na průmyslový. Zde byly zaznamenány významné technologické pokroky, které vedly k zjednodušení života a snadnějšímu uspokojování základních životních potřeb člověka. V roce 1800 došlo k objevu použitelného zdroje stálého elektrického proudu. Následně v druhé polovině 19. století se elektrická energie začala dostávat do domácností. Tím došlo k dalšímu ulehčení života obyvatel. V současné době se elektrická energie stala neodmyslitelnou součástí života, která do dnešní moderní domácnosti patří. Ba naopak dochází ke zvyšující se závislosti na zdroji elektrické energie. Ta je využívána ve všech oblastech lidského života. Lidstvo využívá elektrickou energii v dopravě, školství, zemědělství, průmyslu a dalších odvětvích, mezi něž bezesporu patří také zdravotnictví.

Zdravotnictví je v dnešní době závislé na zdrojích elektrické energie. Využívá se při operacích, na jednotce intenzivní péče, při vyšetřeních pomocí moderních přístrojů, ale také při běžném vyšetření a provozu zdravotnických zařízení

(osvětlení, prádelny, kuchyně, apod.). Mnoho klientů je proto závislých na dostupnosti elektrické energie ve zdravotnických zařízeních.

V dnešní době ovšem mohou nastat situace, kdy dojde k výpadku dodávky elektrické energie. Může to být způsobeno celou řadou událostí, kdy jednou z nich mohou být katastrofy, které způsobují kaskádové efekty a mají dopad na životy a zdraví občanů. Tento dopad je významný právě pro zdravotnická zařízení.

Zdravotnická zařízení musí zajistit, aby nedošlo k přerušení zásobování kritických elektrických obvodů. Mezi kritické elektrické obvody patří zejména operační sály, jednotky intenzivní péče, anesteziologicko-resuscitační oddělení, inkubátory a další oddělení, kde život pacientů je závislý na stabilní dodávce elektrické energie. V případě výpadku dodávky elektrické energie dochází k okamžitému využití náhradních zdrojů elektrické energie. Jedním z nich mohou být agregáty, které dokáží nahradit dodávky elektrické energie. Ovšem tyto zdroje jsou závislé na zásobách pohonných hmot. Většina zdravotnických zařízení nevlastní dostatečné zásoby pohonných hmot, aby dokázaly zdravotnická zařízení zásobovat po dobu dlouhodobého výpadku dodávky elektrické energie. Postoj zdravotnických zařízení je využít nákup pohonných hmot do agregátů na nejbližších čerpacích stanicích pohonných hmot. Zde ovšem nastává významná otázka. Budou čerpací stanice provozuschopné i v případě, že dojde k lokálně rozsáhlejšímu výpadku dodávky elektrické energie? Kde získáme pohonné hmoty? Poskytne nám stát prostředky ze Státních hmotných rezerv?

Stejně jako u pandemie COVID-19 by situace výpadku dodávky elektrické energie velkého rozsahu byla nová a krizové štáby by s řešením této situace neměly zkušenosti z předešlých let. Je proto důležité, aby docházelo k neustálému zlepšování a zvyšování připravenosti infrastruktury k zajištění ochrany před touto hrozbou, což je i cílem této disertační práce.

1. ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

Každá vědecká oblast se vyznačuje vlastním specifickým názvoslovím. Je tedy důležité, aby byly stanoveny základní pojmy, které se v práci často užívají, a představit jejich definici.

Katastrofa – pojem katastrofa je v různých zemích světa překládán a definován různými způsoby. Legislativa každého státu a světové organizace mohou definovat katastrofu rozdílně, ovšem vždy tento pojem dává stejný význam. Proto je předložena vlastní definici katastrofy: *Katastrofa je nenadálá událost naturogenního nebo antropogenního charakteru, kdy nelze předpovídat její velikost ani dobu, kdy nastane. Katastrofa způsobuje poškození zdraví a majetku občanů, kritické infrastruktury, ale může mít také dopad na životní prostředí a ekonomiku státu.* Pro sjednocení názvosloví v této práci bude vždy použit pojem katastrofa dle předchozí definice.

Dále jsou předloženy definice katastrofy definované dle slovníků a dalších odborných publikací.

The International Disaster Database (EM-DAT) definuje katastrofu (angl. disaster) jako *situaci nebo událost, která překonává místní kapacitu a vyžaduje externí pomoc na vnitrostátní nebo mezinárodní úrovni.* Dále uvádí, že se jedná o *nepředvídanou a často náhlou událost, která způsobuje velké škody, poškození a lidské utrpení. I když jsou katastrofy často způsobené přírodou, mohou mít také lidský původ.* (EM-DAT, 2009)

Mezinárodní federace společností Červeného kříže a Červeného půlměsíce definuje katastrofu (angl. disaster) jako *náhlou, katastrofální událost, která vážně narušuje fungování společnosti a způsobuje lidské, materiální, ekonomické a ekologické ztráty, které přesahují schopnost komunity nebo společnosti vyrovnat se s touto událostí s využitím vlastních zdrojů. I když jsou katastrofy často způsobené přírodou, mohou mít také lidský původ.* (IFRC, 2020)

Ministerstvo životního prostředí České republiky v roce 2005 definovalo pojem katastrofa v příspěvku Přírodní katastrofy a rizika. *Pojem katastrofa můžeme užít v úzkém či širším smyslu. Podle přísné definice je v užším smyslu katastrofa procesem, který za sebou zanechá lidské oběti a materiální škody. Kolik to má být minimálně obětí a jaké škody, na tom se odborníci neshodli. Podle terminologie, používané významnými světovými organizacemi, jako jsou OSN, Světová banka a Evropská banka, musí být počet obětí nejméně 25 a škod alespoň za 25 milionů dolarů. Jedna položka však stačí, buď počet obětí, nebo materiální škody.* (Kukal, 2005)

Dále je v české legislativě uváděn také pojem jako „krizová situace“ a „mimořádná událost“. *Mimořádnou událostí se rozumí škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací.* (zákon č. 239/2000 Sb.) Krizovou situací se rozumí

mimořádná událost podle zákona o integrovaném záchranném systému (zákon č. 239/2000 Sb.), narušení kritické infrastruktury nebo jiné nebezpečí, při nichž je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu. (zákon č. 240/2000 Sb.)

Další definice katastrofy je možné najít v dokumentu Disaster Definitions, Ilan Kelman, 2019. (Kelman, 2019)

Databáze Scopus eviduje 137 538 záznamů, které uvádějí v názvu článku, klíčových slovech nebo abstraktu slovo „disaster“. Zde lze pozorovat také rostoucí tendenci výskytu publikací pod tímto pojmem. V roce 2011 bylo v databázi Scopus evidováno 8 249 záznamů a za rok 2019 jich bylo uveřejněno 12 724. Lze tedy vyvodit závěr, že této problematice se věnuje stále více vědeckých prací a nabývá na důležitosti.

Výpadek dodávky elektrické energie – tento pojem lze ve světě najít také jako „blackout“, „power outage“, „power cut“ nebo „electricity outage“. Všechny tyto pojmy mají stejný význam. *Narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu (blackout) je krizová situace s rozsáhlými dopady na všechny oblasti fungování státu, včetně ohrožení životů a zdraví osob, závislých na přístrojích podporujících základní životní funkce. Příčin je celá řada (extrémní klimatické jevy, nestabilita přenosové soustavy, chyba operátora, porucha, havárie, teroristický útok s dopadem na klíčové prvky přenosové soustavy), pravděpodobnost vzniku blackoutu a krizové situace se zvyšuje v případě kombinace působení výše uvedených faktorů. Tato krizová situace má potenciál vyvolat i další dominoefekty v oblasti fungování dopravy, komunikačních sítí, zásobování pitnou vodou, potravinami, teplem a pohonnými hmotami.* (Krizport, 2020) Pro účely této práce bude pro výše zmíněné možné pojmy uváděn vždy stejný výraz, a to „výpadek dodávky elektrické energie velkého rozsahu“ (také jako VDEE) a bude brána v potaz definice zde uvedená.

Dále autoři uvádí tyto definice výpadku dodávky elektrické energie velkého rozsahu. Beneš definuje blackout jako *totální výpadek elektrické energie na velkém území.* (Beneš, 2008) Dále tento pojem *označuje moment, kdy došlo k porušení rovnováhy mezi produkcí a spotřebou elektrické energie a kdy je narušena bezpečnost dodávek.* (Mareš, 2013) Brehovská uvádí, že tento výpadek *zasahuje nejen životy lidí, ale chod celého státu, a to především ekonomický vývoj postihnutého území. Zvláštností, kterou blackout má, je skutečnost, že sekundární důsledky výpadku jsou mnohonásobně větší než důsledky na zařízeních pro výrobu, přenos a distribuci elektrické energie. Příčinou této skutečnosti jsou dominoefekty, které vznikají z propojenosti celé kritické infrastruktury.* (Brehovská, 2011) Kromě výrazu výpadek dodávky elektrické energie se někdy používá také výpadek proudu, což znamená období, kdy v budově nebo oblasti není elektřina. (Merian-Webster, 2020a) Slovo blackout znamená období temnoty (jako ve městě) způsobené výpadkem dodávky elektrické energie. (Merian-Webster, 2020b)

Veřejná infrastruktura – veřejnou infrastrukturou se rozumí pozemky, stavby, zařízení, a to:

1. dopravní infrastruktura, například stavby pozemních komunikací, drah, vodních cest, letišť a s nimi souvisejících zařízení,
2. technická infrastruktura, kterou jsou vedení a stavby a s nimi provozně související zařízení technického vybavení, například vodovody, vodojemy, kanalizace, čistírny odpadních vod, stavby ke snižování ohrožení území živelními nebo jinými pohromami, stavby a zařízení pro nakládání s odpady, trafostanice, energetické vedení, komunikační vedení veřejné komunikační sítě a elektronické komunikační zařízení veřejné komunikační sítě, produktovody a zásobníky plynu,
3. občanské vybavení, kterým jsou stavby, zařízení a pozemky sloužící například pro vzdělávání a výchovu, sociální služby a péči o rodiny, zdravotní služby, kulturu, veřejnou správu, ochranu obyvatelstva,
4. veřejné prostranství zřizované nebo užívané ve veřejném zájmu. (zákon č. 183/2006 Sb.)

Společnost je tradičně závislá na celé řadě infrastruktur. (Řehák, 2018a) V průběhu času se některé z nich – nebo některé z jejich částí, které mají pro společnost zásadní význam – začaly nazývat jako kritické. (směrnice 2008/114/EC)

Kritická infrastruktura – *kritickou infrastrukturou se rozumí prvek kritické infrastruktury nebo systém prvků kritické infrastruktury, narušení jehož funkce by měla závažný dopad na bezpečnost státu, zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva, zdraví osob nebo ekonomiku státu. (zákon č. 240/2000 Sb.)*

Dále jsou určeny dle zákonů v České republice odvětvová a průřezová kritéria. Mezi průřezová kritéria můžeme zahrnout kritéria z hlediska obětí, ekonomického dopadu či dopadu na veřejnost – dle zasaženého počtu obyvatelstva. Naopak odvětvovými kritérii se rozumí technické nebo provozní hodnoty k určování prvku kritické infrastruktury v různých odvětvích. (zákon č. 240/2000 Sb.) Mezi odvětví kritické infrastruktury patří (zákon č. 240/2000 Sb.):

- *energetika,*
- *vodní hospodářství,*
- *potravinářství a zemědělství,*
- *zdravotnictví,*
- *doprava,*
- *komunikační a informační systémy,*
- *finanční trh a měna,*
- *nouzové služby,*
- *veřejná správa.*

Prvkem kritické infrastruktury se rozumí zejména stavba, zařízení, prostředek nebo veřejná infrastruktura, určená podle průřezových a odvětvových kritérií. (zákon č. 240/2000 Sb.) Řehák a kolektiv uvádí, že ochrana kritické infrastruktury v České republice byla implementována do oboru krizového řízení. (Řehák, 2016a) Tato problematika je dále rozebrána v samostatné podkapitole 1.3.

1.1 Bezpečnostní hrozby ve světovém kontextu

Česká republika je členem Evropské unie (dále jen EU) od roku 2004. Jedním z pilířů EU je společná zahraniční a bezpečnostní politika. Snahou EU je tedy zajištění bezpečnosti ve všech členských státech. Důležitou součástí Evropské bezpečnostní a obranné politiky je posílení EU při katastrofách a zvýšení schopností krizového řízení při katastrofách a nouzových stavech EU.

Snahou každé země je ochrana občanů a jedním z kroků je zpracování bezpečnostní strategie. Bezpečnostní strategie je základním koncepčním dokumentem bezpečnostní politiky každého státu. Tento dokument identifikuje zájmy státu, obecná bezpečnostní rizika a z nich vyplývající hrozby pro daný stát. Tento dokument je zpracovaný také na úrovni EU – Evropská bezpečnostní strategie, bezpečná Evropa v lepším světě. Evropská rada přijala tuto strategii poprvé v roce 2003 a od té doby provádí aktualizace dle současné bezpečnostní situace v EU. Za nejaktuálnější lze považovat dokument z roku 2009, který definuje tyto bezpečnostní hrozby (Evropská bezpečnostní strategie, 2009):

- *Šíření zbraní hromadného ničení;*
- *Terorismus a organizovaný zločin;*
- *Energetická bezpečnost;*
- *Klimatická změna.*

Z této bezpečnostní strategie vyplývá, že jednou z hrozeb je klimatická změna. Klimatická změna s sebou nese řadu negativních dopadů. Očekává se, že za současných měnících se klimatických podmínek se bude zvyšovat četnost a intenzita přírodních katastrof, což potvrzují také autoři ve svých vědeckých publikacích. (Angerer, 2008), (NRC, 2020)

Dále EU zpracovala Interní bezpečnostní strategii pro EU v roce 2010 (Směr k evropskému modelu bezpečnosti), ve které jsou definovány hrozby – hlavní problémy pro vnitřní bezpečnost EU. Jedná se o tyto hrozby (Strategie vnitřní bezpečnosti EU, 2010):

- *Terorismus;*
- *Organizovaná trestná činnost;*
- *Kybernetická kriminalita;*
- *Přeshraniční trestná činnost;*
- *Naturogenní a antropogenní hrozby.*

Jednou z významných skupin bezpečnostních hrozeb jsou naturogenní hrozby. Ty mají významný vliv nejen na životy, zdraví a majetek občanů a životní prostředí, ale také na kritickou infrastrukturu země. (Evropská bezpečnostní strategie, 2009)

Ve vazbě na USA prezident Spojených států amerických vydává Národní bezpečnostní strategii (National Security Strategy of President Trump), ve které uvádí postoje USA k bezpečnosti. Jedním z nich je, že USA musí podniknout kroky, aby rychle reagovaly na potřeby amerického lidu v případě naturogenní katastrofy nebo útoku na vlast. Musí vybudovat kulturu připravenosti a odolnosti v rámci vládních funkcí, kritické infrastruktury a hospodářských a politických systémů. Ač se vláda USA snaží, nemůže zabránit všem nebezpečím hrožícím americkému lidu. Může ale pomoci Američanům udržet si odolnost vůči obtížím. Odolnost zahrnuje schopnost odolávat a rychle se zotavovat z úmyslných útoků, nehod, naturogenních katastrof, stejně jako hrozby pro hospodářství a demokratický systém. V případě katastrofy musí federální, státní a místní agentury vykonávat základní funkce a mít zavedené plány, které zajistí pokračování ústavní formy vlády. (Trump, 2017)

Z Národní bezpečnostní strategie USA můžeme také pozorovat zaměření na hrozby naturogenního charakteru. Cílem USA je vybudování silných opor státu z hlediska krizové připravenosti a ochrany obyvatelstva. Snahou všech států je minimalizace ztrát na životech, zdraví a majetku občanů.

Sena uvádí, že naturogenní katastrofy způsobené extrémními povětrnostními jevy se v posledních letech zvyšují. (Sena, 2014) Podle Cioca člověk žije v prostředí, které je trvale vystaveno rozmanitosti více či méně nebezpečných situací, které vznikají mnoha faktory. Extrémní naturogenní jevy, jako jsou: bouře, povodně, sucho, sesuvy půdy, zemětřesení a další, kromě technologických nehod (například silné znečištění) a konfliktních situací mohou přímo ovlivnit život každého člověka a život společnosti jako celku. (Cioca, 2010)

Naturogenní katastrofy patří mezi nejdražší, smrtící a obávané události lidstva (Blakie, 2005), které mají obrovský dopad na širokou veřejnost (Jie, 2001) a mají potenciál zabít tisíce lidí během několika minut. (Heidaranlu, 2015) Během minulých dvaceti let postihly naturogenní katastrofy celosvětově více než tři miliony rodin (tj. nejméně 800 milionů lidí) a stály více než 500 miliard dolarů. (Djalali, 2009)

Z výše uvedených bezpečnostních hrozeb, ale také z referencí autorů lze konstatovat, že hrozby naturogenního charakteru hrají významnou roli. Hrozby naturogenního charakteru mají rostoucí tendenci, a tudíž je důležité, aby byla tomuto druhu hrozeb věnována zvýšená pozornost. Dalším významným prvkem naturogenních katastrof jsou kaskádové efekty. Tyto kaskádové efekty způsobují další významné hrozby, jako například narušení stabilních dodávek elektrické energie velkého rozsahu.

Česká republika

Česká republika zpracovává Bezpečnostní strategii České republiky od roku 1999. Účelem bezpečnostní strategie je identifikace zájmů České republiky, obecná bezpečnostní rizika a z nich vyplývající hrozby pro Českou republiku dle závažnosti v aktuálním období. Česká republika za svou existenci zpracovala celkem pět bezpečnostních strategií.

Následující tabulka znázorňuje vývoj hrozeb, které byly uváděny v bezpečnostních strategiích v jednotlivých letech.

Tabulka 1 Bezpečnostní hrozby ČR 1999–2015 (Bezpečnostní strategie České republiky 1999–2015)

Bezpečnostní hrozby - Bezpečnostní strategie České republiky, 1999	
1.	Živelní katastrofy, průmyslové a ekologické havárie, vznik a šíření epidemie
2.	Narušení standardních mezinárodních ekonomických vztahů
3.	Jednotlivé teroristické akce a organizované aktivity mezinárodního zločinu mimořádného rozsahu
4.	Rozsáhlé migrační vlny
5.	Násilné akce subjektů cizí moci
6.	Ohrožení základních hodnot demokracie a svobody občanů v jiných zemích
7.	Rozsáhlá a závažná diverzní činnost
8.	Hrozba agrese
9.	Vojenské napadení
Bezpečnostní hrozby – Bezpečnostní strategie České republiky, 2001	
1.	Etnické a náboženské spory
2.	Ekonomické a sociální problémy či porušování lidských práv uvnitř státu
3.	Použití jaderných zbraní a zbraní hromadného ničení (dále jen ZHN)
4.	Terorismus
5.	Vývoj v jihovýchodní Evropě
6.	Regionální konflikty
7.	Organizovaný zločin a obchod s narkotiky
8.	Vyzrazení utajovaných skutečností
9.	Průmyslové nebo vojensko-technické havárie a živelní události (epidemie, ekologické nebezpečí, klimatické změny, úbytek pitné vody)
Bezpečnostní hrozby – Bezpečnostní strategie České republiky, 2003	
1.	Terorismus
2.	Šíření ZHN
3.	Nestabilita v euroatlantickém prostoru
4.	Organizovaný zločin, korupce

5.	Extremismus
6.	Hrozby v podobě živelních pohrom
7.	Ekologické havárie
8.	Šíření nakažlivých smrtelných chorob
9.	Průmyslové havárie
Bezpečnostní hrozby – Bezpečnostní strategie České republiky, 2011	
1.	Terorismus
2.	Šíření ZHN
3.	Kybernetické útoky
4.	Nestabilita a regionální konflikty v euroatlantickém prostoru a jeho okolí
5.	Negativní aspekty mezinárodní migrace
6.	Organizovaný zločin a korupce
7.	Ohrožení funkčnosti kritické infrastruktury
8.	Přerušování dodávek strategických surovin a energie
9.	Pohromy naturogenního a antropogenního původu a jiné mimořádné události
Bezpečnostní hrozby – Bezpečnostní strategie České republiky, 2015	
1.	Oslabení mechanismu kooperativní bezpečnosti politických a mezinárodněprávních závazků v oblasti bezpečnosti
2.	Nestabilita a regionální konflikty v euroatlantickém prostoru a jeho okolí
3.	Terorismus
4.	Šíření ZHN a jejich nosičů
5.	Kybernetické útoky
6.	Negativní dopady mezinárodní migrace
7.	Extremismus a nárůst interetnického a sociálního napětí
8.	Organizovaný zločin, zejména hospodářská a finanční kriminalita, korupce, obchodování s lidmi a drogová kriminalita
9.	Ohrožení funkčnosti kritické infrastruktury
10.	Přerušování dodávek strategických surovin nebo energie
11.	Pohromy naturogenního a antropogenního původu a jiné mimořádné události

Z komparace bezpečnostních strategií, které byly zveřejněny v České republice, lze pozorovat změnu bezpečnostních hrozeb dle aktuálních trendů v bezpečnostním prostředí. V každé bezpečnostní strategii od roku 1999 do roku 2015 je zmiňována hrozba naturogenního a antropogenního charakteru. Tato hrozba se umísťovala v rozdílném pořadí v kontextu aktuální situace. V poslední bezpečnostní strategii (2015) je uvedena hrozba naturogenního a antropogenního původu na posledním místě, i přesto je nutné jí věnovat pozornost. Z tabulky je patrné, že i názvosloví se s vývojem situace měnilo. Opět

pro sjednocení se bude nadále mluvit sjednoceně o katastrofách naturogenního a antropogenního charakteru.

Bezpečnostní strategie České republiky (2015) definuje katastrofy antropogenního a naturogenního charakteru. *Důsledkem extrémních projevů počasí jsou katastrofy naturogenního a antropogenního původu, které mohou mít kromě ohrožení bezpečnosti, životů a zdraví obyvatel, jejich majetku a životního prostředí dopad také na ekonomiku země, zásobování surovinami, vodou či poškození kritické infrastruktury.* (Bezpečnostní strategie České republiky, 2015)

Z Bezpečnostní strategie České republiky (2015) dále vyplývá, že katastrofy antropogenního a naturogenního charakteru, mají významný vliv na bezpečnost občanů a jejich majetek, ale také na funkčnost kritické infrastruktury. Jedním z odvětví kritické infrastruktury je zdravotnictví. Také v tomto odvětví kritické infrastruktury je nezbytné zajišťovat ochranu životů a zdraví, a to i v době katastrofy. V České republice je významnou složkou ochrany obyvatelstva a kritické infrastruktury Integrovaný záchranný systém České republiky (dále jen IZS). Jeho hlavním úkolem je mimo jiné koordinace jeho složek v době katastrof.

V případě katastrof naturogenního nebo antropogenního původu, které ohrožují životy, zdraví, majetek, životní prostředí, vnitřní bezpečnost či veřejný pořádek v ČR, vláda využívá IZS a další relevantní složky. Vláda bude zlepšovat podmínky pro jejich akceschopnost a efektivní spolupráci včetně posílení součinnosti s Armádou ČR a bude podporovat vybavení základních složek IZS a sborů dobrovolných hasičů za účelem jejich většího zapojení do řešení katastrof. Budou také využívány informace ze systému dálkového průzkumu Země a ze systému předpovědní a výstražné meteorologické služby pro sledování, předvídání a varování před sesuvy a poklesy půdy, záplavami a povodněmi. (Bezpečnostní strategie České republiky, 2015)

Složky IZS by se měly snažit o zavádění nových technologií a informační podpory, tak jak je zmíněno v bezpečnostní strategii. Tato informační podpora hraje v dnešní době významnou roli a je vhodné její použití také v oblasti ochrany obyvatelstva a kritické infrastruktury. Pro zvyšování připravenosti a zavádění nových technologií je v současné době, ale i v minulosti řešeno několik projektů:

- Cílený aplikovaný výzkum nových moderních technologií, metod a postupů ke zvýšení úrovně schopností HZS ČR – CAVHZS (TAČR: VI20152020009)
- PODPORA – Výzkum podpory zdokonalování schopnosti civilní ochrany ČR (TAČR: MO45190999102)
- Uplatnění rizikové analýzy v procesu výběru opatření k ochraně před povodněmi (TAČR: QC1422)
- Výzkumná podpora HZS ČR a dalších složek IZS ČR (TAČR: VG20102015062)
- Speciální nálože pro zvýšení efektivity zásahů jednotek HZS (TAČR: VI20172019081)

- a mnoho dalších.

Česká republika se aktivně zapojuje do Mechanismu civilní ochrany EU a rozvíjí efektivní spolupráci se Střediskem pro koordinaci odezvy na katastrofy EU a s Euroatlantickým koordinačním střediskem pro řešení katastrof NATO. Dále Česká republika vytváří potřebné materiální, technické, organizační a legislativní podmínky pro přípravu a realizaci preventivních opatření zaměřených do oblasti minimalizace rizika vzniku a rozsahu následků katastrof. Vláda podpoří posílení schopnosti analyzovat a předvídat bezpečnostní hrozby. (Bezpečnostní strategie České republiky, 2015)

Ministerstvo vnitra České republiky dále zpracovalo dokument Audit národní bezpečnosti (2016), který reaguje na zhoršenou bezpečnostní situaci v Evropě. Audit národní bezpečnosti uvádí popis a evaluaci hrozeb pro Českou republiku. Za nejvýznamnější hrozby lze dle tohoto dokumentu považovat (Audit národní bezpečnosti, 2016):

- *Terorismus;*
- *Extremismus;*
- *Organizovaný zločin;*
- *Působení cizí moci;*
- *Bezpečnostní aspekty migrace;*
- *Naturogenní hrozby;*
- *Antropogenní hrozby;*
- *Hrozby v kyberprostoru;*
- *Energetická, surovinná a průmyslová bezpečnost;*
- *Hybridní hrozby a jejich vliv na bezpečnost občanů ČR.*

V tomto dokumentu jsou zmiňovány naturogenní hrozby, kdy jsou dále diskutovány tyto hrozby (Audit národní bezpečnosti, 2016):

- *Povodeň, přívalová povodeň, vydatné srážky;*
- *Dlouhodobé sucho;*
- *Požár v přírodě;*
- *Extrémně vysoké teploty;*
- *Extrémní vítr;*
- *Epidemie, epifytie, epizootie.*

Dopady na infrastrukturu státu u povodní, přívalových povodní a vydatných srážek se mohou vyskytnout zejména v odvětvích energetiky, vodního hospodářství, potravinářství a zemědělství a dopravy. Vysokými teplotami je ohrožena zejména energetika, a to nejen kvůli zvýšení spotřeby energie na klimatizaci, ale také kvůli omezené možnosti chlazení. V případě extrémního větru následky spočívají ve vlivu na dopravu, komunikace a sídla a na lesní

porosty, které může komplexně poškodit nebo zničit. Dopady na kritickou infrastrukturu se projevují zejména v odvětví energetiky (ohrožena je energetická rozvodná síť) a dopravy. (Audit národní bezpečnosti, 2016)

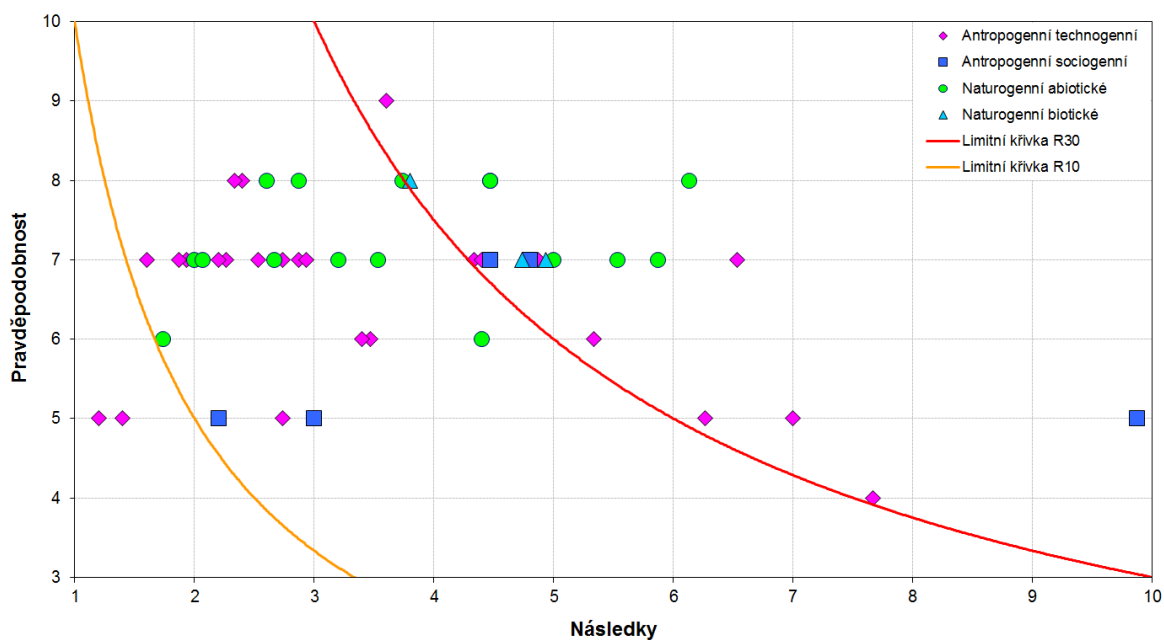
Dále byly v tomto dokumentu zmíněny antropogenní hrozby. Jako výstup pro účely analýzy budou zohledněny hrozby, pro které byla identifikována nepřijatelná úroveň rizika (Audit národní bezpečnosti, 2016):

- *Zvláštní povodeň;*
- *Únik nebezpečné chemické látky ze stacionárního zařízení;*
- *Radiační havárie;*
- *Narušení dodávek pitné vody velkého rozsahu;*
- *Narušení dodávek potravin velkého rozsahu.*

Z výše uvedeného seznamu je patrné, že Audit nezohledňuje hrozbu narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu. Dle mého názoru a z dalších publikací a referencí autorů (Hromada, 2020), (Řehák, 2020), (Fallah-Aliabadi, 2020), (Brehovská, 2017) je tato hrozba považována za významnou hrozbu a je nutné se jí i nadále věnovat.

Je zde důležité uvést, že ne vždy je rozsáhlý výpadek dodávky elektrické energie přímo spojen s konkrétní katastrofou, a to ať naturogenního či antropogenního charakteru. Setkáváme se velmi často v době katastrof s kaskádovým efektem. To znamená, že narušení jednoho prvku kritické infrastruktury může mít za následek narušení dalších prvků kritické infrastruktury (Řehák, 2018a). Této problematice bude věnována dále samostatná podkapitola.

V České republice je mimo jiné také zpracovávána Koncepce ochrany obyvatelstva, kde jsou stanovovány úkoly v oblasti bezpečnosti a ochrany obyvatelstva se stanovenou časovou osou. V Koncepci ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030 byl stanoven následující úkol: „*Zpracovat analýzu hrozeb pro Českou republiku a její závěry promítnout do metodických a strategických materiálů v oblasti bezpečnosti státu.*“ (Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030, 2013) Výsledky analýzy hrozeb jsou zpracovány v dokumentu Analýza hrozeb pro Českou republiku – závěrečná zpráva (2015). Bylo identifikováno celkem 72 typů hrozeb. Naturogenní hrozby tvoří 39 % všech hrozeb a 61 % tvoří antropogenní hrozby. *Následně byla provedena analýza typů hrozeb dle přijatelnosti rizika a v této analýze bylo identifikováno 22 typů hrozeb, pro které lze odůvodněně očekávat vyhlášení krizových stavů.* (Paulus, 2015)



Obr. 1: Výsledky analýzy a hodnocení hrozeb pro Českou republiku (Paulus, 2015)

Obrázek 1 znázorňuje rozložení hrozeb pro Českou republiku.

Tabulka 2 Typy hrozeb s nepřijatelným rizikem (Paulus, 2015)

Kategorie hrozeb		Typy hrozeb
Naturogenní	Abiotické	Dlouhodobé sucho
		Extrémně vysoké teploty
		Přívalová povodeň
		Vydatné srážky
		Extrémní vítr
		Přírozená povodeň
	Biotické	Epidemie
		Epifytie
		Epizootie
Antropogenní	Technogenní	Narušení dodávek potravin velkého rozsahu
		Narušení funkčnosti významných systémů elektronických komunikací
		Narušení bezpečnosti informací kritické informační infrastruktury
		Zvláštní povodeň
		Únik nebezpečné chemické látky ze stacionárního zařízení
		Narušení dodávek pitné vody velkého rozsahu
		Narušení dodávek plynu velkého rozsahu
		Narušení dodávek ropy a ropných produktů velkého rozsahu

		Radiační havárie
		Narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu
	Sociogenní	Migrační vlny velkého rozsahu
		Narušení zákonnosti velkého rozsahu
	Ekonomické	Narušení finančního a devizového hospodářství státu velkého rozsahu

V tabulce 2 jsou uvedeny také významné hrozby, které mohou mít vliv na stabilní dodávky elektrické energie do zdravotnických zařízení. Jedná se zejména o narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu. Dále se může jednat o naturogenní, abiotické hrozby (extrémní vítr, přirozená povodeň a další), které mohou mít kaskádový efekt a způsobit výpadek dodávky elektrické energie velkého rozsahu.

Lze proto souhlasit s názorem, že důsledky katastrof vedou k přímým a nepřímým ohrožením životů, zdraví a životního prostředí, v němž se vyskytujeme. (Brehovská, 2017)

Autoři ve svých odborných publikacích uvádí, že je pozorován nárůst katastrof.

Podle Řeháka *planeta Země a její obyvatelstvo jsou v současné době vystaveny celé řadě nebezpečí. Přibývá živelních katastrof, průmyslových havárií, sociálních, náboženských a etnických konfliktů často spojených s válkami a eskaluje nebezpečí terorismu, které nezná hranice.* (Řehák, 2015) Byla stanovena výzkumná otázka zabývající se touto problematikou a její výsledky jsou uvedeny v kapitole 4.1.

1.2 Zdravotnictví a vazba na kritickou infrastrukturu

Tato podkapitola je věnována oblasti zdravotnictví. Zdravotnictví lze považovat za multidisciplinární obor. *Zdravotnictví je moderní medicína, která představuje komplex velmi složitých procesů, které kumulují lidské poznání z celé řady vědních oborů, nejen přírodovědných, ale i technických a společenských vědních. Sbíraná data a získané poznatky jsou tedy využívány jak pro účely teoretické a vědecké, tj. pro rozvoj oboru jako akademické disciplíny, tak i jako podklady pro praktická rozhodnutí politická i manažerská.* (Janečková, 2009) Z výše uvedené definice zdravotnictví je patrné, že sem spadají rovněž další vědní obory, kdy jedním z nich je také inženýrská informatika. Ta zasahuje do zdravotnictví nejen ve formě elektronických karet pacientů, ale převážně jako národní zdravotní registry.

Jak již bylo zmíněno, zdravotnictví je multidisciplinární obor, do kterého zasahují také další zájmy. Tato práce se snaží propojit dokonce tři obory, a to zdravotnictví, informatiku a krizové řízení.

Dále bude věnována pozornost zdravotním službám a z toho vyplývajícím zdravotnickým zařízením.

Poskytovatelem zdravotních služeb se rozumí fyzická nebo právnická osoba, která má oprávnění k poskytování zdravotních služeb, kdy Zdravotnickým zařízením se rozumí prostory určené pro poskytování zdravotních služeb. (zákon č. 372/2011 Sb.) Druhy zdravotní péče jsou (zákon č. 372/2011 Sb.):

- a) **preventivní péče**, jejímž účelem je včasné vyhledávání faktorů, které jsou v příčinné souvislosti se vznikem nemoci nebo zhoršením zdravotního stavu, a provádění opatření směřujících k odstraňování nebo minimalizaci vlivu těchto faktorů a předcházení jejich vzniku;
- b) **diagnostická péče**, jejímž účelem je zjišťování zdravotního stavu pacienta a okolností, jež mají na zdravotní stav pacienta vliv, informací nutných ke zjištění nemoci, jejího stavu a závažnosti, dalších informací potřebných ke stanovení diagnózy, individuálního léčebného postupu a informací o účinku léčby;
- c) **dispenzární péče**, jejímž účelem je aktivní a dlouhodobé sledování zdravotního stavu pacienta ohroženého nebo trpícího nemocí nebo zhoršením zdravotního stavu, u kterého lze podle vývoje nemoci důvodně předpokládat takovou změnu zdravotního stavu, jejíž včasné zjištění může zásadním způsobem ovlivnit další léčbu a vývoj nemoci;
- d) **léčebná péče**, jejímž účelem je příznivé ovlivnění zdravotního stavu na základě realizace individuálního léčebného postupu, s cílem vyléčení nebo zmírnění důsledků nemoci a zabránění vzniku invalidity nebo nesoběstačnosti nebo zmírnění jejich rozsahu;
- e) **posudková péče**, jejímž účelem je zjištění, zda nebude stabilizovaný zdravotní stav pacienta negativně ovlivněn nároky, které na něho klade výkon práce, služby, povolání nebo jiných činností v konkrétních podmínkách, nebo zdravotní stav pacienta je v souladu s předpoklady nebo požadavky stanovenými pro výkon práce, služby, povolání, jiných činností nebo pro jiné účely;
- f) **léčebně rehabilitační péče**, jejímž účelem je maximální možné obnovení fyzických, poznávacích, řečových, smyslových a psychických funkcí pacienta cestou odstranění vzniklých funkčních poruch nebo náhradou některé funkce jeho organismu, popřípadě zpomalení nebo zastavení nemoci a stabilizace jeho zdravotního stavu; v případě, že jsou při jejím poskytování využívány přírodní léčivé zdroje nebo klimatické podmínky příznivé k léčení podle lázeňského zákona, jde o lázeňskou léčebně rehabilitační péči;
- g) **ošetřovatelská péče**, jejímž účelem je udržení, podpora a navrácení zdraví a uspokojování biologických, psychických a sociálních potřeb změněných nebo vzniklých v souvislosti s poruchou zdravotního stavu jednotlivců nebo skupin nebo v souvislosti s těhotenstvím a porodem, a dále rozvoj, zachování nebo navrácení soběstačnosti; její součástí je péče o nevléčitelně nemocné,

zmírňování jejich utrpení a zajištění klidného umírání a důstojné přirozené smrti;

h) **paliativní péče**, jejímž účelem je zmírnění utrpení a zachování kvality života pacienta, který trpí nevléčitelnou nemocí;

i) **lékárenská péče a klinicko-farmaceutická péče**, jejímž účelem je zajišťování, příprava, úprava, uchovávání, kontrola a výdej léčiv.

Jak je z výčtu druhu zdravotní péče patrné, zdravotnickým zařízením nejsou myšleny pouze nemocnice a zdravotnická zařízení určená k léčbě. Do zdravotnických zařízení můžeme zahrnout:

- fakultní nemocnice,
- oblastní nemocnice,
- městské nemocnice,
- rehabilitační nemocnice,
- nemocnice s poliklinikou,
- psychiatrické nemocnice,
- polikliniky,
- LDN,
- specializovaná centra poskytující zdravotnické služby,
- preventivní péči,
- rehabilitační péči,
- centra denních služeb,
- stacionáře,
- domovy pro seniory,
- domovy pro zdravotně postižené.

Tato zdravotnická zařízení vychází ze zákona č. 372/2011 Sb. o zdravotnických službách.

Vazba kritické infrastruktury a zdravotnických zařízení

Jak již bylo uvedeno, cílem každého státu je ochrana jeho občanů a základních infrastruktur státu, kde lze uvažovat o systémech nazývaných kritická infrastruktura. Narušení systému kritické infrastruktury by mělo závažný dopad na bezpečnost státu, zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva, zdraví osob nebo ekonomiku státu. Česká republika definuje odvětvová kritéria pro určení odvětví, pododvětví a prvků kritické infrastruktury. Jedním z významných odvětví kritické infrastruktury je také zdravotnictví.

V České republice je platné nařízení vlády č. 432/2010 Sb. o kritériích pro určení prvků kritické infrastruktury v aktuálním znění. Toto nařízení vlády rozděluje kritéria na průřezová a odvětvová. Právě odvětvová kritéria určují tato odvětví: *energetika, vodní hospodářství, potravinářství a zemědělství, zdravotnictví, doprava, komunikační a informační systémy, finanční trh a měna, nouzové služby, veřejná správa.* (nařízení vlády č. 432/2010 Sb.) Z výčtu

odvětvových kritérií je patrné, že pro udržení bezpečnosti státu a udržení funkčnosti státu je důležité také odvětví zdravotnictví. Zde je ovšem nutné podotknout, že se jedná o zdravotnická zařízení, jejichž celkový počet akutních lůžek je nejméně 2 500. Nicméně tuto podmínku nesplňuje žádná nemocnice v České republice.

Z důvodu nutnosti zvládat katastrofy v nemocnicích je důležité, aby byl zaveden a realizován krizový chod nemocnice zajišťující urgentní příjem.

1.3 Dodávky elektrické energie

V současné době energetický segment a jim poskytované služby patří mezi základní pilíře pro bezpečné a spolehlivé fungování veškeré infrastruktury a zároveň zajištění nezbytných potřeb obyvatelstva. Složitost a vzájemná provázanost celé infrastruktury neustále narůstá. V rámci této provázanosti je však možné identifikovat „stavební kámen“, bez kterého by se veškerá infrastruktura a jí poskytovaná funkcionalita zastavila a následně zhroutila, a tím je elektrická energie. Z tohoto důvodu lze právem považovat narušení dodávek elektrické energie za jednu z vůbec nejzávažnějších hrozeb dnešní společnosti. (Hromada, 2019) Řehák uvádí, že sektor elektrické energie je jedinečným sektorem kritické infrastruktury, kdy jeho narušení nebo selhání jeho funkcí by mělo za následek rozsáhlé účinky, a to nejen na samotnou společnost, ale také na všechna závislá odvětví kritické infrastruktury. (Řehák, 2020) Tuto citaci potvrzuje také Liévanos v publikaci Nerovnoměrná odolnost: Doba výpadku elektřiny. (Lievanos, 2017) Dle referencí autorů je patrné, že elektrické soustavy představují významnou infrastrukturu, kdy její výpadek je významnou hrozbou pro společnost. Je proto logické, že v následujícím textu budou analyzovány základní aspekty, jak elektrizační soustava funguje a z čeho se skládá.

Elektrizační soustava je celostátně plošný systém s vysokou mírou vazeb na elektroenergetické soustavy okolních států, který je velmi citlivý na správnou funkci a požadovanou interakci jeho jednotlivých prvků, které na sebe úzce navazují a vzájemně se ovlivňují. Tento systém se skládá z:

- a) výrobní části produkující elektřinu v různých výrobních elektřiny;*
- b) přenosové soustavy vedení a zařízení (rozveden – transformoven) 400 kV, 220 kV, a vybraných vedení a zařízení 110 kV;*
- c) distribučních soustav vysokého napětí 3 kV, 6 kV, 10 kV, 22 kV, 35 kV a 110 kV;*
- d) distribučních soustav nízkého napětí 0,4/0,23 kV;*
- e) technických dispečinků hierarchicky uspořádaných k řízení celé soustavy;*
- f) spotřební části – zákazníků, kteří užívají elektřinu ve svém odběrném místě.*

Vzhledem k tomu, že elektřinu nelze ve významném množství skladovat, musí být soustavně udržována rovnováha mezi výrobou a spotřebou. Elektrizační soustava jako celek musí kontinuálně zabezpečovat rovnováhu v čase se měnící velikosti spotřeby a výroby elektřiny. Tuto rovnováhu zajišťuje trh s elektřinou

a v reálném čase provozovatelé přenosové soustavy. (Typový plán narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu, 2018)

Cílem státu je zajištění stabilní dodávky elektrické energie pro odběratele v České republice. Jedním z dokumentů, které jsou v souvislosti s ochranou kritické infrastruktury v oblasti energetiky schváleny, je Státní energetická koncepce České republiky. Vláda České republiky v roce 2015 tuto koncepci schválila na následujících 25 let. *Hlavním důvodem pro schválení Státní energetické koncepce je potřeba jasně artikulovat priority a strategické záměry státu v rámci sektoru energetiky a poskytnout tak investorům, občanům a státní správě stabilitu v dnešním turbulentním a dynamickém období.* (Státní energetická koncepce, 2015) Posláním Státní energetické koncepce je zabezpečit nepřerušené dodávky energie v krizových situacích v rozsahu nezbytném pro fungování nejdůležitějších složek státu a přežití obyvatelstva. Dále tato koncepce stanovuje strategické cíle energetiky ČR a ochranu kritické infrastruktury a klíčové systémy energetiky v širších souvislostech.

Dalším dokumentem, který pojednává o ochraně kritické infrastruktury v oblasti energetiky, je Bezpečnostní strategie České republiky. Tento dokument byl zmíněn již v kapitole výše. Zde se uvádí, že jednou z hrozeb pro Českou republiku je přerušení dodávek energie a ohrožení funkčnosti kritické infrastruktury. V současné době dochází k „soutěžení“ o přístup ke zdrojům energetických surovin, které mají zajistit předpoklad pro stabilní dodávky elektrické energie. Dále tato strategie uvádí, že kritická infrastruktura tvoří vzájemné propojení jednotlivých odvětví, která jsou ohrožena komplexně – přírodními, technologickými a asymetrickými hrozbami. Zejména funkčnost energetické infrastruktury je ohrožována jak politickými tlaky, tak hrozbami s kriminální podstatou. V neposlední řadě tento dokument uvádí jako jednu z hrozeb katastrofy naturogenního a antropogenního charakteru. Ty mohou vést k poškození kritické infrastruktury státu, zejména v oblasti energetiky.

Dále jsou v České republice zpracovány dokumenty, které mají za cíl přispívat ke zvyšování bezpečnosti a odolnosti prvků kritické infrastruktury. Jedná se o Koncepci ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030, Metodiku zajištění ochrany kritické infrastruktury v oblasti výroby, přenosu a distribuce elektrické energie (2012), Národní program energetické odolnosti ČR, Metodika kategorizace a prioritizace objektů nezbytných při obnově dodávek elektrické energie velkého rozsahu po blackoutu (2019) a Strategický rámec – Udržitelná Česká republika 2030.

Jak je z výše uvedeného textu patrné, elektrická energie je významnou složkou kritické infrastruktury státu. Výpadek dodávky elektrické energie je významnou hrozbou pro každý stát.

V České republice je tato hrozba nejčastěji popsána pojmem výpadek dodávky elektrické energie velkého rozsahu, nicméně někdy se můžeme také setkat s pojmem blackout. Tento pojem byl již dříve uveden v publikaci Paulus, 2015, jako jedna z bezpečnostních hrozeb ČR s nepřijatelným rizikem.

Hromada uvádí, že zcela katastrofickou variantou a naprosto černým scénářem je plošný výpadek dodávky elektrické energie dlouhodobého charakteru na rozsáhlém území – neboli blackout. V důsledku této události nastává na daném území totální tma a postupně s narůstajícím časem nastává kolaps celé postižené společnosti. (Hromada, 2019)

Historie výpadků dodávky elektrické energie ve světě

Celý svět se potýká s výpadky dodávky elektrické energie, které trvají různou dobu a postihují státy nebo jejich části, a tím pádem různý počet obyvatelstva. Velmi časté jsou výpadky dodávky elektrické energie v Asii. Zde je ovšem brána v potaz nízká úroveň robustnosti energetické sítě. Ovšem ani vyspělým zemím se tyto události nevyhýbají, a to jako kaskádní efekt stále stoupajícího počtu katastrof.

V roce 2003 byla zasažena severovýchodní část USA a jihovýchodní část Kanady rozsáhlým výpadkem dodávky elektrické energie. Celkem bylo postiženo asi 50 milionů obyvatel a v některých místech byl vyhlášen stav nouze. Příčinou tohoto výpadku byly zmiňované vzájemně propojené problémy. Uvádí se, že příčinou bylo zanedbání údržby vegetace podél páteřních elektrických vedení, neschopnost odhalit problémy v síti a komunikovat se sousedními energetickými soustavami, nedostatečný výcvik dispečerů a nedostatek záložních systémů.

Tento výpadek měl za následek celou řadu událostí. Jednalo se o výpadek mobilní telefonní sítě z důvodu přetížení velkým počtem hovorů a z nedostatku energie na nabíjení mobilních telefonů. Spolehlivost mobilní sítě se ukázala jako velmi nízká, v době katastrofy je tato síť nespolehlivá. Na některých místech došlo k poklesu tlaku ve vodovodních potrubích a hrozilo vniknutí nebezpečných látek a organismů do vody. Elektrifikované tratě v USA byly po celou dobu výpadku mimo provoz. V chemickém provozu došlo k úniku 140 kg jedovatého vinylchloridu do řeky a někteří lidé museli být hospitalizováni. V dolech byli uvězněni horníci, kteří se evakovali až po obnovení dodávek elektrické energie.

Ve stejném roce byly zasaženy státy Itálie a Švýcarsko také rozsáhlým výpadkem dodávek elektrické energie. Zasaženo bylo asi 56 milionů obyvatel. Opět se jednalo o kumulující se příčiny, které měly za následek rozsáhlý výpadek. Páteřní vedení mezi Švýcarskem a Itálií bylo silně přetíženo a došlo ke zkratu s okolní vegetací. Operátoři měli 10–15 minut na vyřešení této situace, kterou se jim vyřešit nepodařilo. Po výpadku druhého páteřního vedení došlo ke kaskádovému efektu a přerušení všech ostatních linií. (Mareš, 2013)

Tabulka 3 Příklady výpadku dodávky elektrické energie velkého rozsahu ve světě (Typový plán narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu, 2018 + upravil autor)

Rok výpadku	Země	Příčina	Mil. obyvatel bez elektrické energie
1989	Nový Zéland	Opakované poruchy na vysokonapěťových kabelech	1
2003	Itálie	Bouřka	56
2003	USA a Kanada	Zkrat větvemi stromu a následně špatné řešení těchto iniciačních poruch	50
2005	Indonésie	Vícenásobná porucha ES, která vyřadila 2700 MW výkonu	100
2008	Čína	Sněhová bouře zničila vedení velmi vysokého napětí	30
2009	Brazílie, Paraguay a Uruguay	Zkrat 3 transformátorů v důsledku velkých dešťů	60
2011	USA a Mexiko	Chyba obsluhy a následný výpadek vedení velmi vysokého napětí	3
2011	Japonsko	Odstavení jaderných elektráren po jejich poškození vlnou tsunami vyvolanou zemětřesením	4,4

2012	Brazílie	Požár v rozvodně	53
2012	Indie	Deficit mezi výrobou a dynamicky rostoucí spotřebou (přetížené vedení), který byl aktuálně umocněn nepříznivými klimatickými podmínkami	670
2015	Turecko	Odstavení dvou elektráren a současná údržba na přenosových trasách	70
2019	Indonésie	Porucha na elektrárně	21
2019	Argentina, Paraguay, Uruguay	Neznámá příčina	48

Historie výpadků dodávky elektrické energie v České republice

Výpadek dodávky elektrické energie takového rozsahu, jako je zmiňován ve světě, prozatím v České republice nebyl zaznamenán. Byly zde zaznamenány pouze lokální výpadky dodávek elektrické energie či přerušení elektrických vedení.

Na pokračí blackoutu byla energetika v České republice, když 24. července 2006 Česká přenosová, a. s., vyhlásila nouzový stav. Nešlo o typický blackout ve smyslu fatálního dopadu na odběratele – žádné domácnosti v ČR nebyla dodávka elektřiny přerušena. Vlivem vyhlášených regulačních stupňů však velcí spotřebitelé museli omezit odběr. (Třípól, 2015) Důvodem tohoto výpadku bylo předcházející porušení vedení mezi rozvodnou Hradec a Etzenrichtem. Toto vedení bylo nahrazeno, ale dne 24. července došlo při opětovném zapojení rozvodny k nečekanému výpadku na rozvodně Diviča, což mělo za následek navýšení odběru z ČR do Rakouska. Kaskádový efekt poté způsoboval další výpadky. (Třípól, 2015)

Další zaznamenaný výpadek dodávky elektrické energie, tentokrát již s dopadem na obyvatelstvo, měl příčinu v orkánu Kyrill. Ten se v roce 2007 přehnal přes západní a střední Evropu a zasáhl také Českou republiku. *Energetická skupina ČEZ vyhlásila stav nouze na území ČR v důsledku tohoto*

orkánu. Kvůli následkům větrné smrště se bez elektrické energie ocitlo 27 % odběrných míst ČEZ, což zahrnuje více než milion zákazníků. Tento stav byl zapříčiněn zejména pády stromů a větví do vedení, bouřkou a dalšími povětrnostními vlivy. (Novinky, 2003)

I přesto, že Česká republika využívá efektivní nástroje krizového řízení v elektroenergetice, musí být neustále brát zřetel na to, že tato událost může nastat. *Po ničivém orkánu Kyrill v roce 2007 a Emma v roce 2008 si takovou situaci připustit musíme.* (Beneš, 2010) Běžné je v tomto ohledu vybavení kritické infrastruktury záložními elektrocentrálami s vlastní zásobou paliva, které jsou schopné pokrýt spotřebu klíčových úřadů, zdravotnických zařízení apod. (Mareš, 2013) Právě zdravotnictví představuje odvětví kritické infrastruktury, kde je nutné, aby nebyl provoz přerušen.

Historie výpadků dodávky elektrické energie s dopadem na zdravotnická zařízení

Tato část práce se zabývá historií výpadků dodávky elektrické energie s dopadem na zdravotnická zařízení. Je výčtem vybraných událostí dle časového horizontu a ve vybraných částech světa.

Následující zmíněný výpadek dodávky elektrické energie nebyl způsoben naturogenní katastrofou. Jednalo se o výpadek dodávky elektrické energie, který trval po dobu šesti týdnů v roce 1998. Zasaženo bylo město Auckland na Novém Zélandu. Tento výpadek byl způsoben technickou poruchou. Prvotní předpoklady výpadku byly po dobu jednoho týdne a následně byly odhady pracovníků energetické společnosti upřesněny na měsíc. Postižena byla řada bankovních datových center, burza, budovy ústředních městských úřadů, celní a imigrační, vnitrozemské příjmy, vnitřní záležitosti, sociální péče, městská rada Aucklandu, ústřední policie, hlavní nemocnice, městský areál univerzity a technický institut, televizní a rozhlasové stanice, hotely a další. Ačkoli mnoho z těchto budov má generátory, různé závady při přepínání způsobily problémy a následné výpadky. Některé instituce řešily výpadek dodávky elektrické energie koupí agregátů z Austrálie nebo až z Polska. (Auckland's Power Outage, 1998)

Hurikán Sandy dorazil na americké pobřeží v říjnu 2012. Jednalo se o posttropicový cyklón. Hurikán začal jako tropická vlna v Karibiku a rychle, za pouhých 6 hodin, se změnil v tropickou bouři. Ta se během 24. října změnila na hurikán. Celkový počet úmrtí dosáhl 285, včetně 125 úmrtí ve Spojených státech. Více než 7,5 milionu lidí bylo bez dodávek elektrické energie. (Facts about Hurricane Sandy, 2018) Hurikán Sandy v New Yorku způsobil zasažení zdravotnických zařízení povodní, což způsobilo výpadky dodávek elektrické energie. Pět zdravotnických zařízení bylo nuceno evakuovat pacienty. Evakuace byla nutná také kvůli výpadkům provozu náhradních zdrojů elektrické energie. Ostatní zdravotnická zařízení byla evakuována kvůli zaplavení sklepů. Agregáty, které zde byly umístěny, byly zaplaveny a přestaly fungovat.

Mezi další patří hurikán Irma v USA. Byl to nejsilnější hurikán v Atlantiku v zaznamenané historii. Bouře dorazila na pobřeží Barbuda v září 2017. Její vítr měl rychlost 185 mil za hodinu po dobu 37 hodin. Více než 10 milionů obyvatel zůstalo na Floridě bez dodávek elektrické energie. (Irfan, 2012) Některá zdravotnická zařízení byla hurikánem Irma poškozena. Zaměstnanci zdravotnických zařízení se rozhodli propustit pacienty, u kterých zdravotní stav dovoľoval být v domácí péči. Ostatní pacienti museli být evakuováni do jiných zdravotnických zařízení. V některých zdravotnických zařízeních byly přerušeny urgentní příjmy.

Ostrov Lombok a Bali v Asii byly v červenci a srpnu 2018 zasaženy zemětřesením. Při této katastrofě zemřelo 98 obyvatel. Intenzita zemětřesení byla na 7. stupni Richterové stupnice. Tato katastrofa způsobila sesuvy půdy a jako kaskádový efekt výpadek dodávky elektrické energie. (Nianias, 2018) Hlavní nemocnice ve městě Tanjung na severu byla vážně poškozena a evakuována. Zaměstnanci připravili provizorní ošetrovnu – asi 30 lůžek bylo ve stínu stromů a ve stanu na hřišti, aby měli místo pro ošetřování zraněných. Ostatní zdravotnická zařízení byla přeplněna a někteří pacienti byli léčeni na parkovištích. (Embury-Denis, 2018)

Tropická bouře Leslie zasáhla Evropu v roce 2018. Tato bouře zasáhla především jižní část Evropy. Nejvíce poškozeny byly Portugalsko, Francie, Španělsko a ostrovní stát Mallorca. Bouře způsobila v těchto státech bleskovou povodeň. Zdravotnická zařízení byla zaplavena a tisíce lidí ve Francii byly evakuovány. Podobná situace byla také v Portugalsku, která byla zasažena taktéž bleskovými povodněmi. (Tahir, 2018)

V roce 2019 bylo zaznamenáno mnoho událostí, u kterých došlo k výpadku dodávky elektrické energie a které měly vliv na správný chod zdravotnických zařízení.

Výpadek dodávky elektrické energie zasáhl dne 4. srpna 2019 Indonésii a bylo jím zasaženo více než 20 milionů obyvatel. Ovlivnilo to především Jakarta, Jávu a další okolní města. Výpadek byl zaviněn poruchou elektrárny. Tento výpadek dodávky elektrické energie měl také významný dopad na zdravotnická zařízení. Ta neměla dostatek agregátů a množství paliva pro správný chod celého zdravotnického zařízení. Proto musely být upřednostněny určité části zdravotnického zařízení, kde je nezbytné, aby byly dodávky elektrické energie zachovány. Byl zaznamenán případ, kdy technickohospodářští pracovníci ze zdravotnického zařízení v západní Jávě hledali palivo, které by pohánělo generátor v jejich zdravotnickém zařízení. (Tinessia, 2019)

Další významný výpadek dodávky elektrické energie byl zaznamenán v Argentině, Uruguayi a Paraguaji 16. června 2019. Více než 48 milionů obyvatel bylo bez elektrické energie. Veřejná zdravotnická zařízení a soukromé kliniky fungovaly na generátorech. (News 18, 2019) Pacienti v domácí péči, kteří jsou závislí na lékařském vybavení, u kterého jsou nutné dodávky elektrické energie,

byli vyzváni, aby se dostavili do nejbližšího zdravotnického zařízení s generátorem. (DW, 2019)

Následující výpadek byl v Kalifornii v roce 2019. Hlavním problémem, který způsobil výpadek energie, byly požáry. Pacific Gas & Electric a Southern California Edison začaly vypínat energii milionům lidí v zoufalé snaze zabránit tomu, aby jejich přenosová vedení vyvolala další kaskádové požáry. (Roth, 2019) Více než 300 tisíc obyvatel bylo bez elektrické energie. Situace byla jiná než při předchozích výpadech proudu. V tomto případě energetické společnosti záměrně vypnuly elektrickou energii kvůli obrovským požárům.

Asociace nemocnic v Kalifornii uvedla, že operace byly do značné míry ovlivněny výpadky dodávky elektrické energie (byly informovány, že výpadky budou trvat až pět dní). V severní Kalifornii byla po dobu jednoho dne bez dodávky elektrické energie středomořská nemocnice Kaiser Permanente. Během tohoto výpadku byly neakutní operace přepřelánovány, bezodkladné operace probíhaly normálně. (Bannow, 2019)

Nelze nezmínit také hurikán Dorian, který zasáhl Bahamy v září 2019. Asi 19 tisíc obyvatel bylo bez dodávky elektrické energie. Zdravotnická zařízení mají havarijní plány pro přípravu na tyto situace a generátory energie. V některých případech nemocnice přemístila vybrané pacienty s velmi vysokým rizikem do jiných zdravotnických zařízení. (Hess, 2019)

Tyto zmíněné události jsou pouze výběrem některých naturogenních katastrof, které měly dopad na zdravotnická zařízení. Česká republika se s výpadkem dodávky elektrické energie s dopadem na zdravotnická zařízení takového rozsahu prozatím nesetkala.

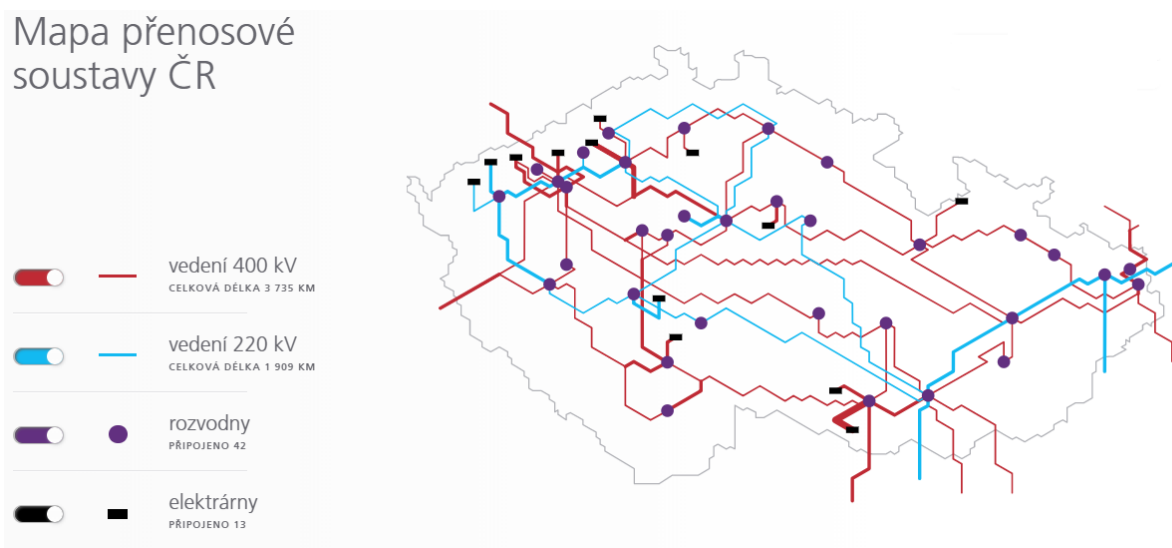
Příčiny narušení dodávek elektrické energie

V první řadě se může jednat o technickou poruchu. Poruchy, jako například požár transformátoru, mohou vzniknout jak v místech produkce energie, tak i přímo v přenosové a distribuční soustavě. V případě, že nastane kombinace několika závažných poruch, může dojít k rozsáhlému výpadku dodávek elektrické energie.

Mezi další příčiny můžeme zahrnout lidský faktor. V případě souběhu několika negativních vlivů mohou např. dispečeri chybně vyhodnotit vzniklou situaci, která může následně vyústit až v rozsáhlý výpadek dodávek elektrické energie. Takovým situacím je ve velké míře předcházeno prostřednictvím odborně způsobilého obsluhujícího personálu a vytvářením obsáhlé soustavy bezpečnostních pravidel. Z analýzy dostupných dat je zřejmé, že i teroristický útok může být příčinou výpadku. Útok může být proveden přímo, např. destrukcí trafostanic, nebo může být proveden prostřednictvím informačních sítí, tzv. kybernetickým útokem.

Dále se může jednat také o významný přetok energie ze zahraničních rozvodných soustav. Transport energie z elektráren ze severu Německa do center odběru v jižních částech Německa vede přes přenosovou soustavu ČR.

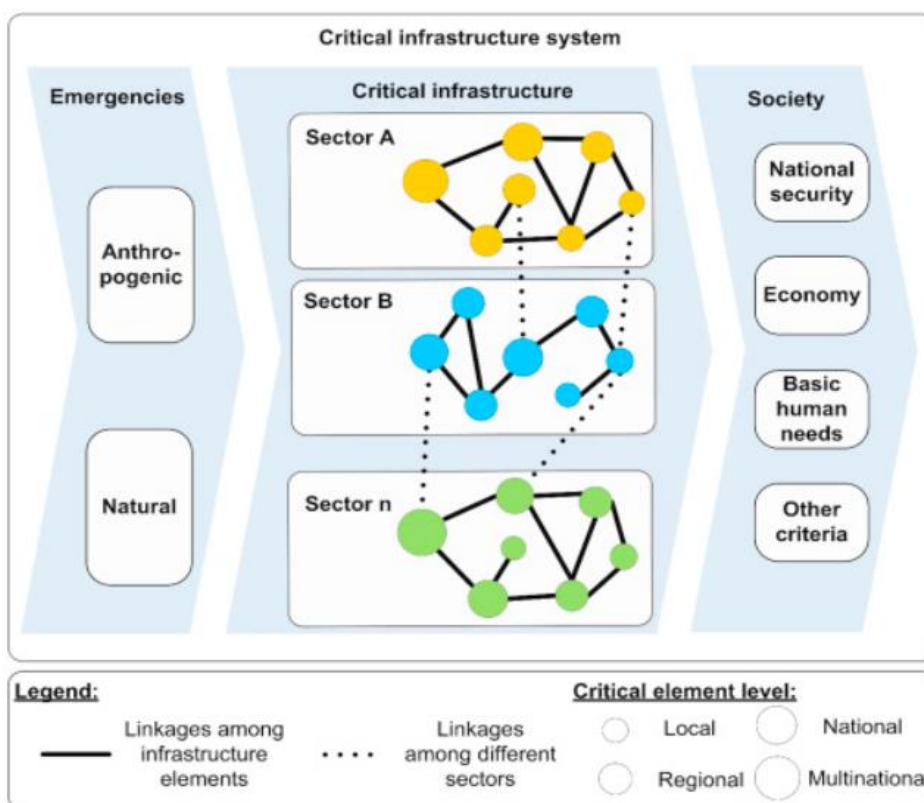
V případě náhlého nárůstu produkce elektřiny by mohlo dojít k rozsáhlému výpadku.



Obr. 2: Mapa přenosové soustavy ČR (ČEPS, 2018)

Podrobnější mapy elektrizační soustavy (ČR a střední Evropy) jsou přílohou této práce.

A nakonec může být výpadek dodávky elektrické energie způsoben jako kaskádový efekt katastrofy naturogenního nebo antropogenního charakteru.



Obr. 3: Systém kritické infrastruktury a kaskádové efekty (Řehák, 2016b)

Jak je z obrázku 3 patrné, katastrofa naturogenního nebo antropogenního charakteru má vliv na prvky kritické infrastruktury. Prvek A může být tedy například energetika a vzájemná propojenost může způsobit kaskádový efekt na další prvky kritické infrastruktury, tedy například zdravotnictví, dopravu atd. Všechny tyto události samozřejmě ohrožují životy, zdraví a bezpečnost občanů, ekonomiku daného státu, národní bezpečnost a další.

Příklad naturogenní hrozby a její kaskádový efekt je uveden níže (Obr. 4).



Obr. 4: Kaskádový efekt vybrané katastrofy (Krizport, 2020)

Z hlediska legislativy jsou dodávky elektrické energie a jejich výpadky řešeny v různých zákonech a vládních řízeních.

Jedná se o zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení. Tento zákon vymezuje právní působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávních celků. Dále vymezuje práva a povinnosti PO a FO při přípravě na krizové situace.

Také je platný zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), který udává, že v elektrizační soustavě může dojít ke stavu nouze. Stavem nouze se rozumí stav, který vznikl v důsledku *živelních pohrom; opatření státních orgánů za nouzového stavu, stavu ohrožení státu nebo válečného stavu; havárií nebo kumulace poruch na zařízeních pro výrobu, přenos a distribuci elektřiny; smogové situace podle zvláštních předpisů; teroristického činu; nevyrovnané bilance elektrizační soustavy nebo její části; přenosu poruchy ze zahraniční elektrizační soustavy; je-li ohrožena fyzická bezpečnost nebo ochrana osob a způsobuje významný a náhlý nedostatek elektřiny nebo ohrožení celistvosti elektrizační soustavy, její bezpečnosti a spolehlivosti provozu na celém území státu, významném územní nebo jeho části.* (zákon č. 458/2000 Sb.)

Dále je platná vyhláška č. 80/2010 Sb. o stavu nouze v elektroenergetice a o obsahových náležitostech havarijního plánu. Tato vyhláška definuje opatření a postupy v případě výpadku dodávky elektrické energie.

Z hlediska energetiky, jakožto prvku kritické infrastruktury, lze brát v úvahu také legislativu, která úzce souvisí s kritickou infrastrukturou. Jedná se tedy o nařízení vlády č. 432/2010 Sb. o kritériích pro určení prvku kritické infrastruktury.

Přestože se společnost spoléhá na elektroenergetickou infrastrukturu od počátku 20. století, zvyšující se složitost infrastruktury a její vzájemná závislost s jinými infrastrukturami, jako jsou informační a komunikační technologie, ji činí zranitelnější. I když je výpadek dodávky elektrické energie vzácný, bude k němu docházet častěji a na delší dobu (jako důsledek naturogenních katastrof způsobených změnou klimatu) – viz kapitola 5.1. (Heidenstrom, 2018)

Vzhledem k propracovanému bezpečnostnímu systému se jeví jako nejpravděpodobnější důvod vzniku rozsáhlého výpadku dodávky elektrické energie souběh několika významných příčin najednou. Od příčiny vzniku výpadku dodávky elektrické energie se odvíjí i rychlost znovuoobnovení dodávek. Pokud by došlo ke značenému fyzickému poškození infrastruktury, bude čas obnovy přímo úměrný rozsahu poškození – v řádu dnů až týdnů. (Sedláček, 2018) Metodika kategorizace a prioritizace objektů nezbytných při obnově dodávek elektrické energie velkého rozsahu po blackoutu uvádí, v jakém časovém horizontu je možné obnovit dodávku elektrické energie. Tato metodika uvádí typový scénář, kdy dojde k poruše typu blackout a jakým způsobem dojde k obnově napájení území elektrickou energií.

Pro potřeby metodiky byla zvolena porucha typu blackout s dopadem na území celého vyššího územně samosprávného celku (tj. území kraje a hl. m. Prahy), a to s minimální délkou trvání přesahující hranici 8 hodin. Toto časové kritérium bylo zvoleno jako počáteční hranice, kdy se v obecném pojetí předpokládá ukončení činnosti záložních zdrojů elektrické energie na vlastní zásoby. Předmětem scénáře je rozsáhlá porucha elektrizační soustavy ČR, kde na stanoveném území dochází k naprostému bezproudí. Následuje obnova elektrizační soustavy ČR dle standardních postupů energetických společností s předdefinovanými prioritami zátěží. Předpokládaný kvalifikovaný odhad doby obnovy podání napětí ze strany provozovatele přenosové soustavy je 6–12 hodin. Scénář předpokládá, že dodávka elektrické energie z přenosové soustavy nebude do 8 hodin zajištěna. V důsledku této skutečnosti může nastat situace, kdy se i na rozvodnách 110/22 kV vybijí baterie (baterie se vybijí po 20–24 hodinách od výpadku vnějšího napájení). To má za následek skutečnost, že po dodání napětí do rozvodny je třeba vyčkat, než naběhne její řídicí systém, restartují se ochrany apod. Pro jednu rozvodnu lze předpokládat tuto dobu na cca 15 min. Po uvedení rozvodny do provozu lze přistoupit k obnově dodávky elektriny koncovým odběratelům zapínáním vývodů 22 kV. Celková doba obnovy se odhaduje až na 20 hodin od podání napětí z přenosové soustavy. Tento odhad vychází z konzervativního předpokladu, že ne všechno se podaří přesně podle stanoveného plánu a v průběhu realizace dojde k drobným nepředvídatelným

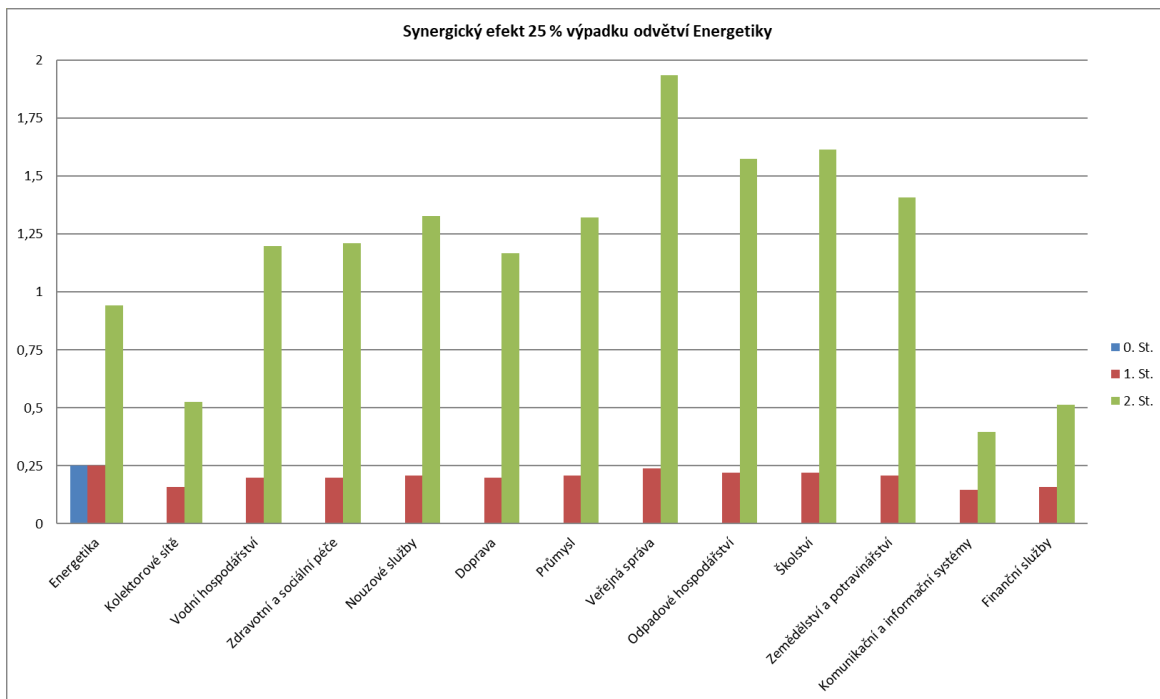
odchylkám. Celkový čas pro dokončení procesu obnovy dodávky elektrické energie se tedy odhaduje na minimálně 32 h od vzniku poruchy. (Hromada, 2019)

Tabulka 4 Základní parametry scénáře obnovy napájení území elektrickou energií po poruše typu výpadek dodávky elektrické energie velkého rozsahu (Hromada, 2019)

Typ poruchy	Příčina	Doba podání napětí z PS	Doba obnovení dodávky DS	Celkový čas obnovy dodávky elektrické energie
Blackout	Nevyrovnaná bilance výroby a spotřeby či nezvládnutí přetoků elektrické energie na úrovni PS	6–12 h	20 h	32 h

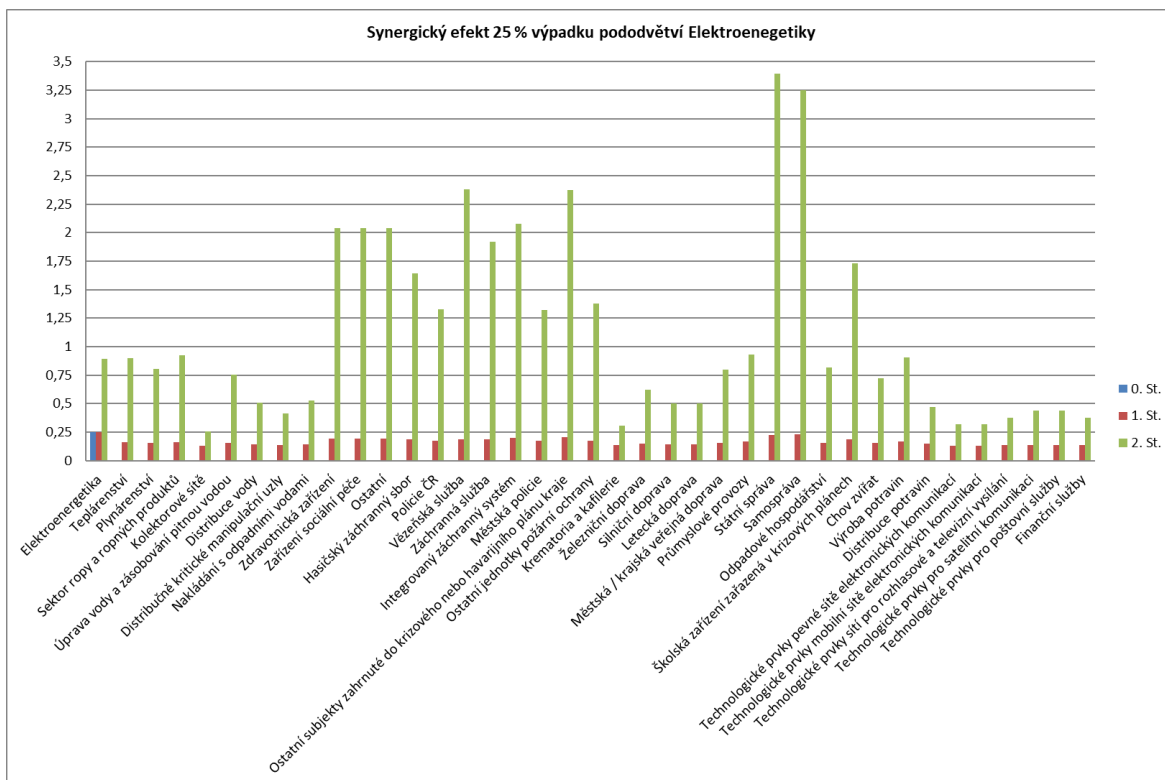
Na základě této metodiky a příkladu, jež je uveden výše, lze předpokládat, že pokud dojde k výpadku dodávky elektrické energie většího rozsahu, musí být brán v potaz také celkový čas obnovy dodávky elektrické energie, který je stanoven na 32 hodin. S touto časovou hodnotou je tedy následně počítáno i v návrhu algoritmizace hodnocení připravenosti zdravotnických zařízení čelit výpadku dodávky elektrické energie.

Dále metodika uvádí kategorizaci a prioritizaci objektů nezbytných při obnově dodávek elektrické energie po blackoutu. Tato metodika určila, které objekty jsou na území kraje důležité z hlediska zachování kontinuity chodu daného území. Metodika určuje objekty z makroskopického a mikroskopického hlediska.



Obr. 5: Makroskopický pohled na postup identifikace a prioritizace sektorů (Hromada, 2019)

Dle obrázku 5 je identifikovaných 12 odvětví z makroskopického pohledu. Jak je z obrázku patrné, synergický efekt 25% výpadku odvětví energetiky bude mít vliv také na zdravotní a sociální péči, která je sektorem zájmu této disertační práce.



*Obr. 6: Mikroskopický pohled na postup identifikace a prioritizace sektorů
(Hromada, 2019)*

Obrázek 6 znázorňuje mikroskopický pohled na postup identifikace a prioritizace sektorů. V této rovině bylo určeno celkem 30 pododvětví. Dle tohoto mikroskopického pohledu je patrné, že odvětví zdravotní a sociální péče dle makroskopického pohledu byla dále rozebrána na zdravotnická zařízení, zařízení sociální péče a ostatní. Opět pro účely této disertační práce jsou objektem zájmu zdravotnická zařízení.

Z výše uvedených analýz synergických efektů výpadku v odvětví elektroenergetiky je patrné, že zdravotnická zařízení jsou identifikována jako významná. Dále metodika určuje prioritizaci sektorů do 3 skupin, kdy tento model je implementován do návrhu hodnocení zdravotnických zařízení z hlediska výpadku dodávky elektrické energie.

Zásady napájení zdravotnických prostor v době výpadku

V roce 1987 vstoupila v platnost ČSN 33 2140 o elektrických rozvodech v místnostech pro lékařské účely. Tato ČSN platila do roku 2015. Následně byla zavedena ČSN 33 2000-7-710 o elektrické instalaci nízkého napětí, část 7-710 se zabývá zařízeními jednoúčelovými ve zvláštních objektech – zdravotnických prostorech. Nutno podotknout, že tato aktuální ČSN je platná pro nově stavěná zdravotnická zařízení.

Pro zdravotnické prostory musí být instalován bezpečnostní zdroj elektrické energie, který při závadě základního napájení, po určený časový interval a v předem stanovené době přepnutí, zajistí napájení pro zařízení rozdělené dle napájecího zdroje s rozdílnou dobou přepnutí.

Napájecí zdroje s dobou přepnutí do 0,5 sekundy včetně – v případě výpadku napětí na jednom, či více fázových vodičích v rozvaděči se musí použít bezpečnostní napájení, které musí zajistit napájení osvětlení operačních stolů a ostatního nezbytného osvětlení, jako jsou například endoskopy, minimálně po dobu 3 hodin, obnovení napětí musí proběhnout do 0,5 s. (ČSN 33 2000-7-710)

Napájecí zdroje s dobou přepnutí do 15 sekund včetně – bezpečnostní osvětlení a ostatní zařízení (viz níže) musí být připojeno do 15 s na bezpečnostní zdroj schopný dodávat energii minimálně po dobu 24 hodin, když se napětí na jednom nebo více napájecích vodičích hlavního rozvaděče budovy pro bezpečnostní účely sníží na méně než 90 % jmenovité hodnoty na dobu delší než 3 s. (ČSN 33 2000-7-710)

Napájecí zdroje s dobou přepnutí nad 15 sekund – napájení pro ostatní elektrická zařízení zdravotnického vybavení, která nespadají do požadavků uvedených výše a jsou požadována pro zdravotní služby, mohou být připojena k bezpečnostnímu napájení automaticky, nebo ručně. Tento bezpečnostní zdroj musí být schopen dodávat energii minimálně po dobu 24 hodin. Těmito

elektrickými zařízeními mohou být sterilizační přístroje; technické vybavení budov, například topení nebo klimatizace, větrání, obsluha budovy a zařízení pro likvidaci odpadků; chladicí zařízení; vybavení kuchyní; nabíječky akumulátorů. (ČSN 33 2000-7-710)

Za bezpečnostní osvětlení je považováno osvětlení únikových cest; osvětlení značek východů; všechny rozvody (včetně rozvoden s hlavními rozvaděči budov) místnosti s bezpečnostními a doplňujícími bezpečnostními zdroji; místnosti, kde se poskytují základní služby; zdravotnické prostory skupiny 1, zdravotnické prostory skupiny 2. (ČSN 33 2000-7-710)

Mezi ostatní zařízení můžeme zahrnout vybrané požární výtahy; ventilační systémy pro odsávání kouře; systémy vyhledávání osob; zdravotnické elektrické přístroje použité ve zdravotnických prostorech skupiny 2, které jsou určeny pro chirurgické nebo jiné aplikace životní důležitosti; elektrická zařízení systému dodávky medicínálních plynů včetně stlačeného vzduchu, zásobování vakuem a systému odvodu anestetického plynu, právě tak jako jejich monitorovací zařízení; detekce požáru, požární poplachy a systémy hasící oheň.

Tato norma uvádí klasifikaci bezpečnostních obvodů pro zdravotnické prostory.

Tabulka 5 Třídy napájení elektrickou energií (ČSN 33 2000-7-710)

Třída	Napájení
Třída 0 – bez přerušení	Napájení zajištěno automaticky bez přerušení
Třída 0,15 – velmi krátké přerušení	Napájení zajištěno automaticky do 0,15 s
Třída 0,5 – krátké přerušení	Napájení zajištěno automaticky do 0,5 s
Třída 5 – normální přerušení	Napájení zajištěno automaticky do 5 s
Třída 15 – střední přerušení	Napájení zajištěno automaticky do 15 s
Třída > 15 – dlouhé přerušení	Napájení zajištěno automaticky za více než 15 s

Klasifikace důležitosti se může pro jednotlivé obvody v místě lišit. V tomto případě je nutno vycházet z nejvyššího bezpečnostního požadavku. Lze se orientačně odkázat na následující tabulku (příloha B ČSN), obsahující zatřídění zdravotnických prostorů z hlediska bezpečnostních obvodů.

Tabulka 6 Dělení zdravotnických prostor dle skupin (ČSN 33 2000-7-710)

Zdravotnický prostor	Skupina			Třída	
	0	1	2	≤ 0,5 s	>0,5 s ≤15 s
Masážní místnost	X	X			X
Lůžkový pokoj		X			X
Porodní sál		X		X	X
ECG, EEG, EHG místnosti		X			X
Endoskopie		X		X	X
Vyšetřovna nebo ošetřovna		X		X	X
Urologie		X		X	X
Radiologická místnost		X			X
Hydroterapie		X			X
Fyzioterapie		X			X
Anestézie			X	X	X
Operační sál			X	X	X
Operační přípravná			X	X	X
Operační sádrovna			X	X	X
Pooperační místnost			X	X	X
Katetrizační místnost			X	X	X
Místnost intenzivní péče			X	X	X
Angiografie			X	X	X
Hemodialýza		X			X
Magnetická rezonance		X	X	X	X
Nukleární medicína		X			X
Místnost pro nedonošené děti			X	X	X
Jednotka intermediální péče			X	X	X

Z tabulky 6 je patrné rozřídění zdravotnických prostor dle skupin. Mezi nejvýznamnější prostory z hlediska zásobování elektrickou energií patří operační sály, jednotky intenzivní péče, místnosti pro nedonošené děti apod.

1.4 Informační podpora ochrany obyvatelstva

Jak již bylo zmiňováno v předchozí podkapitole, znovu se naplňuje multidisciplinarity zdravotnictví. Bylo zde zmiňováno, že do zdravotnictví zasahuje také oblast informatiky. Zdravotnictví ovšem také hraje velmi významnou roli při řešení katastrof, tudíž sem spadá také oblast krizového řízení a ochrany obyvatelstva.

Informační podpora představuje proces (soubor informačních činností) podporující informačně řídicí, rozhodovací a poznávací procesy. Cílem informační podpory je uspokojit prostřednictvím informačních činností informační potřeby, nezbytné k výkonu daného procesu. (Lukáš, 2008)

Zákon definuje informační činnost jako získávání a poskytování informací, reprezentace informací daty, shromažďování, vyhodnocování a ukládání dat na hmotné nosiče a uchovávání, vyhledávání, úpravu nebo pozměňování dat, jejich předávání, šíření, zpřístupňování, výměnu, třídění nebo kombinování, blokování a likvidace dat ukládaných na hmotných nosičích. (zákon č. 365/2000 Sb.)

Nástrojem pro informační podporu jsou informační systémy. Informační systém je funkční celek zabezpečující cílevědomé a systematické shromažďování, zpracovávání, uchovávání a zpřístupňování informací a dat. Zahrnuje datové a informační zdroje, nosiče, technické, programové a pracovní prostředky, technologie a postupy, související normy a pracovníky. (Jirásek, 2013) Dle Doktríny komunikačních a informačních systémů *informační systém představuje soustavu zařízení, metod a postupů, a v případě nutnosti také osob, organizovaných k plnění úkolů v oblasti zpracování informací. (Doktrína komunikačních a informačních systému, 2003)*

Dále lze konstatovat, že informační systémy jsou užitečné a nepostradatelné nástroje, které v případě naplnění daty poskytují významnou podporu při rozhodování nejen krizových manažerů, ale i kohokoliv, kdo je do řešení katastrof zapojen. (Drozdek, 2013)

Dílčí závěr

Závěrem této kapitoly je nutné podotknout, že dnešní svět je závislý na stabilní dodávce elektrické energie, která je využívána ve všech oblastech života. Její výpadek může mít významné následky pro obyvatelstvo. Lze předpokládat, že výpadek se projeví ve všech oblastech – zdravotnictví, veřejná doprava, zásobování, omezení nebo přerušování dodávek pitné vody, plynu, tepla, výpadky mobilních operátorů, nefunkčnost internetové sítě, veřejné bezpečnosti

apod. Je tedy nezbytné, aby byla podporována ochrana kritické infrastruktury v oblasti energetiky.

Zmíněný sektor energetiky má významný vliv na další sektory kritické infrastruktury, kdy jedním z nich je bezesporu zdravotnictví. Právě narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu ve zdravotnictví může vést k významným dopadům na životy a zdraví občanů. (Arab, 2009), (Brehovska, 2017), (Aradam, 2014) V současné době neexistuje hodnoticí nástroj, který by hodnotil zdravotnická zařízení z hlediska jejich připravenosti na výpadek dodávky elektrické energie. (Jenkins, 2009), (Heidaranlu, 2015)

2. CÍLE A OMEZENÍ DISERTAČNÍ PRÁCE

Téma a cíl disertační práce jsou zaměřeny na informační podporu ochrany obyvatelstva. Z analýzy současného stavu, konzultací s odborníky a dostupných odborných materiálů včetně legislativy autorka dospěla k vyspecifikování tématu disertační práce a může konstatovat, že připravenost zdravotnických zařízení čelit dlouhodobému výpadku dodávky elektrické energie je relativně na nízké úrovni. Zdravotnická zařízení představují objekty, kde jsou tisíce lidí v České republice závislých na zdroji elektrické energie. Současně absentuje jakýkoliv hodnoticí systém připravenosti zdravotnických zařízení čelit dlouhodobému výpadku dodávky elektrické energie. Dále není také stanoven jednotný postup, jak v případě nedostatečného množství pohonných hmot do agregátů zajistit jejich dodávku.

Hlavním cílem disertační práce je **návrh hodnoticího systému připravenosti zdravotnických zařízení čelit dlouhodobému výpadku dodávky elektrické energie**. Mezi dílčí cíle disertační práce patří:

- Analýza rizik a procesní vyjádření hrozeb a jejich následků pro nemocnice z hlediska výpadku dodávky elektrické energie.
- Definování algoritmu pro hodnocení krizové připravenosti zdravotnických zařízení z hlediska výpadku dodávky elektrické energie.
- Informační podpora navrhovaného algoritmu.
- Verifikace navrženého algoritmu.
- Vytvoření postupu (algoritmu), jak postupovat v případě nedostatečného množství pohonných hmot do agregátů.

Na základě naplnění dílčích cílů je možné splnit hlavní cíl disertační práce.

Omezení disertační práce

Disertační práce s názvem Informační podpora ochrany obyvatelstva na úrovni obce se na základě provedené analýzy současného stavu vydefinovala k hodnocení zdravotnických zařízení z hlediska jejich připravenosti čelit výpadku dodávky elektrické energie. Následně došlo tedy ke stanovení tématu práce Algoritmizace hodnocení připravenosti zdravotnických zařízení čelit dlouhodobého výpadku dodávky elektrické energie. Navržený hodnoticí systém se zabývá zdravotnickými zařízeními, nikoliv pouze nemocnicemi. Tato práce rozvíjí Metodiku kategorizace a prioritizace objektů nezbytných při obnově dodávek elektrické energie po blackoutu. Z toho vyplývají určitá omezení této práce na objekty zdravotnických zařízení určených v této metodice.

V průběhu studia autorka tvořila profilaci této práce, kdy nejprve byla provedena analýza rizik, která byla ovšem provedena pouze na nemocnice, nikoliv na všechna zdravotnická zařízení. Z tohoto pohledu může vyplynout omezení práce, které je specifické v rámci kapitoly 4.2.

Mezi další omezení disertační práce patří stanovení scénáře, na základě kterého je hodnoticí systém navržen. Dále je nutné podotknout, že daný hodnoticí systém slouží pouze jako statický hodnoticí systém, nikoliv dynamický.

Typový scénář situace, který vychází ze zmiňované metodiky:

Výchozím vstupním parametrem pro zajištění elektroenergetické odolnosti na straně zásobování společnosti elektrickou energií je stanovení typové situace ve formě scénáře dlouhodobého výpadku dodávek elektrické energie. Pro potřeby metodiky a této disertační práce byla zvolena porucha typu blackout s dopadem na území celého vyššího územně samosprávného celku (tj. území kraje a hl. m. Prahy), a to s minimální délkou trvání přesahující hranici 8 h. Toto časové kritérium bylo zvoleno jako počáteční hranice, kdy se v obecném pojetí předpokládá ukončení činnosti záložních zdrojů elektrické energie na vlastní zásoby.

Předmětem scénáře je tedy rozsáhlá porucha elektrizační soustavy České republiky, kde na stanoveném území dochází k naprostému bezproudí. K této události dochází například v důsledku nemožnosti zajistit vyrovnanou bilanci mezi výrobou a spotřebou elektrické energie v soustavě nebo nezvládnutí přetoků elektrické energie na úrovni přenosových soustav. Následně dochází k rozpadu přenosové soustavy na několik nesynchronně pracujících ostrovů, které se mohou, ale nemusí udržet v provozu. Vzniklá porucha není doprovázena významnými poškozeními síťových prvků (nebyl-li jednou z příčin poruchy zásah vyšší moci, případně teroristický útok).

Následuje obnova elektrizační soustavy České republiky dle standardních postupů energetických společností s předdefinovanými prioritami zátěží (tj. vlastní spotřeba jaderných elektráren, vlastní spotřeba systémových elektráren, hl. m. Praha, velké aglomerace a poté zbytek soustavy). Při uvedeném typu poruchy bude vyhlášen stav nouze v elektroenergetice dle energetického zákona.

Předpokládaný kvalifikovaný odhad doby obnovy podání napětí ze strany provozovatele přenosové soustavy je 6–12 h. (Poznámka: Při delší poruše neboli době bezproudí bude odhadovaný čas obnovy narůstat nelineárně.)

Při zapínání spotřeby musí být respektován stav zdrojové základny. Dispečer provozovatele přenosové soustavy bude dispečera provozovatele distribuční soustavy informovat o velikosti možného zapínaného výkonu v závislosti na čase.

Scénář uvažovaný v této metodice předpokládá, že dodávka elektrické energie z přenosové soustavy nebude do 8 hodin zajištěna. V důsledku této skutečnosti může nastat situace, kdy se i na rozvodnách 110/22 kV vybijí baterie (baterie se vybijí po 20–24 hod. od výpadku vnějšího napájení). To má za následek skutečnost, že po dodání napětí do rozvodny je třeba vyčkat, než naběhne její řídicí systém, restartují se ochrany apod. Pro jednu rozvodnu lze předpokládat tuto dobu na cca 15 min. Po uvedení rozvodny do provozu lze přistoupit k obnově dodávky elektřiny koncovým odběratelům zapínáním vývodů 22 kV.

Celková doba obnovy se odhaduje až na 20 h od podání napětí z přenosové soustavy. Tento odhad vychází z konzervativního předpokladu, že ne všechno se podaří přesně podle stanoveného plánu a v průběhu realizace dojde k drobným nepředvídatelným odchylkám. Celkový čas pro dokončení procesu obnovy dodávky elektrické energie se tedy odhaduje na minimálně 32 h od vzniku poruchy. (Hromada, 2019)

3. METODOLOGIE DISERTAČNÍ PRÁCE

V rámci zpracování disertační práce byla použita řada vědeckých metod. Jedná se o tyto metody:

Metoda analýzy – analýzou je rozuměno rozdělení celku na jeho jednotlivé komponenty (části, aspekty, roviny) a zkoumání, jak tyto komponenty fungují jako relativně samostatné prvky a jaké jsou mezi nimi vazby. Metoda analýzy je realizována za účelem získávání nových poznatků, nebo za účelem výkladu poznatků. Tato metoda bude aplikována při získávání poznatků o krizové připravenosti zdravotnických zařízení.

Metoda komparace – tato metoda se používá při porovnávání, kde se posuzují shodné nebo rozdílné stránky zkoumaných objektů nebo jevů a na základě zjištěných výsledků se provádějí korekce. Tato metoda bude použita při srovnávání krizové připravenosti zdravotnických zařízení.

Metoda indukce – tato metoda je založená na vyvozování všeobecných závěrů na základě získaných poznatků o jednotlivých prvcích skupiny. V disertační práci bude tato metoda použita při vytváření závěrů na základě studia krizové připravenosti zdravotnických zařízení a požadavků na zajištění zásobování zdravotnických zařízení pohonnými hmotami.

Metoda dedukce – tato metoda je opakem metody indukce. Při této metodě se od všeobecných závěrů přechází na ověření závěrů na jednotlivých prvcích. Dochází k testování, zda je vyslovená hypotéza schopná vysvětlit zkoumaný fakt. Této metody bude využito mimo jiné na ověření závěrů a správnosti navrženého algoritmu.

Metoda experimentu – tato metoda je zaměřená na testování a ověření vytvořených hypotéz za stanovených podmínek. Cílem je potvrdit, nebo vyvrátit platnost stanovených hypotéz. Metoda experimentu je jedna z nejdůležitějších metod nutných pro naplnění cílů disertační práce. V disertační práci bude tato metoda využita ve fázi ověření funkčnosti a správnosti navrhovaného algoritmu hodnocení krizové připravenosti zdravotnických zařízení.

Metoda matematické statistiky – jedná se o statistické analýzy dat, kdy cílem je určení náhodné a nenáhodné složky ve statistických modelech, odhad neznámých parametrů, testování modelů, statistické predikce atd. Tato metoda bude v práci využita při ověření vědecké otázky zaměřené na rostoucí tendenci katastrof a při analýze rizik pro zdravotnická zařízení. Bližší popis metod je vysvětlen u řešené problematiky.

Metoda FTA

Procesní vyjádření hrozeb vycházelo z metody FTA – Analýzy stromu poruchových stavů. Jedná se o analytickou techniku, která se používá pro vyhodnocení pravděpodobnosti selhání, respektive spolehlivosti složitých systémů. Díky této metodě bylo možné lépe znázornit možné dopady jednotlivých katastrof.

4. ANALÝZA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Uvedená kapitola popisuje dílčí výsledky disertační práce, které byly stanoveny jako dílčí cíle této práce. Následující podkapitoly jsou zaměřeny na problémy, kterými se bylo nutné zabývat před splněním hlavního cíle disertační práce. Jedním z problémů, které je nutné v oblasti krizového řízení vyřešit, je analýza rizik. Při této analýze došlo k hodnocení schopnosti nemocnic čelit výpadkům různého druhu. Následně druhou částí analýzy bylo hodnocení rizik s dopadem na dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie ve zdravotnických zařízeních. Při řešení problematiky katastrof, které mohou mít dopad na zdravotnická zařízení, vyvstala vědecká otázka, zda je pozorována rostoucí tendence počtu katastrof na světě. Touto problematikou se zabývá první podkapitola. Následuje samotná analýza rizik a třetí část je zaměřena na procesní vyjádření hrozeb.

4.1 Hodnocení výskytu katastrof

Vzhledem k faktu, že se setkáváme stále častěji s výskytem katastrof nejen v České republice, ale také ve světě, vyvstala vědecká otázka: **Je pozorována rostoucí tendence počtu katastrof na světě?**

Data pro ověření vědecké otázky byla získána od NatCatSERVICE (Natural catastrophe know how for risk management and research). Mnoho desetiletí zkušeností s výzkumem, dokumentací, analýzou a hodnocením přírodních katastrof učinilo NatCatSERVICE jedním z nejcennějších zdrojů dat pro události přírodních ztrát na celém světě. Tento jedinečný archiv poskytuje komplexní, spolehlivé a profesionální údaje o pojistných, ekonomických a lidských ztrátách způsobených jakýmkoli přírodním rizikem. (Mnichov RE, 2020)

Statistickou analýzu časových řad nelze použít k testování hypotéz a výzkumných otázek. Určitě však postačuje jako základ pro zodpovězení vědeckých otázek. Cílem bylo předpovídat výskyt přírodních katastrof v nejbližším časovém období a také vlastní předpověď výskytu na delší časové období. Termíny predikce a prognóza jsou v dostupné literatuře často definovány odlišně a jejich význam v jednotlivých vědních oborech se obvykle mísí. Pro účely této práce je predikce určena jako odhad budoucích hodnot skutečného průběhu. Prognóza bude odhadem dalšího vývoje pozorovaného jevu v delším časovém období.

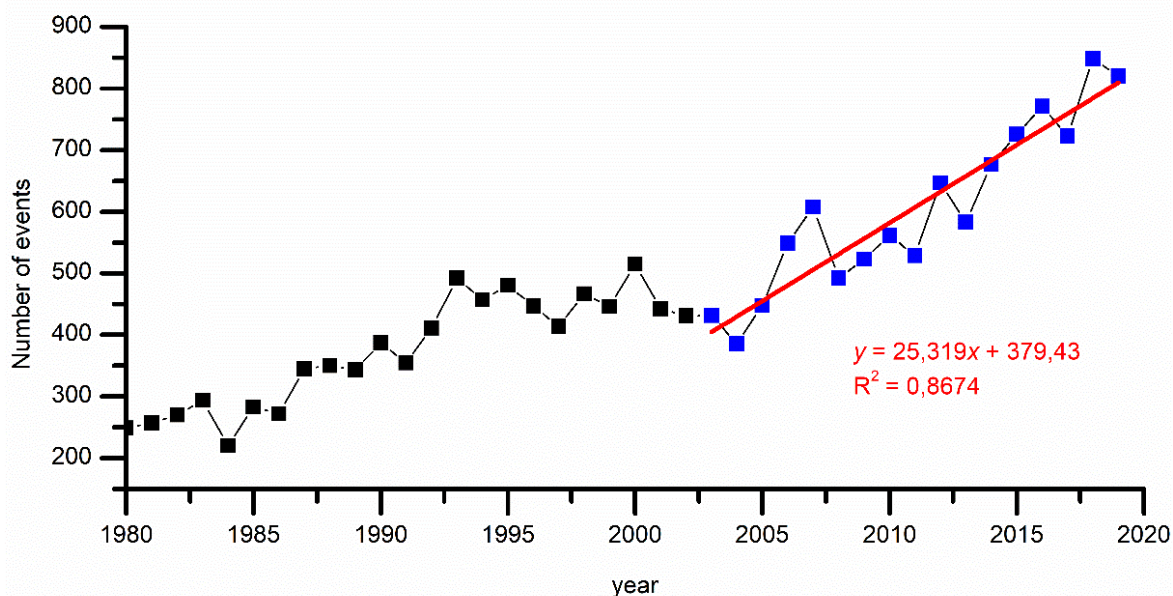
Jak již bylo zmíněno, jako zdrojová data sloužily údaje o časových řadách ročních výskytů přírodních katastrof. K predikci časové řady byly použity nejčastěji používané modely pro predikci časové řady. Byly použity následující modely: klouzavé průměry (2MA) a trojitě klouzavé průměry (3MA), vážené klouzavé průměry (2WMA) a trojitě vážené klouzavé průměry (3WMA), exponenciální vyhlazování (ES) a poslední byl lineární regresní model (LRM). (Hendl, 2015) Průměrné absolutní procentuální chyby byly stanoveny pomocí

metrik pro srovnání prognóz. Lineární regresní model (LRM) byl nepochybně určen jako nejvhodnější model.

Tabulka 7 Prognostické modely (zdroj: autor)

Prognostický model	2MA	3MA	2WMA	3WMA	ES	LRM
Průměr procentuální absolutní chyby [%]	10,22	10,05	10,01	9,33	10,19	6,96

Soubor dat je také znázorněn jako křivka na obrázku 7. Celá křivka představuje zdrojová data s úmyslně barevně zvýrazněným obdobím 2003–2019 (modrá barva). Průběh zvýrazněné části křivky ukazuje značné rozdíly oproti předchozímu období. Kromě toho množství dat za roky 2003–2019 je jistě dostačující pro předpovědi. Vybranou část grafu lze prokládat křivkou některých matematických funkcí, a tak předpovídat hodnotu jevu v nadcházejícím roce 2020, aniž by došlo k závažné chybě. Nejvyšší hodnota koeficientu determinace (R^2) byla identifikována v modelu lineární regrese. Proto byly křivkové body opatřeny přímkou. Období 1980–2002 bylo označeno jako nevýznamné a tyto hodnoty nebyly v analýze použity. Všechna data jsou uvedena v jediném grafu, viz obrázek 7, aby jasně ukázala celkový obraz o výskytu přírodních katastrof za celé sledované období 1980–2019.



Obr. 7: Výskyt přírodních katastrof za období 1980–2019 (zdroj: autor)

Hodnota výskytu (střední hodnota intervalu) pro rok 2020 byla stanovena na základě rozdílů mezi skutečnými hodnotami z poskytnutých dat a vypočtenými funkčními hodnotami z lineárního regresního modelu. Funkční vzorec lineárního regresního modelu je znázorněn na obrázku 7. Extrémní hodnoty intervalu odchylky byly určeny střední a standardní odchylkou vypočtených rozdílů. Nakonec sečtením těchto extrémních hodnot se střední hodnotou byl získán požadovaný interval spolehlivosti.

Průměr pro interval spolehlivosti byl roven 835. Skutečnou hodnotu výskytu přírodních katastrof lze očekávat v intervalu od 787 do 884 v roce 2020 při průměrné absolutní procentní chybě 6,96 %. Lze proto dojít k závěru, že výskyt přírodních katastrof udržuje ve srovnání s předchozími hodnotami získanými za období 2013–2019 rostoucí trend. V nadcházejících letech lze očekávat postupný nárůst přírodních katastrof. Současně je možné přímo analyzovat těsnost vztahu mezi výskytem a počtem lidských úmrtí. Je zřejmé, že s rostoucí tendencí k přírodním katastrofám bude jistě zasaženo více lidí. Hlubší a přesnější analýza založená na testování nebo korelaci však není s ohledem na poskytnuté údaje možná.

4.2 Analýza rizik

Tato analýza byla zaměřena na rizika v nemocnicích s hlavním zaměřením na dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie. Celkem bylo osloveno 160 nemocnic, kdy zpětná vazba byla celkem od 68 nemocnic, které poskytly informace pro účely této práce.

Analýza byla zaměřena na dvě části. Jedna část hodnotila různé druhy výpadku v nemocnicích a dopad na jejich fungování. Byly zde hodnoceny tyto oblasti:

- Výpadek dodávky elektrické energie;
- Výpadek dodávky pitné vody;
- Výpadek externích dodávek tepla;
- Výpadek speciálních služeb a zboží;
- Výpadek v oblasti logistika;
- Virtuální napadení informační techniky.

Druhá část byla již specifikována na dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie, kterým se zabývá tato práce. V této části byla hodnocena jednotlivá rizika (pravděpodobnost x následek) s dopadem na dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie. Byla hodnocena tato rizika:

- Povodně, záplavy;
- Bouře, větrné smršti, orkány;
- Zemětřesení;
- Rozsáhlý požár;
- Požár trafostanice;
- Sucho;

- Vlna veder;
- Svahové pohyby;
- Únik škodliviny v nemocnici;
- Únik škodliviny v okolí.

Sběr odpovědí trval 129 dnů a probíhal od 25. února do 3. července 2019. Poté byl dotazník uzavřen a vyhodnocen. Celkem bylo zodpovězeno 68 dotazníků. Do tohoto hodnocení byly zapojeny nemocnice ze všech krajů v České republice. Je ovšem nutné podotknout, že každý kraj má jiný počet nemocnic. Tudíž i počet odpovědí v jednotlivých krajích je různý. Příkladem může být Karlovarský kraj, kde byly odeslány dotazníky do třech nemocnic, oproti Středočeskému kraji, kde je nemocnic mnohem více a bylo odesláno 24 dotazníků. Následující tabulka znázorňuje podíl počtu respondentů v % dle jednotlivých krajů.

Tabulka 8 Podíl počtu respondentů v % v rámci analýzy rizik (zdroj: autor)

Kraj	Pardubický	Liberecký	Jihomoravský	Zlínský	Moravskoslezský	Královéhradecký	Vysočina
Počet nemocnic	10	8	18	8	17	8	8
Respondenti	9	5	11	4	8	3	3
Podíl respondentů v %	90	63	61	50	47	38	38
Kraj	Plzeňský	Karlovarský	Středočeský	HMP	Jihočeský	Olomoucký	Ústecký
Počet nemocnic	11	3	25	14	11	8	16
Respondenti	4	1	8	4	3	2	3
Podíl respondentů v %	36	33	32	29	27	25	19

Návratnost dotazníkového šetření v rámci analýzy rizik činila 68 respondentů. Jedná se o 41% podíl respondentů. Jak je z tabulky patrné, největší podíl respondentů byl z Pardubického kraje. Celkem se v tomto kraji nachází 10 nemocnic se zpětnou vazbou dotazníkového šetření v počtu 9. Mezi další kraje, kde byl významný podíl respondentů, patří kraj Liberecký a Jihomoravský. Taktéž kraj Zlínský se umístil do 50 % podílu respondentů.

Jak již bylo zmíněno, první část se zabývala hodnocením různých druhů výpadku v nemocnicích s jejich dopadem na správný chod nemocnice. Hodnocení probíhalo na základě hodnocení rizik (pravděpodobnost x následek).

Podle Kukala (1982) je za riziko možno považovat pravděpodobnost negativních účinků katastrofy. Autor uvádí rovnici rizika, která udává, na čem velikost rizika závisí, a která rovněž umožňuje hodnocení účinků katastrofy.

$$Riziko = f(P_A, P_B, P_{CB}, C) \quad (1)$$

- f = faktor, který je různý u různých katastrof;
- P_A = pravděpodobnost katastrofy, která se počítá podle četnosti katastrof předchozích;
- P_B = pravděpodobnost vzniku jisté kvality ničivého procesu při katastrofě (např. výška vlny tsunami, rychlost větru u cyklónu, amplituda zemětřesných vln apod.);
- P_{CB} = vnější podmínky, jako hustota osídlení, charakter staveb, sociální a politické poměry;
- C = následky katastrofy

Tabulka 9 Stupnice vyjádření rizika (zdroj: autor)

Numerické vyjádření rizika	Slovní vyjádření rizika
1	Nejméně závažné riziko
2	Nezávažné
3	Střední riziko
4	Závažné
5	Nejvíce závažné riziko

Pro vyhodnocení základní popisné statistiky byly použity tyto vzorce:

$$dorvar = 2 \sum_{i=1}^k P_i (1 - P_i) \quad (2)$$

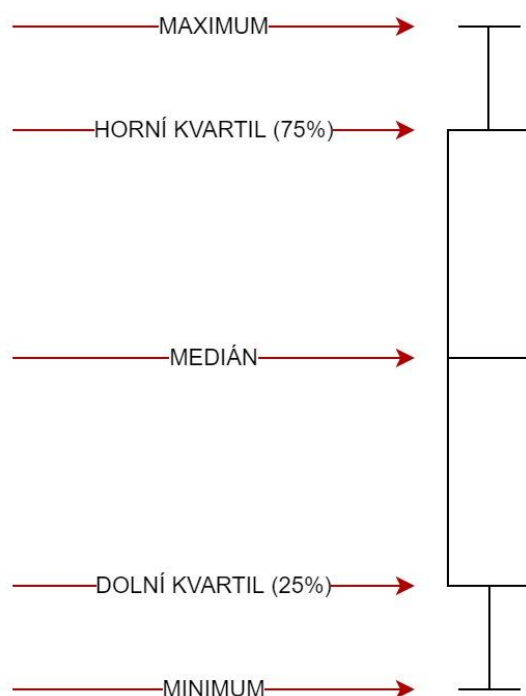
Normovaný rozptyl:

$$nor.dorvar = \frac{2 \cdot dorvar}{(k-1)}; \quad nor.dorvar \in \langle 0; 1 \rangle \quad (3)$$

Medián vzorec:

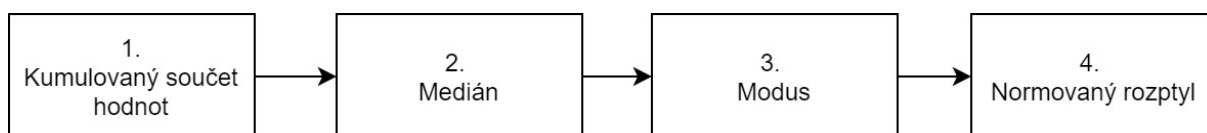
$$\tilde{x} = Me - 0.5 + \frac{0.5 - P_{Me-1}}{P_{Me}} \quad (4)$$

Dále byla použita prezentace výsledků analýzy na základě boxplotů. Na základě vyhodnocení pomocí tohoto grafu lze získat informace o mediánu, horním a dolním kvartilu a minimu a maximu (Obr. 8).



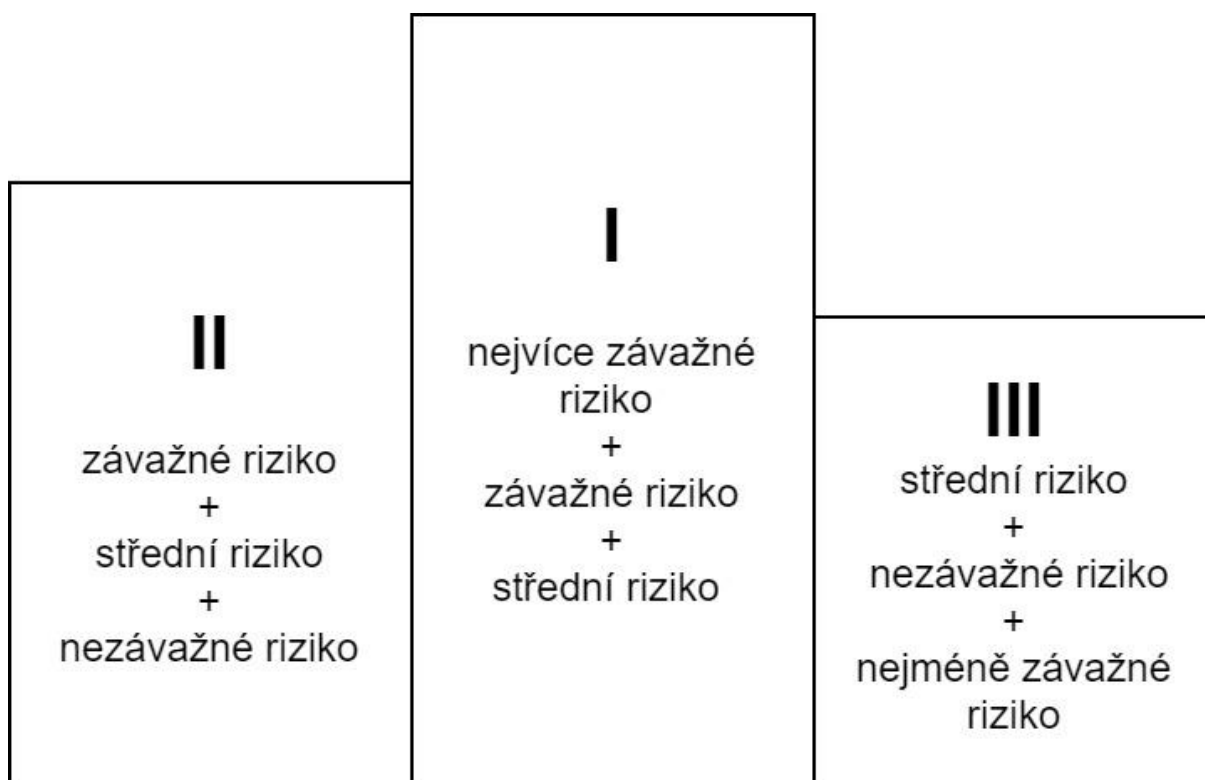
Obr. 8: Popis boxplotu (zdroj: autor)

Nakonec byla vyhodnocená rizika rozdělena do tří kategorií. Jedná se o kategorii I nejvíce závažná rizika, kategorii II střední rizika a kategorie III nejméně závažná rizika. Rozdělení do těchto kategorií probíhalo na základě postupu na Obr. 9.



Obr. 9: Postup pro dělení do kategorií (zdroj: autor)

Součet odpovědí byl vypočítán na základě následujícího obrázku.



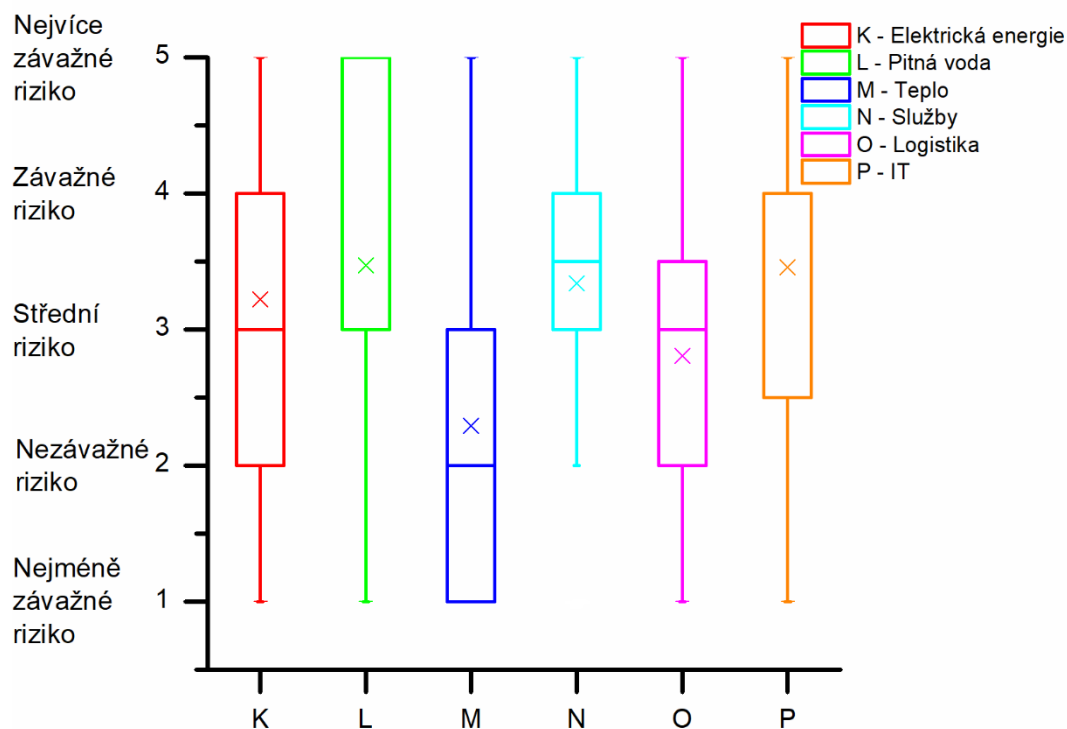
Obr. 10: Součet odpovědí dle závažnosti rizika (zdroj: autor)

Tabulka 10 Základní výsledky popisné statistiky (zdroj: autor)

Typ	Výpadek elektrické energie	Výpadek pitné vody	Výpadek tepla	Výpadek služeb	Výpadek logistiky	Výpadek IT
Normovaný rozptyl	0,7	0,7	0,76	0,69	0,64	0,65
Medián	3	3	2	3	3	4
Modus	3	3	1	4	3	4

Tabulka znázorňuje hodnoty jednotlivých výpadků, které mají vliv na správný chod nemocnic. Tyto hodnoty slouží k dalšímu použití v rámci analýzy výpadků.

Následující graf prezentuje strukturu odpovědí respondentů u vybraných šesti výpadků pro nemocnice. Tyto výsledky obsahují hodnoty za všechny hodnocení nemocnic v rámci v ČR.



Obr. 11: Struktura odpovědí respondentů dle kategorií výpadku ve formě boxplotů (zdroj: autor)

Na základě provedené analýzy rizik byl sestaven obrázek (boxplot), díky kterému můžeme získat bližší představu o jednotlivých výpadcích a jejich riziku pro nemocnice (Obr. 11). Formou tohoto grafu získáme informace o rizicích – medián, aritmetický průměr, dolní a horní hranici rizika, minimum a maximum uváděných hodnot rizik.

Prvním hodnoceným výpadkem je výpadek dodávky elektrické energie (K). Z grafu je tedy patrné, že u tohoto druhu výpadku je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 3, tedy střední riziko, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 3,2. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nezávažnému riziku (hodnota 2) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále závažnému riziku (hodnota 4). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli všechny hodnoty, od minima po maximum (1–5), tedy od nejméně závažného rizika po nejvíce závažné riziko.

Druhým hodnoceným výpadkem je výpadek dodávky pitné vody (L). Z grafu je patrné, že u tohoto druhu výpadku je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 3, tedy střední riziko, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 3,4. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále střednímu riziku (hodnota 3) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nejvíce závažnému riziku (hodnota 5). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli všechny hodnoty, od minima po maximum (1–5), tedy od nejméně závažného rizika po nejvíce závažné riziko.

Třetím hodnoceným výpadkem je výpadek dodávky tepla (M). Z grafu je tedy patrné, že u tohoto druhu výpadku je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 2, tedy nezávažné riziko, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 2,3. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nejméně závažnému riziku (hodnota 1) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále střednímu riziku (hodnota 3). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli všechny hodnoty, od minima po maximum (1–5), tedy od nejméně závažného rizika po nejvíce závažné riziko.

Čtvrtým hodnoceným výpadkem je výpadek v oblasti služeb (N). Z grafu je patrné, že u tohoto druhu výpadku je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 3,5, tedy střední až závažné riziko, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 3,4. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále střednímu riziku (hodnota 3) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále závažnému riziku (hodnota 4). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli hodnoty 2–5, tedy od nezávažného rizika po nejvíce závažné riziko.

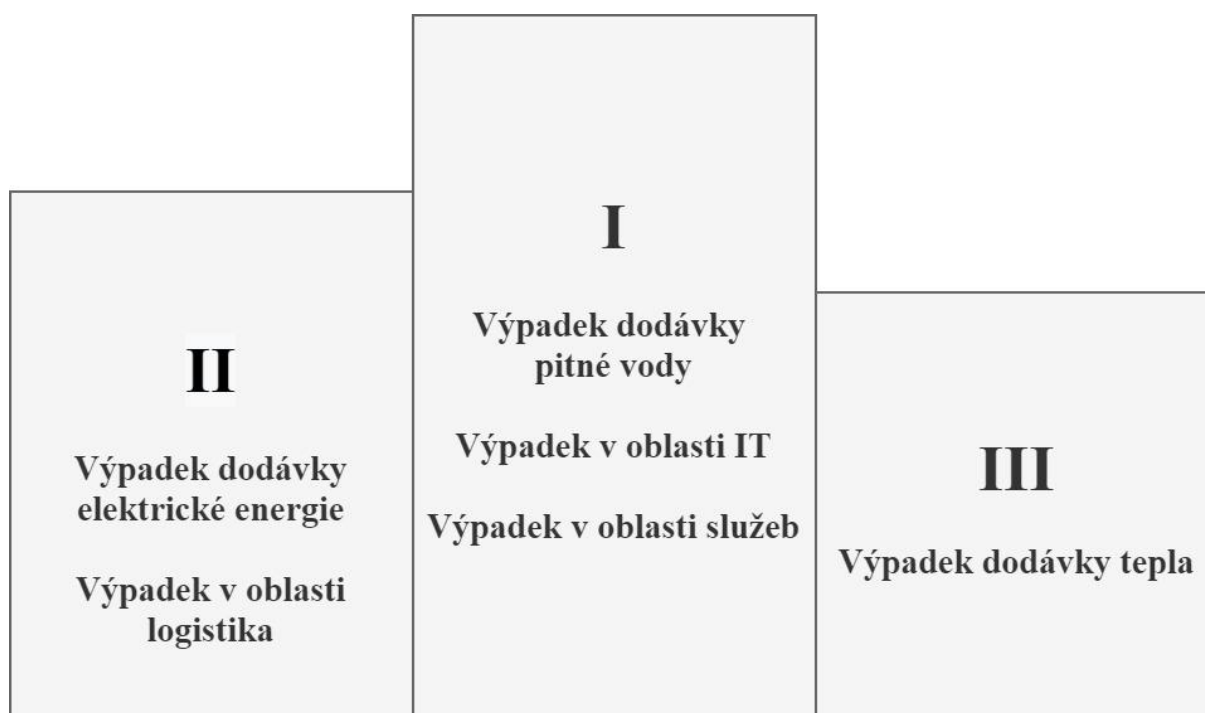
Pátým hodnoceným výpadkem je výpadek v oblasti logistiky (O). Z grafu je tedy patrné, že u tohoto druhu výpadku je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 3, tedy střední riziko, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 2,8. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nezávažnému riziku (hodnota 2) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále střednímu až závažnému riziku (hodnota 3,5). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli všechny hodnoty, od minima po maximum (1–5), tedy od nejméně závažného rizika po nejvíce závažné riziko.

Šestým hodnoceným výpadkem je výpadek v oblasti IT (P). Z grafu je tedy patrné, že u tohoto druhu výpadku je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 4, tedy závažné riziko, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 3,6. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nezávažnému až střednímu riziku (hodnota 2,5) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále závažnému riziku (hodnota 4). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli všechny hodnoty, od minima po maximum (1–5), tedy od nejméně závažného rizika po nejvíce závažné riziko.

Tabulka 11 Hodnocení výpadků pro nemocnice dle jednotlivých kategorií (zdroj: autor)

Typ	Výpadek elektrické energie	Výpadek pitné vody	Výpadek tepla	Výpadek služeb	Výpadek logistiky	Výpadek IT
I	46	54	25	55	43	51
II	48	42	31	47	51	50
III	39	36	52	34	51	30

Hodnocení výpadků pro zdravotnická zařízení bylo rozděleno do třech kategorií dle kumulovaného součtu hodnot (Tabulka 11) na základě předem definované metody (Obr. 10).



Obr. 12: Vyhodnocení výpadků dle jednotlivých kategorií (zdroj: autor)

Na základě provedených analýz bylo provedeno rozdělení rizik do třech kategorií dle kumulovaného součtu hodnot (Obr. 12). Kdy kategorie I jsou nejvíce závažná rizika, kategorie II jsou střední rizika a kategorie III uvádí nejméně závažná rizika. Na základě analýzy jsme dospěli k závěru, že do kategorie I, tedy mezi nejvíce závažné riziko pro nemocnice, patří výpadek dodávky pitné vody, výpadek v oblasti služeb a výpadek v oblasti IT.

Do této kategorie I lze dále zařadit zmiňovaný výpadek dodávky pitné vody. Ze všech oslovených respondentů 80 % uvedlo, že výpadek dodávky pitné vody představuje pro nemocnice střední, závažné a nejvíce závažné riziko. Naopak lze doplnit, že pouze 20 % z oslovených respondentů označilo tento výpadek za nezávažné a nejméně závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,7, což způsobují významné rozdíly v odpovědích, nicméně medián u tohoto výpadku měl hodnotu 3, tedy střední riziko. Nejčtenější hodnota v rámci výpadku dodávky pitné vody odpovídá na sledované škále střednímu riziku (hodnota 3).

Dále můžeme do skupiny I dle závažnosti rizika pro nemocnice zařadit výpadek v oblasti IT. Ze všech oslovených respondentů 75 % uvedlo, že výpadek dodávky pitné vody představuje pro nemocnice střední, závažné a nejvíce závažné riziko. Naopak lze doplnit, že pouze 25 % z oslovených respondentů označilo tento výpadek za nezávažné a nejméně závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,65, což způsobují významné rozdíly v odpovědích, nicméně medián u tohoto výpadku měl hodnotu 4, tedy závažné riziko. Nejčtenější hodnota v rámci výpadku v oblasti IT odpovídá na sledované škále závažnému riziku (hodnota 4).

V rámci výpadku v oblasti IT jsou brány v potaz zejména kybernetické útoky na nemocnice.

Jako poslední do kategorie I dle závažnosti rizika pro nemocnice je zařazen výpadek v oblasti služeb. Ze všech oslovených respondentů 75 % uvedlo, že výpadek dodávky pitné vody představuje pro nemocnice střední, závažné a nejvíce závažné riziko. Naopak lze doplnit, že pouze 25 % z oslovených respondentů označilo tento výpadek za nezávažné a nejméně závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,69, což způsobují významné rozdíly v odpovědích, nicméně mediánu tohoto výpadku měl hodnotu 3, tedy střední riziko. Nejčtenější hodnota v rámci výpadku v oblasti služeb odpovídá na sledované škále závažnému riziku (hodnota 4).

Mezi výpadek v oblasti služeb spadá – oddělení praní prádla, oddělení léčebné výživy a stravování, oddělení údržby apod.

Do kategorie II, tedy rizika se střední hodnotou, lze zařadit výpadek dodávky elektrické energie a výpadek v oblasti logistiky.

První zmiňovaný výpadek spadající do této kategorie je výpadek dodávky elektrické energie. Ze všech oslovených respondentů 60 % uvedlo, že výpadek dodávky elektrické energie představuje pro nemocnice střední, závažné a nejvíce závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,7, což způsobují významné rozdíly v odpovědích, nicméně medián u tohoto výpadku měl hodnotu 3, tedy střední riziko. Nejčtenější hodnota v rámci výpadku v oblasti služeb odpovídá na sledované škále střednímu riziku (hodnota 3).

Jak již z názvu výpadku vyplývá, výpadek dodávky elektrické energie představuje přerušení provozu všech zařízení, která jsou závislá na dodávkách elektrické energie. Sem spadají například přístroje zajišťující základní životní

funkce klientům, provoz operačních sálů, zajištění základních životních funkcí novorozencům nacházejícím se v inkubátorech a mnoho dalších oblastí.

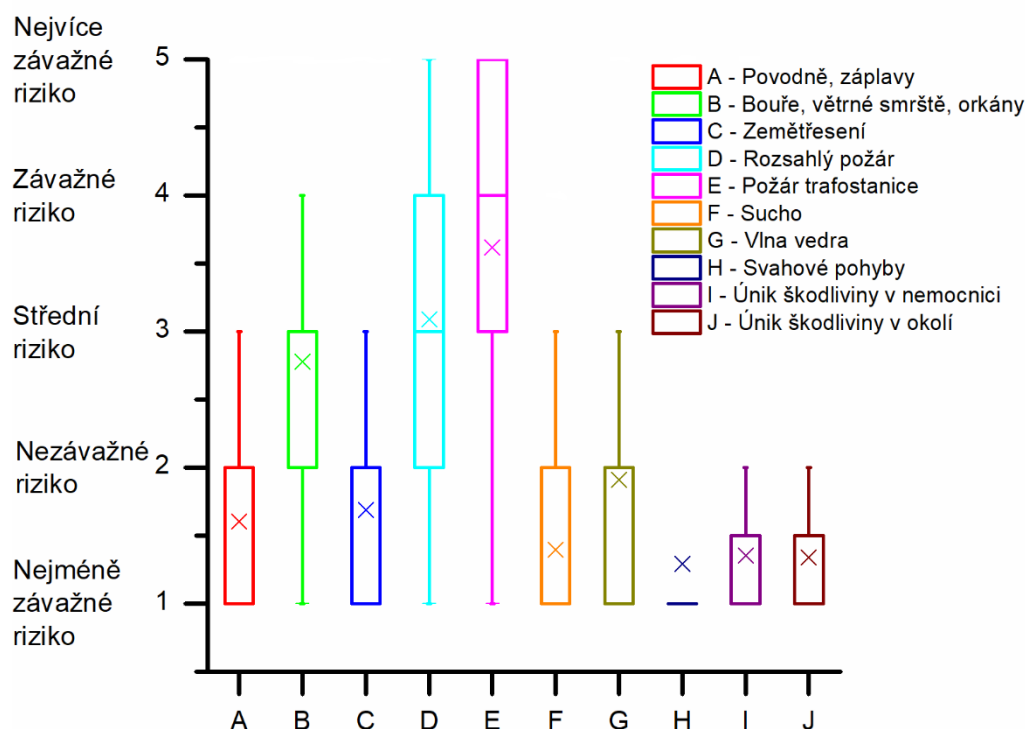
Dále se v kategorii II umístil výpadek v oblasti logistiky. Ze všech oslovených respondentů pouze 25 % uvedlo, že výpadek dodávky elektrické energie představuje pro nemocnice závažné a nejvíce závažné riziko. Naopak lze doplnit, že 75 % z oslovených respondentů označilo tento výpadek za střední, nezávažné a nejméně závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,64, což způsobují významné rozdíly v odpovědích, nicméně medián u tohoto výpadku měl hodnotu 3, tedy střední riziko. Nejčtenější hodnota v rámci výpadku v oblasti služeb odpovídá na sledované škále střednímu riziku (hodnota 3).

Tento výpadek zahrnuje zejména problémy související s výpadkem dodávek léčiv, zdravotnického materiálu, krve a krevní plasmy, ale také například v oblasti převozu pacientů.

Kategorie III, tedy nejméně závažné riziko, obsahuje výpadek dodávky tepla. Ze všech oslovených respondentů 40 % uvedlo, že výpadek dodávky elektrické energie představuje pro nemocnice střední, závažné a nejvíce závažné riziko. Naopak lze doplnit, že 60 % z oslovených respondentů označilo tento výpadek za závažné a nejvíce závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,76, což způsobují významné rozdíly v odpovědích, nicméně medián u tohoto výpadku měl hodnotu 2, tedy nezávažné riziko. Nejčtenější hodnota v rámci výpadku v oblasti služeb odpovídá na sledované škále nejméně závažnému riziku (hodnota 1).

Výpadek dodávky tepla byl zařazen do kategorie III, a to i z toho důvodu, že dodávky tepla jsou důležité pro nemocnici jen ve vybraných měsících v roce. V letních obdobích je v nemocnicích využívána spíše klimatizace, která je naopak závislá na dodávkách elektrické energie.

Následující graf prezentuje statistiku u vybraných deseti výpadků pro nemocnice. Tyto výsledky obsahují výsledky za všechny kraje v ČR.



Obr. 13: Struktura odpovědí respondentů dle kategorií rizik ve formě boxplotů (zdroj: autor)

Na základě provedené analýzy rizik byl sestaven graf (boxplot), díky kterému můžeme získat bližší představu o jednotlivých rizicích pro nemocnice s dopadem na výpadek dodávky elektrické energie (Obr. 13). Formou tohoto grafu získáme informace o rizicích – medián, aritmetický průměr, dolní a horní hranici rizika, minimum a maximum uváděných hodnot rizik.

Prvním hodnoceným rizikem jsou povodně (A). U tohoto rizika je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 1, tedy nejmeně závažnému riziku, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 1,6. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nejmeně závažnému riziku (hodnota 1) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nezávažnému riziku (hodnota 2). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli hodnoty od 1 do 3, tedy od nejmeně závažného rizika po střední riziko.

Druhým hodnoceným rizikem jsou bouře, větrné smrště a další jevy spojené se silou větru (B). U tohoto rizika je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 3, tedy střednímu riziku, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 2,78. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nezávažnému riziku (hodnota 2) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále střednímu riziku (hodnota 3). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli hodnoty od 1 do 4, tedy od nejmeně závažného rizika po závažné riziko.

Třetím hodnoceným rizikem je zemětřesení (C). U tohoto rizika je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 1, tedy nejméně závažné riziko, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 1,7. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nejméně závažnému riziku (hodnota 1) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nezávažnému riziku (hodnota 2). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli hodnoty od 1 do 3, tedy od nejméně závažného rizika po střední riziko.

Čtvrtým hodnoceným rizikem je rozsáhlý požár (D). Z grafu je patrné, že u tohoto rizika je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 3, tedy střední riziko, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 3,1. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nezávažnému riziku (hodnota 2) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále závažnému riziku (hodnota 4). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli všechny hodnoty, od minima po maximum (1–5), tedy od nejméně závažného rizika po nejvíce závažné riziko.

Pátým hodnoceným rizikem je požár trafostanice (E). Z grafu je patrné, že u tohoto rizika je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 4, tedy závažné riziko, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 3,7. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále střednímu riziku (hodnota 3) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nejvíce závažnému riziku (hodnota 5). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli všechny hodnoty, od minima po maximum (1–5), tedy od nejméně závažného rizika po nejvíce závažné riziko.

Šestým hodnoceným rizikem je sucho (F). U tohoto rizika je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 1, tedy nejméně závažné riziko, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 1,4. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nejméně závažnému riziku (hodnota 1) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nezávažnému riziku (hodnota 2). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli hodnoty od 1 do 3, tedy od nejméně závažného rizika po střední riziko.

Sedmým hodnoceným rizikem je vlna veder (G). U tohoto rizika je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 1, tedy nejméně závažné riziko, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 1,9. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nejméně závažnému riziku (hodnota 1) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nezávažnému riziku (hodnota 2). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli hodnoty od 1 do 3, tedy od nejméně závažného rizika po střední riziko.

Osmým hodnoceným rizikem jsou svahové pohyby (H). U tohoto rizika je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 1, tedy nejméně závažné riziko, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 1,3.

Nakonec byly hodnoceny úniky škodliviny v nemocnici nebo v okolí (I, J). U tohoto rizika je medián odpovědí oslovených respondentů roven hodnotě 1, tedy nejméně závažné riziko, s tím, že dopočítaná hodnota aritmetického průměru činí 1,4. Dolní kvartil (25 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nejméně závažnému riziku (hodnota 1) a naopak horní kvartil (75 %) sledovaného jevu odpovídá na stanovené škále nejméně závažnému riziku až nezávažnému riziku (hodnota 1,5). Z grafu lze dále vyčíst, že respondenti uváděli hodnoty od 1 do 2, tedy od nejméně závažného rizika po nezávažné riziko.

Tabulka 12 a 13 prezentují základní výsledky popisné statistiky.

Tabulka 12 Základní výsledky popisné statistiky (zdroj: autor)

Riziko	Povodně	Bouře	Zemětřesení	Rozsáhlý požár	Požár trafostanice
Normovaný rozptyl	0,45	0,65	0,52	0,73	0,77
Medián	1	3	1	3	4
Modus	1	3	1	3	5

Tabulka 13 Základní výsledky popisné statistiky (zdroj: autor)

Riziko	Sucho	Vlna veder	Svahové pohyby	Únik škodliviny v nemocnici	Únik škodliviny v okolí
Normovaný rozptyl	0,32	0,5	0,26	0,28	0,27
Medián	1	2	1	1	1
Modus	1	1	1	1	1

Na základě provedených analýz bylo provedeno rozdělení rizik do třech kategorií, kdy kategorie 1 jsou nejvíce závažná rizika, kategorie 2 jsou střední rizika a kategorie 3 uvádí nejméně závažná rizika.

Tabulka 14 Hodnocení výpadků pro nemocnice dle jednotlivých kategorií (zdroj: autor)

Rizika / kategorie	Povodně	Bouře	Zemětřesení	Rozsáhlý požár	Požár trafostanice
I	9	41	12	45	52
II	21	50	19	45	32
III	63	52	62	44	30

Tabulka 15 Hodnocení výpadků pro nemocnice dle jednotlivých kategorií (zdroj: autor)

Rizika / kategorie	Sucho	Vlna veder	Svahové pohyby	Únik škodliviny v nemocnici	Únik škodliviny v okolí
I	6	16	5	5	5
II	18	39	11	16	17
III	65	63	66	67	67

Hodnocení rizik pro nemocnice bylo rozděleno do třech kategorií (Tabulka 14, 15) dle předem stanovené metody (Obr. 10).



Obr. 14: Vyhodnocení výpadků dle jednotlivých kategorií (zdroj: autor)

Na základě analýzy jsme dospěli k závěru, že do kategorie I, tedy mezi nejvíce závažná rizika pro nemocnice, patří požár trafostanice. Za požár se dle definice vyhlášky č. 246/2001 Sb. o požární prevenci považuje každé *nežádoucí hoření, při kterém došlo k usmrcení nebo zranění osob nebo zvířat, ke škodám na materiálních hodnotách nebo životním prostředí, a nežádoucí hoření, při kterém byly osoby, zvířata, materiální hodnoty nebo životní prostředí bezprostředně ohroženy.* (vyhláška č. 246/2001 Sb.) Požár může mít různé další podtypy, kam spadají např. požáry dopravních prostředků, podzemních budov a mimo jiné i požáry trafostanic. V České republice se jedná o jev, s kterým se můžeme poměrně často setkat. Mezi tyto požáry lze zařadit nedávný požár trafostanice v Otrokovicích (2019). Jak již bylo zmíněno, toto riziko představuje významný dopad pro výpadek dodávky elektrické energie.

Ze všech oslovených respondentů více než polovina uvedla, že riziko požáru trafostanice s dopadem na dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie představuje pro zdravotnické zařízení závažné a nejvíce závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,77, což způsobují významné rozdíly v odpovědích, nicméně medián u tohoto výpadku měl hodnotu 4, tedy závažné riziko. Nejčtenější hodnota v rámci rizika požáru trafostanice pro nemocnice odpovídá na sledované škále nejvíce závažnému riziku (hodnota 5).

Do kategorie II, neboli střední riziko, byla zařazena rizika typu vlna veder, větrné bouře a rozsáhlý požár.

Jak již bylo zmíněno, do kategorie se středním rizikem spadají bouře neboli jevy spojené se silným povrchovým větrem konvektivního původu. Do této kategorie můžeme zahrnout jak větrné bouře, tak bouře sněhové. Jejich povaha je závislá na ročním období. Větrná bouře může být doprovázena několika jevy. Může se jednat o tornádo, downburst či přímé větry. Všechny tyto jevy mohou způsobit významné narušení sociálně-ekonomických činností. (Rodríguez, 2020) Downburst představuje prudké zesílení sestupného proudu vzduchu spojeného s konvektivní bouří, vyvolávající při zemi silný a nárazovitý vítr. (Božek, 2019) Downburst je většinou krátkodobou záležitostí, ovšem bouře může vygenerovat celou sérii downburstů a přerušovaná stopa škod může dosahovat i desítky kilometrů. (Downburst, 2020)

Ze všech oslovených respondentů 25 % uvedlo, že riziko bouří s dopadem na výpadek dodávky elektrické energie představuje pro nemocnice závažné a nejvíce závažné riziko. Naopak lze doplnit, že 75 % z oslovených respondentů označilo tento výpadek za střední, nezávažné a nejméně závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,65, což způsobují významné rozdíly v odpovědích, nicméně medián u tohoto výpadku měl hodnotu 3, tedy střední riziko. Nejčtenější hodnota v rámci rizika bouří pro nemocnice odpovídá na sledované škále nejvíce střednímu riziku (hodnota 3).

Riziko bouře způsobené silným větrem má jistě znatelný dopad na výpadek dodávky elektrické energie a následky pro nemocnice. Tuto analýzu potvrzují také reference autorů (Barnwell, 2020), (Dominianni, 2018), (Tsai, 2016), (Gotanda, 2015) a mnoha dalších.

Dalším rizikem pro nemocnice s dopadem na výpadek elektrické energie je rozsáhlý požár. Požár byl definován již v první kategorii. Dle vyhlášky č. 246/2001 Sb. o požární prevenci se za něj považuje každé nežádoucí hoření, při kterém došlo k usmrcení nebo zranění osob nebo zvířat, ke škodám na materiálních hodnotách nebo životním prostředí, a nežádoucí hoření, při kterém byly osoby, zvířata, materiální hodnoty nebo životní prostředí bezprostředně ohroženy. (vyhláška č. 246/2001 Sb.).

Ze všech oslovených respondentů 1/3 uvedla, že riziko bouří s dopadem na výpadek dodávky elektrické energie představuje pro nemocnice závažné a nejvíce závažné riziko. Naopak lze doplnit, že 2/3 z oslovených respondentů označily tento výpadek za střední, nezávažné a nejméně závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,73, což způsobují významné rozdíly v odpovědích, nicméně medián u tohoto výpadku měl hodnotu 3, tedy střední riziko. Nejčtenější hodnota v rámci rizika bouří pro nemocnice odpovídá na sledované škále nejvíce střednímu riziku (hodnota 3).

Poslední do kategorie II patří vlna veder. I toto riziko může mít významný dopad na výpadek dodávky elektrické energie. Vlnu veder definuje KLIMAWEB jako obvykle několikadenní letní období s výrazně nadnormální teplotou vzduchu pro dané území. Ve střední Evropě vlny veder souvisejí hlavně s přílivem teplého vzduchu z jižního či východního směru, nicméně se uplatňuje i radiační ohřívání

zemského povrchu během bezoblačných dní a snížený ochlazovací efekt výparu z důvodu nedostatku vody v krajině. (Klimaweb, 2020) Díky tomuto jevu dochází k nadměrné spotřebě elektrické energie, a to například pro klimatizační jednotky. Tuto definici potvrzují také zahraniční zdroje – World Meteorological Organization (2015).

Ze všech oslovených respondentů pouze 7 % uvedlo, že riziko vlny veder s dopadem na výpadek dodávky elektrické energie představuje pro nemocnice závažné a nejvíce závažné riziko. Naopak lze doplnit, že zbylých 93 % z oslovených respondentů označilo tento výpadek za střední, nezávažné a nejméně závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,5. Medián u tohoto výpadku činil hodnotu 2, tedy nezávažné riziko. Nejčtetnější hodnota v rámci rizika vlny veder pro nemocnice odpovídá na sledované škále nejvíce nejméně závažnému riziku (hodnota 1).

Do kategorie III, neboli nejméně závažná rizika, byla zařazena rizika typu povodně, zemětřesení, sucho, svahové pohyby, únik škodliviny v nemocnici a v okolí nemocnice.

Jak již bylo zmíněno, mezi nejméně závažná rizika s dopadem na výpadek dodávky elektrické energie patří povodně. Povodněmi se dle zákona o vodách rozumí přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod. Povodeň může být způsobena přírodními jevy, zejména táním, dešťovými srážkami nebo chodem ledů (přirozená povodeň), nebo jinými vlivy, zejména poruchou vodního díla, která může vést až k jeho havárii (protržení), nebo nouzovým řešením kritické situace na vodním díle (zvláštní povodeň). (zákon č. 254/2001 Sb.) Povodeň může mít dopad na dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie v nemocnicích.

Ze všech oslovených respondentů pouhých 13 % uvedlo, že riziko povodně s dopadem na výpadek dodávky elektrické energie představuje pro nemocnice střední, závažné a nejvíce závažné riziko. Naopak lze doplnit, že 87 % z oslovených respondentů označilo tento výpadek za nezávažné a nejméně závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,45. Medián u tohoto výpadku činil hodnotu 1, tedy nejméně závažné riziko. Nejčtetnější hodnota v rámci rizika povodní pro nemocnice odpovídá na sledované škále nejméně závažnému riziku (hodnota 1).

Tuto spojitost mezi povodní, výpadkem dodávky elektrické energie a nemocnicemi uvádí také autoři ve svých odborných publikacích (Wear, 2013), (Skarbek, 2014), (Velez-Valle, 2016).

Jako další do kategorie nejméně závažných rizik s dopadem na výpadek dodávky elektrické energie patří zemětřesení. Zemětřesení je asi největším přírodním hazardem. To platí nejen pro počty obětí a míru škod, ale i pro velikost

zasaženého území. K tomu dále přispívá také psychologický faktor. Otřesy většinou přichází náhle, často bez jediného varování, a za několik desítek sekund za sebou zanechávají obrovské neštěstí. I v současné době, přes pokroky ve výzkumu seismiky a dynamiky zemského tělesa, je předpověď zemětřesení a ochrana před touto katastrofou stále velmi obtížná. (Přírodní katastrofy a environmentální hazardy, 2020)

Výsledky v hodnocení rizik zemětřesení se velmi podobají riziku povodně. Ze všech oslovených respondentů pouhých 18 % uvedlo, že riziko zemětřesení s dopadem na výpadek dodávky elektrické energie představuje pro nemocnice střední, závažné a nejvíce závažné riziko. Naopak lze doplnit, že 82 % z oslovených respondentů označilo tento výpadek za nezávažné a nejméně závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,52. Medián u tohoto výpadku činil hodnotu 1, tedy nejméně závažné riziko. Nejčtenější hodnota v rámci rizika zemětřesení pro nemocnice odpovídá na sledované škále nejméně závažnému riziku (hodnota 1).

Tuto spojitost potvrzují také autoři publikací uváděných v odborných databázích (Wear, 2013), (Skarbek, 2014), (Lin, 2017), (Po, 2017).

Kategorii III, tedy nejméně závažných rizik s dopadem na výpadek dodávky elektrické energie, dále obsadilo sucho. Sucho je velmi neurčitý, avšak v meteorologii a klimatologii často užívaný pojem, znamenající v zásadě nedostatek vody v atmosféře, půdě či rostlinách. Jednotná kritéria pro kvantitativní vymezení sucha neexistují, a to zvláště s ohledem na rozmanitá hlediska meteorologická, hydrologická, zemědělská, pedologická, bioklimatologická a celou řadu dalších faktorů, z nichž mezi nejvýznamnější patří škody způsobené suchem v různých oblastech národního hospodářství. Definice sucha proto není zdaleka jednotná a podle příčin a dopadů ho můžeme charakterizovat z několika pohledů. Sucho je většinou jevem nahodilým, který se vyskytuje z velké části nepravidelně v období podnormálních srážek s trváním od několika dní až po několik měsíců. (ČHMI, 2020)

Ze všech oslovených respondentů pouhých 9 % uvedlo, že riziko sucha s dopadem na výpadek dodávky elektrické energie představuje pro nemocnice střední, závažné a nejvíce závažné riziko. Naopak lze doplnit, že 91 % z oslovených respondentů označilo tento výpadek za nezávažné a nejméně závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,32. Medián u tohoto výpadku činil hodnotu 1, tedy nejméně závažné riziko. Nejčtenější hodnota v rámci rizika sucha pro nemocnice odpovídá na sledované škále nejméně závažnému riziku (hodnota 1).

Dále do této kategorie rizik spadají svahové pohyby. Svahové pohyby vznikají při porušení stability svahu působením zemské tíže, přičemž těžiště pohybujících se hmot vykonává dráhu po svahu dolů. Svahové pohyby jsou velmi různotvárným geodynamickým procesem probíhajícím v přírodním prostředí. Jejich vznik a vývoj je podmíněn místními přírodními poměry (sklon svahu,

geologické poměry, klimatické podmínky atd.) a případně lidskou činností (změny reliéfu krajiny, změny vodního hospodářství atd.). (Nemčok, 1974)

Ze všech oslovených respondentů 18 % uvedlo, že riziko svahových pohybů s dopadem na výpadek dodávky elektrické energie představuje pro nemocnice nejméně závažné riziko. Naopak lze doplnit, že 82 % z oslovených respondentů označilo tento výpadek za nezávažné, střední, závažné a nejvíce závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,26. Medián u tohoto výpadku činil hodnotu 1, tedy nejméně závažné riziko. Nejčtenější hodnota v rámci rizika svahových pohybů pro nemocnice odpovídá na sledované škále nejméně závažnému riziku (hodnota 1).

Nakonec sem spadá kategorie únik škodliviny, a to jak v areálu nemocnice, tak v jejím okolí. V důsledku havárie technologického zařízení, ve kterém se skladují či provozují nebezpečné látky, nebo při dopravních haváriích na silnici a železnici při přepravě těchto látek, může vzniknout situace, kterou hodnotíme jako havárii s únikem nebezpečných látek. Při havárii nebezpečných látek dochází k nekontrolovanému úniku škodliviny do životního prostředí, který ohrožuje zdraví a životy lidí a poškozuje životní prostředí. Zdrojem nebezpečí mohou být i teroristické útoky na průmyslové objekty a dopravní prostředky přepravující nebezpečné látky. (HZS ČR, 2020) Nebezpečné chemické látky, někdy nazývané průmyslové škodliviny, jsou některé látky používané v chemickém průmyslu, farmaceutickém průmyslu, při výrobě umělých hmot a vláken, při výrobě umělých hnojiv a prostředků na ochranu rostlin, v chladiřenských zařízeních, ve vodárnách apod., které svými toxickými, výbušnými a hořlavými vlastnostmi mohou ohrozit zdraví a životy lidí, způsobit vážné poškození životního prostředí. Po zasažení lidského organismu způsobují vážné zdravotní potíže zejména na dýchacích orgánech a jejich následky mohou vést až ke smrti. (zákon č. 350/2011 Sb.)

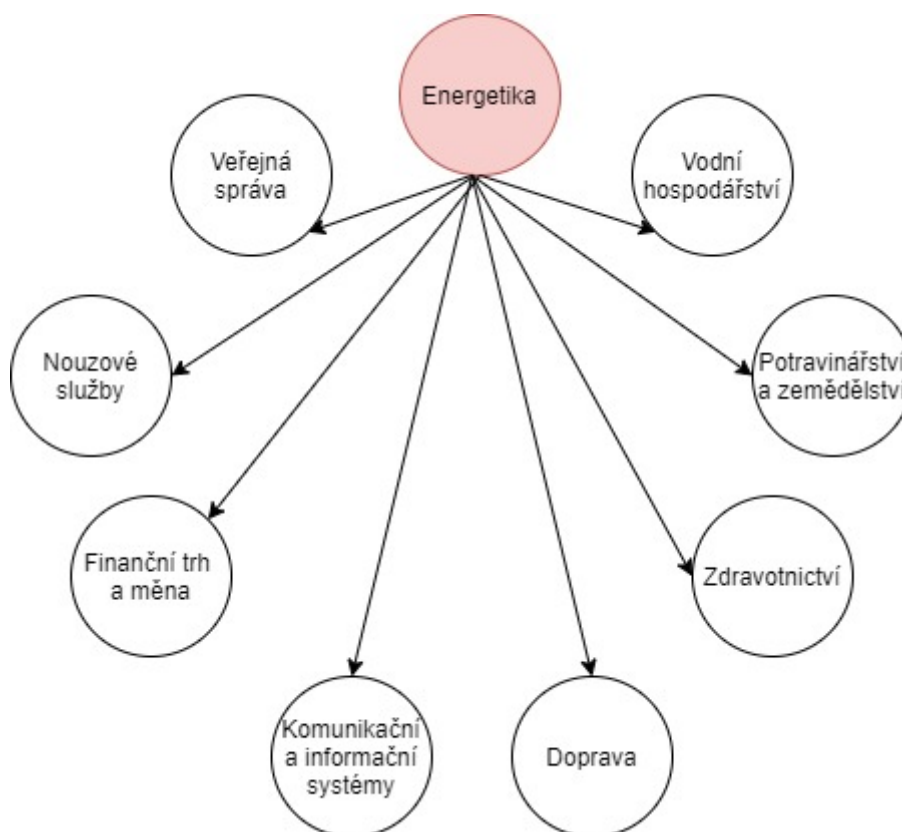
Ze všech oslovených respondentů 25 % uvedlo, že riziko úniku škodliviny s dopadem na výpadek dodávky elektrické energie představuje pro nemocnice nejméně závažné riziko. Naopak lze doplnit, že 75 % z oslovených respondentů označilo tento výpadek za nezávažné, střední, závažné a nejvíce závažné riziko. Normovaný rozptyl u tohoto sledovaného jevu činí 0,27. Medián u tohoto výpadku činil hodnotu 1, tedy nejméně závažné riziko. Nejčtenější hodnota v rámci rizika svahových pohybů pro nemocnice odpovídá na sledované škále nejméně závažnému riziku (hodnota 1). Tyto hodnoty jsou totožné u rizika úniku škodliviny v nemocnici, ale také v jejím okolí.

4.3 Procesní vyjádření hrozeb

Jak již bylo zmíněno v analýze současného stavu, kritická infrastruktura má dle nařízení vlády č. 432/2010 Sb. o určení prvku kritické infrastruktury definovaných 9 prvků. Narušení funkce prvku kritické infrastruktury nebo systému prvků kritické infrastruktury by mělo závažný dopad na bezpečnost státu, zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva, zdraví osob

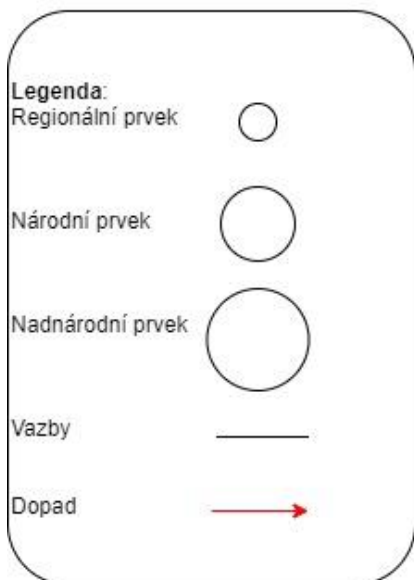
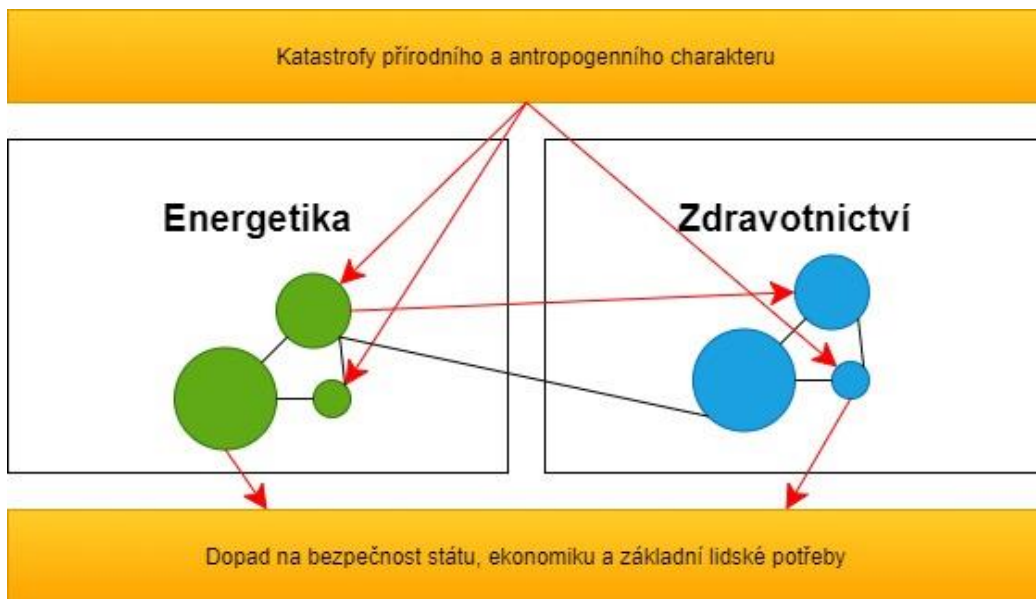
nebo ekonomiku státu. Tyto prvky kritické infrastruktury jsou vzájemně propojeny.

V případě, že dojde k porušení energetiky daného státu, dochází k dopadu také na ostatní prvky kritické infrastruktury. V tomto případě se může jednat o tzv. kaskádový efekt, kdy jeden porušení jednoho prvku kritické infrastruktury má vliv na další prvky – vodní hospodářství, zdravotnictví, veřejnou správu, dopravu a další (Obr. 15).



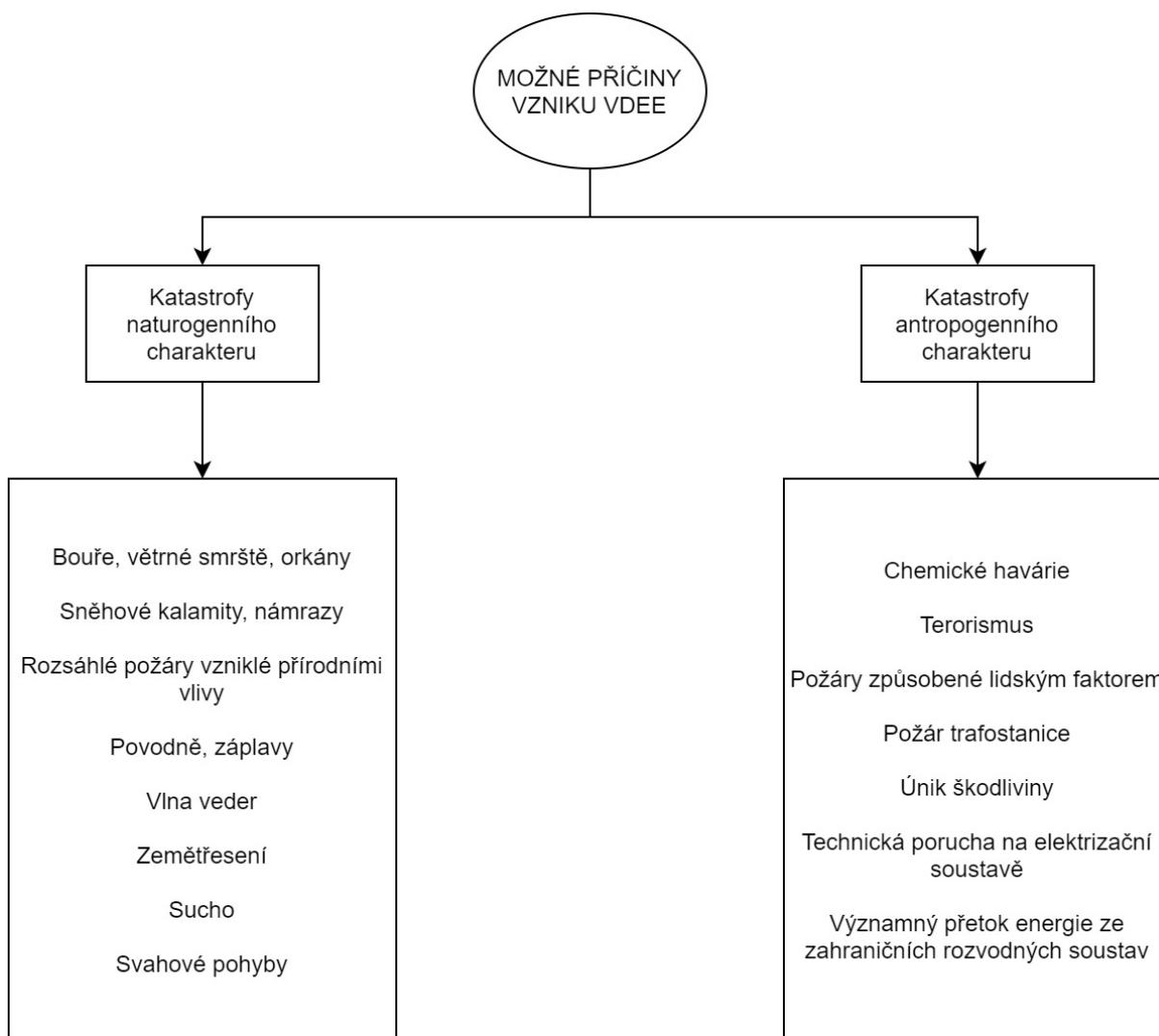
Obr. 15: Propojenost prvků kritické infrastruktury (zdroj: nařízení vlády č. 432/2010 Sb. + upravil autor)

Příkladem kaskádového efektu může být porušení prvku energetiky a jeho kaskádového efektu na zdravotnictví. Katastrofy ať již naturogenního nebo antropogenního charakteru mohou mít vliv na jednotlivé sektory. V případě, že dojde ke katastrofě, může to mít vliv na více sektorů kritické infrastruktury. Dle příkladu níže můžeme vidět, že katastrofa naturogenního charakteru (bouře) může mít vliv na oblast energetiky, která následně způsobuje kaskádové efekty a ovlivňuje další prvky kritické infrastruktury – zdravotnictví. V případě této katastrofy a jednotlivých kaskádových efektů dochází k dopadu na bezpečnost státu, ekonomiku státu, ale převážně na základní lidské potřeby. Provázanost jednotlivých prvků kritické infrastruktury je v rámci regionálních, národních a nadnárodních prvků (Obr. 16).



Obr. 16: Kaskádové efekty (zdroj: Řehák, 2018b + upravil autor)

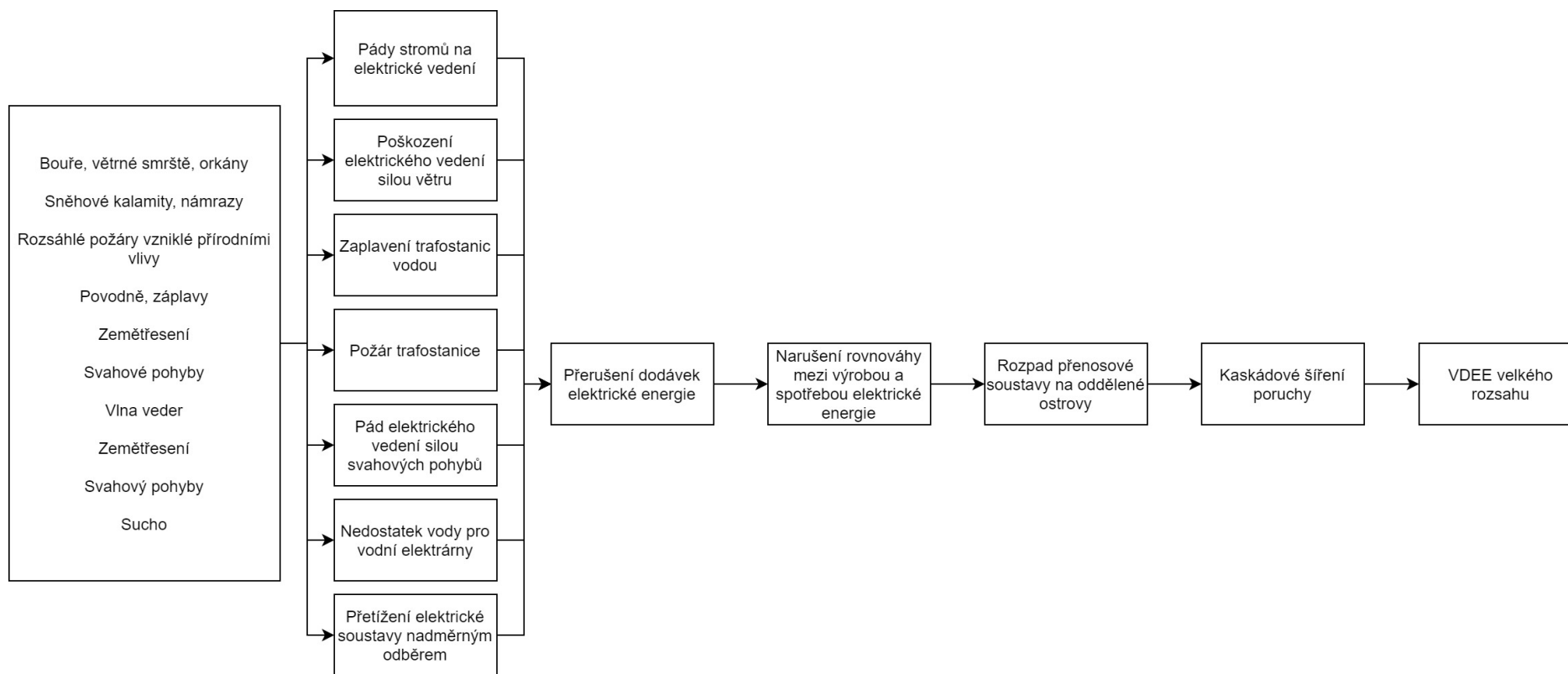
Na základě provedené analýzy byly vyhodnoceny možné příčiny vzniku výpadku dodávky elektrické energie.



Obr. 17: Možné příčiny vzniku výpadku dodávky elektrické energie (zdroj: autor)

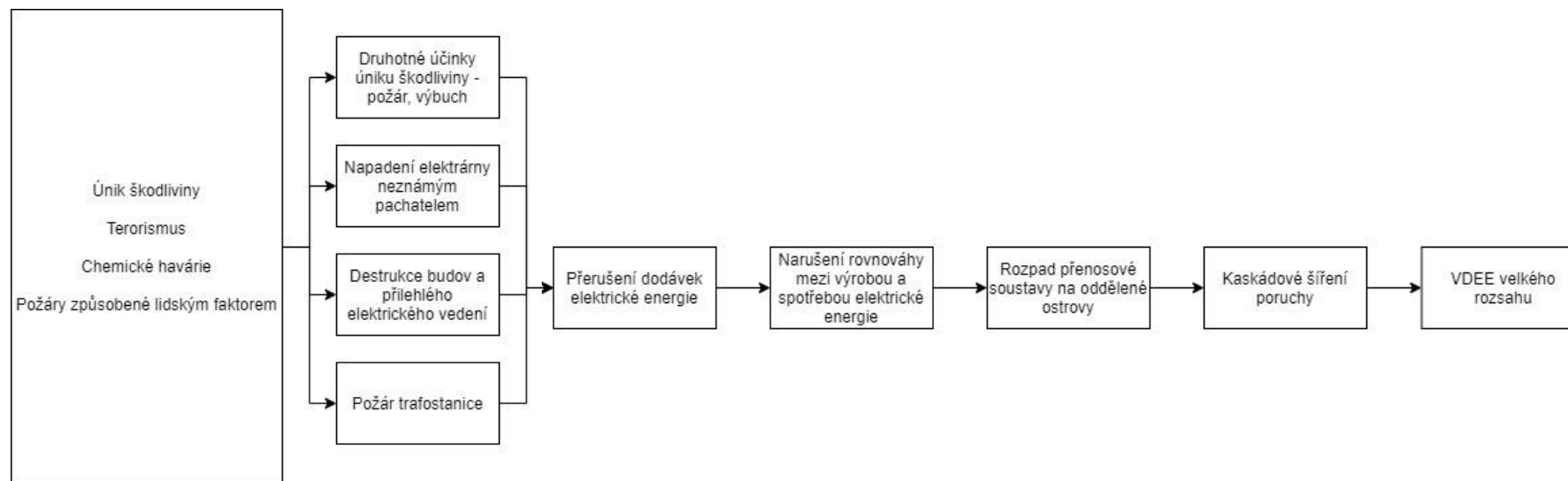
Příčinou výpadku dodávky elektrické energie můžou být katastrofy naturogenního a antropogenního charakteru. Jak je z obrázku 17 patrné, mezi katastrofy naturogenního charakteru můžeme zařadit bouře, větrné smrště, orkány, sněhové kalamity a námrazy, rozsáhlé požáry vzniklé přírodními vlivy, povodně a záplavy, vlnu veder, zemětřesení, sucho a svahové pohyby. Naopak mezi katastrofy antropogenního charakteru můžeme zařadit chemické havárie, terorismus, požáry způsobené lidským faktorem, požár trafostanice a úniky škodliviny.

Na základě vyhodnocených rizik došlo k následnému procesnímu vyjádření hrozeb naturogenního charakteru. Z obrázku 18 je patrné, jaké kaskádové efekty mohou jednotlivé hrozby mít, a jejich následný dopad na sektor energetiky.



Obr. 18: Možné příčiny vzniku dlouhodobého výpadku dodávky elektrické energie (zdroj: autor)

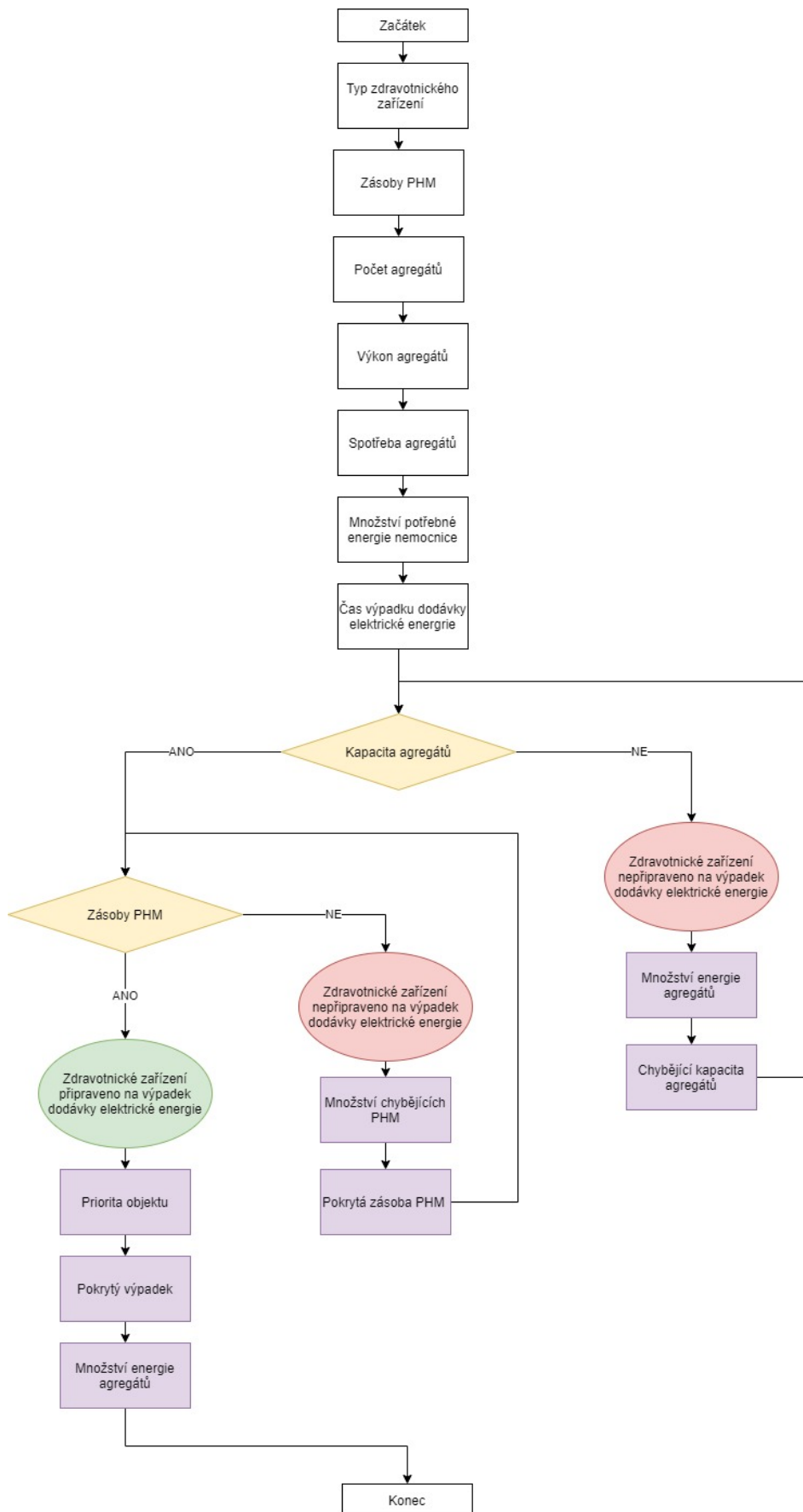
Na základě vyhodnocených rizik došlo k následnému procesnímu vyjádření hrozeb také antropogenního charakteru. Z obrázku 19 je patrné, jaké kaskádové efekty mohou mít jednotlivé hrozby mít a jejich následný dopad na sektor energetiky.



Obr. 19: Možné příčiny vzniku dlouhodobého výpadku dodávky elektrické energie (zdroj: autor)

5. ALGORITMIZACE HODNOCENÍ PŘIPRAVENOSTI ZDRAVOTNICKÝCH ZAŘÍZENÍ ČELIT VÝPADKU DODÁVKY ELEKTRICKÉ ENERGIE

Hlavním cílem disertační práce je návrh algoritmu pro hodnocení zdravotnických zařízení z hlediska připravenosti na dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie. Účelem tohoto hodnoticího systému je vyhodnotit připravenost zdravotnických zařízení na dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie v kontextu rozšíření Metodiky kategorizace a prioritizace objektů nezbytných při obnově dodávek elektrické energie po blackoutu. V současné době neexistuje hodnoticí systém, který by určil a zhodnotil připravenost zdravotnického zařízení na dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie. Na základě hodnoticího systému dojde k vyhodnocení připravenosti/nepřipravenosti zdravotnického zařízení. V případě, že zdravotnické zařízení není připraveno na dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie, jsou stanoveny scénáře řešení této situace s využitím vybrané formy vývojových diagramů.



Obr. 20: Návrh algoritmu pro hodnocení zdravotnických zařízení z hlediska připravenosti čelit výpadku dodávky elektrické energie (zdroj: autor)

Hlavním cílem této práce je návrh algoritmu pro hodnocení zdravotnických zařízení z hlediska připravenosti čelit dlouhodobému výpadku dodávky elektrické energie (Obr. 20). Pro hodnocení zdravotnických zařízení jsou brány v potaz tyto vstupy (Obr. 21).



Obr. 21: Určení vstupů pro algoritmus (zdroj: autor)

1. vstup – výběr objektu

Zdravotnická zařízení lze definovat dle zákona č. 372/2011 Sb., kdy je pacientům dle jejich stavu poskytována zdravotní péče. Tato práce navazuje a rozšiřuje „Metodiku kategorizace a prioritizace objektů nezbytných při obnově dodávek elektrické energie po blackoutu“. Zde byly vytvořeny kategorie objektů, které byly následně prioritizovány.

Pro účely hodnocení zdravotnických zařízení z hlediska připravenosti čelit dlouhodobému výpadku dodávky elektrické energie lze hodnotit zdravotnická zařízení dle následující tabulky. V návaznosti na metodiku bude toto rozdělení použito v navrženém algoritmu.

Tabulka 16 Výběr objektu (Hromada, 2019)

<p>Poskytovatelé neodkladné, akutní a nezbytné lůžkové péče včetně možnosti ambulantní i jednodenní péče, pokud se jedná o nedílnou součást objektu tohoto poskytovatele dle zákona č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultní nemocnice, • oblastní nemocnice, • městské nemocnice, • rehabilitační nemocnice, • nemocnice s poliklinikou, • psychiatrické nemocnice.
<p>Poskytovatelé ambulantní a dlouhodobé lůžkové péče v souladu se zákonem č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zdravotnická zařízení typu poliklinika, • LDN, • specializovaná centra poskytující zdravotnické služby.
<p>Zdravotnická infrastruktura správního charakteru a zařízení poskytující ostatní druh zdravotní péče, která nejsou obsažena v předchozích prioritách jedna a dva v souladu se zákonem č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Preventivní péče, • rehabilitační péče.

2. vstup – Časové vyjádření dlouhodobého výpadku dodávky elektrické energie a scénář možné události

Tento vstup představuje časové vyjádření délky výpadku dodávky v hodinách. Tento vstup se může měnit dle předpokládané délky výpadku dodávky elektrické energie. Jedná se tedy o dynamickou část hodnocení zdravotnického zařízení z hlediska připravenosti čelit výpadku dodávky elektrické energie. Tuto hodnotu získáme od energetiků, kteří dokáží odhadnout čas bezproudí na základě poruchy elektrizační soustavy. K této hodnotě je nutné připočítat čas pro obnovu dodávek elektrické energie. Určení této hodnoty je navázáno na Metodiku kategorizace a prioritizace objektů nezbytných při obnově dodávek elektrické energie po blackoutu, kdy tato časová hodnota je již zmíněna v kapitole Omezení práce.

3. vstup – Množství potřebné energie zdravotnického zařízení

Zdravotnické zařízení určí, jaké je množství potřebné energie zdravotnického zařízení u kritických obvodů. Každé zdravotnické zařízení má předem naprojektováno, které kritické obvody budou napájeny v případě výpadku dodávky elektrické energie. Zdravotnické zařízení určí budovy, u kterých je toto napájení nezbytné, a následně barevně označí zásuvky důležitých obvodů.

Oranžová barva zásuvky určuje velmi důležité obvody. Tyto zásuvky jsou trvale napájeny prostředky UPS, které představují nepřetržitou zálohu napětí. Napájení UPS je napojeno na náhradní zdroj.

Zelená barva zásuvky určuje důležité obvody. Tyto obvody jsou zálohovány náhradním zdrojem elektrické energie (agregátem).

Žlutá barva zásuvky představuje zdravotnickou izolovanou soustavu (ZIS), která je zálohována náhradním zdrojem. Zásuvky zálohových zdrojů jsou v prozvozech, kde by mohlo dojít k ohrožení života a zdraví pacienta, zejména na operačních sálech, JIP, novorozeneckém oddělení apod.

Barevné označování zásuvek ve zdravotnictví se řídí ČSN 33 2000-7-710 (Obr. 22, 23).



Obr. 22: Oranžové a žluté zásuvky dle ČSN 33 2140 (zdroj: autor)



Obr. 23: Zelené zásuvky dle ČSN 33 2140 (zdroj: autor)

4., 5., 6. vstup – Informace o náhradním zdroji elektrické energie – agregátu

Následující tři vstupy jsou nezbytné pro stanovení výchozích informací k hodnocení připravenosti zdravotnického zařízení. Pro určení připravenosti na výpadek dodávky elektrické energie je nezbytné počítat s tím, že zdravotnické zařízení má jeden či více agregátů, které napájí kritické obvody. Určení správného počtu a výkonu u agregátů je nezbytné pro správné fungování napájení v případě výpadku dodávky elektrické energie.



Obr. 24: Náhradní zdroj elektrické energie (zdroj: autor)

Náhradní zdroj elektrické energie (Obr. 24) neboli agregát může spalovat naftu či benzín. Z provedené analýzy hodnocených zdravotnických zařízení vyšlo, že všechna hodnocená zdravotnická zařízení mají agregáty spalující naftu. U každého agregátu je štítek, který prezentuje základní informace (Obr. 25). Z tohoto štítku technik zdravotnického zařízení zjistí, jaký je maximální výkon agregátu a spotřeba při maximálním výkonu. Vždy se musí počítat s maximálním výkonem a maximální spotřebou zatížení agregátu. Štítek zpravidla uvádí výkon v jednotkách kVA a kW, kdy v navrhovaném hodnoticím systému se počítá s jednotkou kW. Spotřeba se 100% zatížením se uvádí v l/h.

AKSA		AKSA Jeneratör San. ve Tic. A.Ş.	
Evren mah. Çami Yolu Cad. No:5 Güneşli 34212 İstanbul / Türkiye		Tel: +90 212 478 66 66 Fax: +90 212 651 60 40	
e-mail: aksa@aksa.com.tr		http://www.aksa.com.tr	
MODEL	AC 880	PRODUCT DATE	2014
SERIAL NO	328697	PRIME PWR	PRP 540 kW 800 kVA
STBY PWR	ESP 704 kW 880 kVA	PRIME A.	1156
STANDBY A.	127.6	DIMENSIONS	L 400 W 171 H 226
FUEL TANK CAPACITY L.		ALTERNATOR MODEL	EC043-1SN/4
ALTERNATOR SERIAL NO	1731063	RADIATOR SERIAL NO	
VOLTS	400/231	PERFORMANCE CLASS	G3
Hz	50	WEIGHT kg.	5930
PHASE	3 ~	R.P.M.	1500
MAX. ALTITUDE	1000 m	MAX. TEMP.	40 °C
TSE		ISO 9001:2008	
ISO 8528		CE	
nqa		nqa	
ISO 15004:2004		OHSAS 18001:2007	
CER. NO 120 109 96			
ETK-025-14			

Obr. 25: Štítek agregátu (zdroj: autor)

Jak již bylo zmíněno u vstupu 3, vybrané kritické obvody jsou napájeny na UPS (uninterruptible power supply, neboli zdroj nepřetržitého napájení) (Obr. 26). V případě výpadku dodávky elektrické energie jsou velmi důležité obvody napájeny pomocí UPS. K obnově dochází řádově v rámci milisekund a zpravidla jsou využívány krátkodobě – k překlenutí doby do zahájení provozu agregátů. Doba provozu UPS je zpravidla v řádu minut.



Obr. 26: UPS (zdroj: autor)

7. vstup – zásoby pohonných hmot

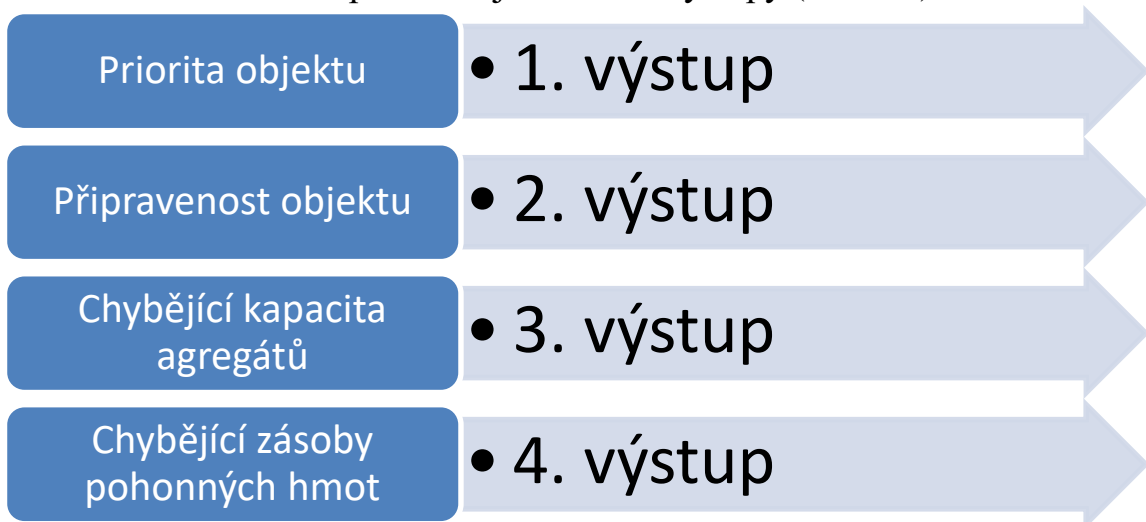
Posledním vstupem nezbytným pro určení připravenosti zdravotnického zařízení na výpadek dodávky elektrické energie jsou zásoby pohonných hmot (Obr. 27). Každý agregát má svoji nádrž, kde je stanovené množství pohonných hmot. Dále je nutné brát v potaz, že zdravotnické zařízení může mít zásoby pohonných hmot mimo agregát. Zde je nutné počítat s tím, že zdravotnické zařízení musí splňovat podmínky pro skladování hořlavých kapalin.



Obr. 27: Nádrž na PHM (zdroj: autor)

Veškeré jednotky, které jsou v tomto hodnocení použity, nejsou uváděny v základních jednotkách, nýbrž v jednotkách, které jsou reálné k danému hodnocení. (Není tedy uváděn čas v sekundách, ale v hodinách.)

Na základě zadání vstupních údajů získáme výstupy (Obr. 28).



Obr. 28: Výstupy algoritmu (zdroj: autor)

1. výstup – Priorita objektu

Na základě zvoleného typu zdravotnického zařízení bude objektu přidělena priorita dle Metodiky kategorizace a prioritizace objektů nezbytných při obnově dodávek elektrické energie po blackoutu.

Tabulka 17 Rozdělení priorit objektů u zdravotnických zařízení (zdroj: Hromada, 2019)

Priorita 1	
Poskytovatelé neodkladné, akutní a nezbytné lůžkové péče včetně možnosti ambulantní i jednodenní péče, pokud se jedná o nedílnou součást objektu tohoto poskytovatele dle zákona č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách.	<ul style="list-style-type: none">• Fakultní nemocnice,• oblastní nemocnice,• městské nemocnice,• rehabilitační nemocnice,• nemocnice s poliklinikou,• psychiatrické nemocnice.
Priorita 2	
Poskytovatelé ambulantní a dlouhodobé lůžkové péče v souladu se zákonem č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách.	<ul style="list-style-type: none">• Zdravotnická zařízení typu poliklinika,• LDN,• specializovaná centra poskytující zdravotnické služby.
Priorita 3	
Zdravotnická infrastruktura správního charakteru a zařízení poskytující ostatní druh zdravotní péče, která nejsou obsažena v předchozích prioritách jedna a dva v souladu se zákonem č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách.	<ul style="list-style-type: none">• Preventivní péče,• rehabilitační péče.

2. výstup – Připravenost objektu

Výpočet připravenosti objektu zdravotnického zařízení čelit výpadku dodávky elektrické energie velkého rozsahu lze určit na základě následujícího vztahu:

$$P_r = \sum_{i=1}^n D_i = R_{\check{c}} - P_{\check{c}} \quad (5)$$

Kde:

P_r ... připravenost zdravotnického zařízení

$R_{\check{c}}$... reálný čas náhradní dodávky elektrické energie... [h]

$P_{\check{c}}$... potřebný čas náhradní dodávky elektrické energie... [h]

D_i ... i-tý determinant P_r

Zdravotnické zařízení je připraveno na výpadek v případě, že:

$$P_r \geq 0 \quad (6)$$

Kde:

P_r ... připravenost zdravotnického zařízení

Zdravotnické zařízení není připraveno na výpadek v případě, že:

$$P_r < 0 \quad (7)$$

Kde:

P_r ... připravenost zdravotnického zařízení

Celkový výpočet připravenosti objektu zdravotnického zařízení je založen na čase, který je zdravotnické zařízení schopno pokrýt v případě výpadku dodávky elektrické energie. Pro tento výpočet je nutné vypočítat kapacity agregátů (celkový jmenovitý příkon) a zásoby pohonných hmot.

$$R_{\check{c}} = \sum_{i=1}^n D_i = \sum_{i=1}^n \frac{K_{An}}{Z_{PH}} \quad (8)$$

Kde:

$R_{\check{c}}$... reálný čas náhradní dodávky elektrické energie... [h]

D_i ... i-tý determinant $R_{\check{c}}$

K_A ... kapacita agregátů [kW]

Z_{PH} ... zásoby pohonných hmot...[l]

Z_{PH} – je vyjádřený součtem kapacit všech nádrží s PHM a celkovým počtem agregátů

(9)

$$Z_{PH} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_{PHi}$$

n – počet agregátů

Kde:

Z_{PH} ... zásoby pohonných hmot

(10)

$$R_{\check{c}} = \sum_{i=1}^n D_i = \sum_{i=1}^n \frac{K_{An}}{Z_{PH}}$$

Kde:

$R_{\check{c}}$... reálný čas náhradní dodávky elektrické energie... [h]

D_i ... i-tý determinant $R_{\check{c}}$

K_A ... kapacita agregátů...[kW]

Z_{PH} ... zásoby pohonných hmot

(11)

$$R_{\check{c}} = \frac{K_{A1}}{Z_{PH}} + \frac{K_{A2}}{Z_{PH}} + \dots + \frac{K_{An}}{Z_{PH}}$$

Kde:

$R_{\check{c}}$... reálný čas...[h]

K_A ... kapacita agregátů...[kW]

Z_{PH} ... zásoby pohonných hmot

3. výstup – Chybějící kapacita agregátů

Jak již bylo zmíněno u výstupu 1, pro určení připravenosti zdravotnických zařízení je nutné zjistit, zda je kapacita agregátů dostačující. V případě, že není kapacita agregátů dostačující, je nutné určit chybějící kapacity. Chybějící kapacitu agregátů lze určit na základě následujícího vztahu:

(12)

$$CH_{KA} = \sum_{i=1}^n CH_{Ki} = R_K - P_K$$

Kde:

CH_{KA} ... chybějící kapacita agregátů...[kW]

R_K ... reálná kapacita agregátů...[kW]

P_K ... požadovaná kapacita agregátů...[kW]

CH_{Ki} ... i-tý determinant CH_{KA}

(13)

$$R_K = \sum_{i=1}^n R_{Kn}$$

$P_K = \text{konstanta}$

Kde:

R_K ... reálná kapacita agregátů...[kW]

P_K ... požadovaná kapacita agregátů...[kW]

4. výstup – Chybějící zásoby pohonných hmot

V případě, že zdravotnické zařízení má dostatečné kapacity agregátů, je nutné zjistit, zda má také dostatečné zásoby pohonných hmot. V případě, že zásoby pohonných hmot nejsou dostatečné, je nutné určit chybějící zásoby. Chybějící zásoby pohonných hmot lze určit na základě následujícího vzorce:

$$CH_{ZPH} = \sum_{i=1}^n CH_{ZPHi} = R_Z - P_Z \quad (14)$$

Kde:

CH_{ZPH} ... chybějící zásoby pohonných hmot...[1]

R_Z ... reálné zásoby pohonných hmot...[1]

P_Z ... požadované zásoby pohonných hmot...[1]

CH_{ZPHi} ... i-tý determinant CH_{ZPH}

(15)

$$R_Z = \sum_{i=1}^n R_{Zn}$$

$$P_Z = \textit{konstanta}$$

Kde:

R_Z ... reálné zásoby pohonných hmot...[1]

P_Z ... požadované zásoby pohonných hmot...[1]

Veškeré jednotky, které jsou v tomto hodnocení použity, nejsou uváděny v základních jednotkách, nýbrž v jednotkách, které jsou reálné k danému hodnocení. (Není tedy uváděn čas v sekundách, ale v hodinách.)

5.1 Informační podpora navrženého algoritmu

Na základě navrženého algoritmu byla realizována informační podpora hodnoticího nástroje s využitím webového rozhraní (Obr. 29). Toto webové rozhraní funguje také na bázi off-line – tedy pokud bude mít krizový manažer či technik ve zdravotnickém zařízení načten tento hodnoticí nástroj, může hodnotit bez nutnosti připojení se k internetu a také i s využitím mobilního telefonu. Díky těmto údajům získá krizový manažer okamžitou představu o současném stavu připravenosti zdravotnického zařízení na dlouhodobý výpadek dodávek elektrické energie. V případě, že by došlo k upravení hodnot výpadku či zdravotnické zařízení by získalo zásoby pohonných hmot, může dojít k ověření současné situace.

Hodnocení připravenosti zdravotnických zařízení na výpadek elektrické energie

Typ zdravotnického zařízení

Délka výpadku elektrické energie [hodin]

Zásoba pohonných hmot [litry]

Množství potřebné energie [kWh]

Počet dostupných agregátů [ks]

Č.agregátu	Výkon [kW]	Spotřeba [l/h]
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Obr. 29: Informační podpora algoritmizace hodnocení připravenosti (zdroj: autor)

Jak již vyplynulo z navrženého algoritmu, výstupem hodnoticího nástroje je určení priority objektu, ověření kapacity agregátů, nutných zásob pohonných hmot a v závěru, zda je zdravotnické zařízení připraveno na výpadek, či nikoliv.

Níže uvedené příklady zobrazují možnosti výstupů hodnocení zdravotnického zařízení (Obr. 30, 31, 32).

Hodnocení připravenosti zdravotnických zařízení na výpadek elektrické energie

Typ zdravotnického zařízení

Délka výpadku elektrické energie [hodin]

Zásoba pohonných hmot [litry]

Množství potřebné energie [kWh]

Počet dostupných agregátů [ks]

Č.agregátu	Výkon [kW]	Spotřeba [l/h]
1	360	96
2	360	96

Hodnocení připravenosti

Priorita objektu

1 | Oblastní nemocnice

Kapacita agregátů

Kapacita agregátů je dostatečná
Množství energie agregátů je 48750.00 kWh

Nutná zásoba pohonných hmot

Zásoba pohonných hmot je dostatečná
Současná zásoba PHM dostává na 67.71 hodin.

Připravenost objektu

Zdravotnické zařízení je připraveno na výpadek.

Obr. 30: Zdravotnické zařízení je připraveno na výpadek dodávky elektrické energie (zdroj: autor)

Obrázek 30 znázorňuje výstup hodnocení připravenosti vybraného zdravotnického zařízení. Jak již z hodnocení vyplývá, jedná se o oblastní nemocnici, kdy automaticky došlo k přiřazení priority 1 objektu zdravotnického zařízení. Dále došlo k zhodnocení kapacit agregátů, které jsou dostačující. Současně tento výstup udává množství energie agregátu, které v tomto případě činí 48 750 kWh. Následujícím výstupem je zhodnocení nutných zásob pohonných hmot. Jak již z obrázku vyplývá, zdravotnické zařízení má dostačující zásoby pohonných hmot a potřebnou kapacitu agregátu k tomu, aby pokryly výpadek dodávky elektrické energie v čase určeném pro obnovu dodávek. Současně je určeno, na kolik hodin současné zásoby pohonných hmot vystačí, a krizový manažer či technik má informaci, jak dlouho dokáže výpadek dodávky elektrické energie pokrýt. V tomto případě se jedná o 67 hodin. Nakonec dojde ke zhodnocení, že zdravotnické zařízení je připraveno na výpadek dodávky elektrické energie na základě zadaných parametrů.

Hodnocení připravenosti zdravotnických zařízení na výpadek elektrické energie

Typ zdravotnického zařízení

Délka výpadku elektrické energie [hodin]

Zásoba pohonných hmot [litry]

Množství potřebné energie [kWh]

Počet dostupných agregátů [ks]

Č. agregátu	Výkon [kW]	Spotřeba [l/h]
1	324	70
2	320	65

Hodnocení připravenosti

Priorita objektu

1 | Oblastní nemocnice

Kapacita agregátů

Kapacita agregátů je dostatečná
Množství energie agregátů je 2862.22 kWh

Nutná zásoba pohonných hmot

Zásoba pohonných hmot je nedostatečná, schází 4800.00 l
Současná zásoba PHM dostává na 4.44 hodin.

Připravenost objektu

Zdravotnické zařízení není připraveno na výpadek.

Obr. 31: Zdravotnické zařízení není připraveno na výpadek dodávky elektrické energie (zdroj: autor)

Obrázek 31 znázorňuje další výstup hodnocení vybraného zdravotnického zařízení. Jak již z hodnocení vyplývá, jedná se o oblastní nemocnici, kdy automaticky došlo k přiřazení priority 1 objektu zdravotnického zařízení. Dále došlo k zhodnocení kapacit agregátů, které jsou dostačující. Současně tento výstup udává množství energie agregátu, které v tomto případě činí

2 862 kWh. Následujícím výstupem je zhodnocení nutných zásob pohonných hmot. Jak již z obrázku vyplývá, zdravotnické zařízení nemá dostačující zásoby pohonných hmot, aby pokryly výpadek dodávky elektrické energie v čase určeném pro obnovu dodávek. Současně je určeno, na kolik hodin současné zásoby vystačí, a krizový manažer či technik má informaci, do kdy musí sehnat nové zásoby pohonných hmot. V tomto případě se jedná o 4,5 hodiny. Nakonec dojde ke zhodnocení, že zdravotnické zařízení není připraveno na výpadek dodávky elektrické energie na základě zadaných parametrů.

Hodnocení připravenosti zdravotnických zařízení na výpadek elektrické energie

Typ zdravotnického zařízení

Délka výpadku elektrické energie [hodin]

Zásoba pohonných hmot [litry]

Množství potřebné energie [kWh]

Počet dostupných agregátů [ks]

C.agregátu	Výkon [kW]	Spotřeba [l/h]
1	1320	398

Hodnocení připravenosti

Priorita objektu

2 | Specializovaná centra poskytující zdravotnické služby

Kapacita agregátů

Kapacita agregátů je nedostatečná, schází 280.00 kW
Množství energie agregátů je 13266.33 kWh

Nutná zásoba pohonných hmot

Zásoba pohonných hmot je nedostatečná, schází 11920.00 l
Současná zásoba PHM dostává na 10.05 hodin.

Připravenost objektu

Zdravotnické zařízení není připraveno na výpadek.

Obr. 32: Zdravotnické zařízení není připraveno na výpadek dodávky elektrické energie (zdroj: autor)

Obrázek 32 znázorňuje možný výstup hodnocení vybraného zdravotnického zařízení. Jak již z hodnocení vyplývá, jedná se o specializované centrum poskytující zdravotnické služby, kdy automaticky došlo k přiřazení priority 2 objektu zdravotnického zařízení. Dále došlo k zhodnocení kapacity agregátu, která v tomto případě není dostačující. Dle hodnocení můžeme zjistit, že schází 280 kW nového agregátu. Současně tento výstup udává množství energie agregátu, které činí 13 266 kWh. Následujícím výstupem je zhodnocení nutných zásob pohonných hmot. Jak již z obrázku vyplývá, zdravotnické zařízení nemá dostačující zásoby pohonných hmot k tomu, aby pokryly výpadek dodávky elektrické energie v čase určeném pro obnovu dodávek. Současně je určeno, na kolik hodin současné zásoby vystačí, a krizový manažer či technik má informaci, do kdy musí sehnat nové zásoby pohonných hmot. V tomto případě se jedná o 10 hodin. Nakonec dojde ke zhodnocení, že zdravotnické zařízení není připraveno na výpadek dodávky elektrické energie na základě zadaných parametrů.

5.2 Ověření navrženého algoritmu

Ověření navrženého hodnoticího systému pro zdravotnická zařízení bylo realizováno na 20 zdravotnických zařízeních v České republice. Celkem bylo osloveno 200 zdravotnických zařízení. Z tohoto počtu bylo celkem 160 zdravotnických zařízení typu nemocnice. Celková návratnost činí 10 %.

Toto ověření probíhalo na webovém rozhraní, které je dostupné pro zdravotnická zařízení pro hodnocení připravenosti čelit výpadku dodávky elektrické energie (viz kapitola 7).

Jak je z návrhu algoritmu patrné, prvním výstupem z hodnocení zdravotnických zařízení je prioritizace objektu. Z hodnocených zdravotnických zařízení byly do jednotlivých priorit zařazeny tyto objekty (Tabulka 18).

Tabulka 18 Rozdělení hodnocených zdravotnických zařízení (zdroj: autor)

Priorita	Typ zdravotnického zařízení	Počet zdravotnických zařízení k ověření
1	Oblastní nemocnice	8
	Městská nemocnice	5
	Nemocnice s poliklinikou	2
	Psychiatrická nemocnice	2
2	LDN	1
	Specializovaná centra poskytující zdravotnické služby	1
3	Rehabilitační péče	1

Z výše hodnocených zdravotnických zařízení proběhlo nejdříve hodnocení, zda jsou zdravotnická zařízení připravena na výpadek dodávky elektrické energie, či nikoliv. Čas výpadku byl stanoven na 8 hodin, dle výše uvedeného scénáře.

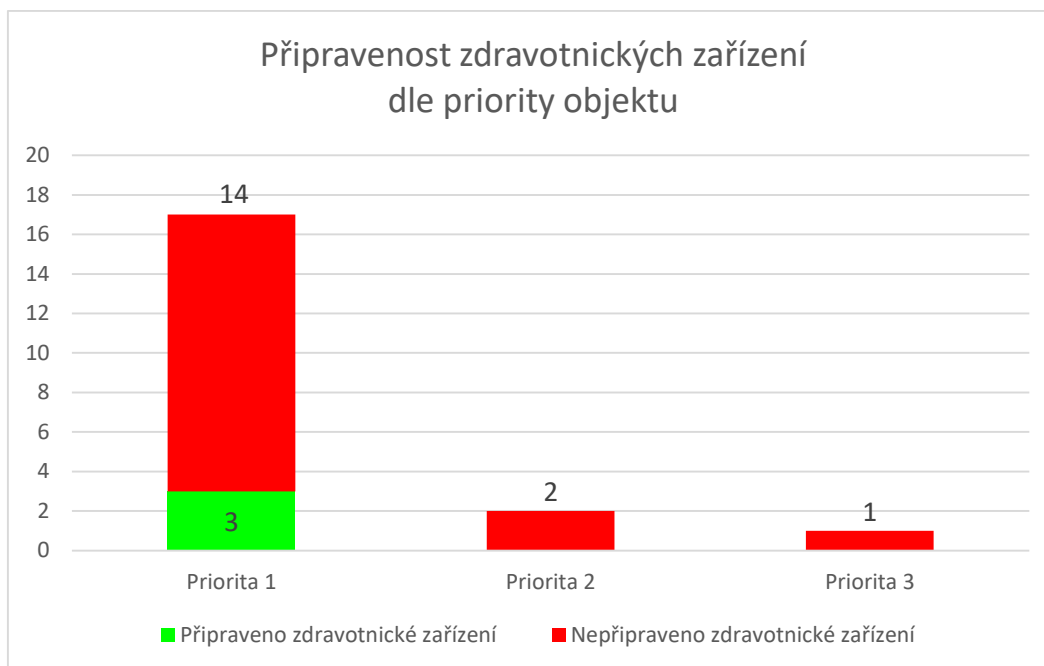


Obr. 33: Připravenost zdravotnických zařízení (zdroj: autor)

Obr. 33 zobrazuje připravenost zdravotnických zařízení, která dokáží čelit výpadku dodávky elektrické energie dle předem stanoveného scénáře. Tento scénář počítá s výpadkem dodávky elektrické energie na 8 hodin a časem obnovy dodávky elektrické energie na 32 hodin. Celkově lze dle stanoveného scénáře předpokládat, že zdravotnická zařízení budou bez dodávek elektrické energie po dobu 40 hodin. S touto hodnotou počítal hodnoticí systém při ověření připravenosti zdravotnických zařízení.

Z celkového počtu 20 ověřených nemocnic pouze 3 zdravotnická zařízení jsou připravena čelit výpadku v celkové době 40 hodin. Tato 3 zdravotnická zařízení mají vhodnou kapacitu agregátů a dostatečné zásoby pohonných hmot. Zbylých 17 zdravotnických zařízení není na tento výpadek dodávky elektrické energie připraveno.

Dále byla připravenost zdravotnických zařízení rozdělena dle priority objektu pro obnovu dodávek elektrické energie.



Obr. 34: Připravenost zdravotnických zařízení dle priority objektu (zdroj: autor)

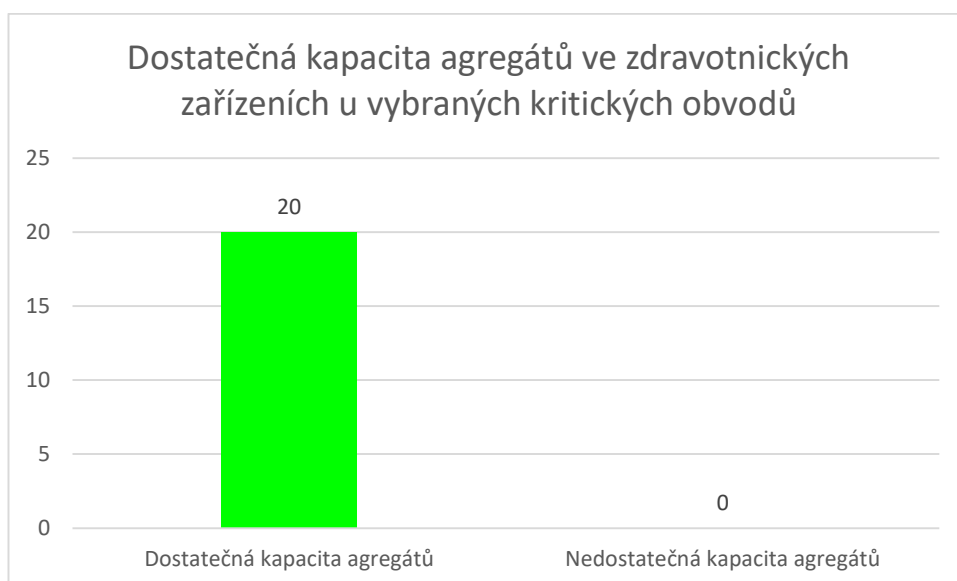
Z Obr. 34 je patrné, že do priority 1 spadá 17 zdravotnických zařízení. Z tohoto počtu jsou pouze 3 zdravotnická zařízení připravena čelit výpadku dodávky elektrické energie v celkové době 40 hodin. Zbylých 14 zdravotnických zařízení z priority 1 je nepřipravených čelit takovému výpadku dodávky elektrické energie.

Dále je z obrázku patrné, že do priority 2 spadají dvě zdravotnická zařízení a žádné z těchto zařízení není připraveno čelit dlouhodobému výpadku dodávky elektrické energie. Nakonec do priority 3 spadá jedno zdravotnické zařízení, které rovněž není připraveno čelit výpadku dodávky elektrické energie.

Po vyhodnocení připravenosti/nepřipravenosti zdravotnických zařízení čelit výpadku dodávky elektrické energie dojde k bližšímu rozboru zdravotnických zařízení. Tato zdravotnická zařízení budou vyhodnocena dle připravenosti na základě:

- kapacity agregátů,
- chybějících kapacit agregátů (dle priority a dle typu zdravotnického zařízení),
- zásob pohonných hmot,
- chybějících zásob pohonných hmot (dle priority a dle typu zdravotnického zařízení),
- množství energie agregátů (dle priority a dle typu zdravotnického zařízení),
- pokrytého výpadku (dle priority a dle typu zdravotnického zařízení).

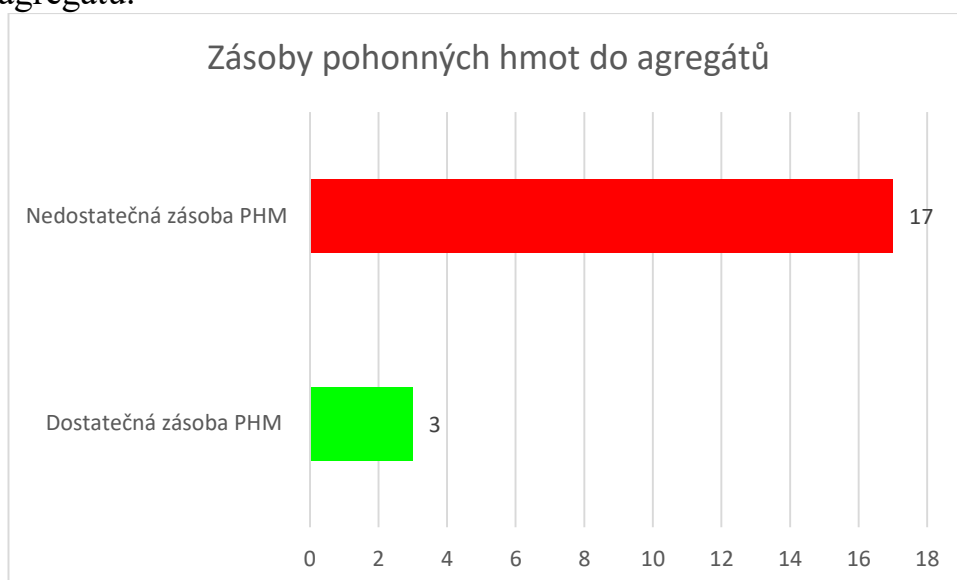
Prvním z výše zmíněných bodů je připravenost zdravotnických zařízení na základě kapacity agregátů ve zdravotnických zařízeních.



Obr. 35: Dostatečná kapacita agregátů ve zdravotnických zařízeních u vybraných kritických obvodů (zdroj: autor)

Obr. 35 znázorňuje hodnocení kapacit agregátů ve zdravotnických zařízeních u vybraných kritických obvodů. Z grafu je patrné, že všechna hodnocená zdravotnická zařízení jsou naprojektována tak, aby kapacita agregátů pokryla vybrané kritické obvody.

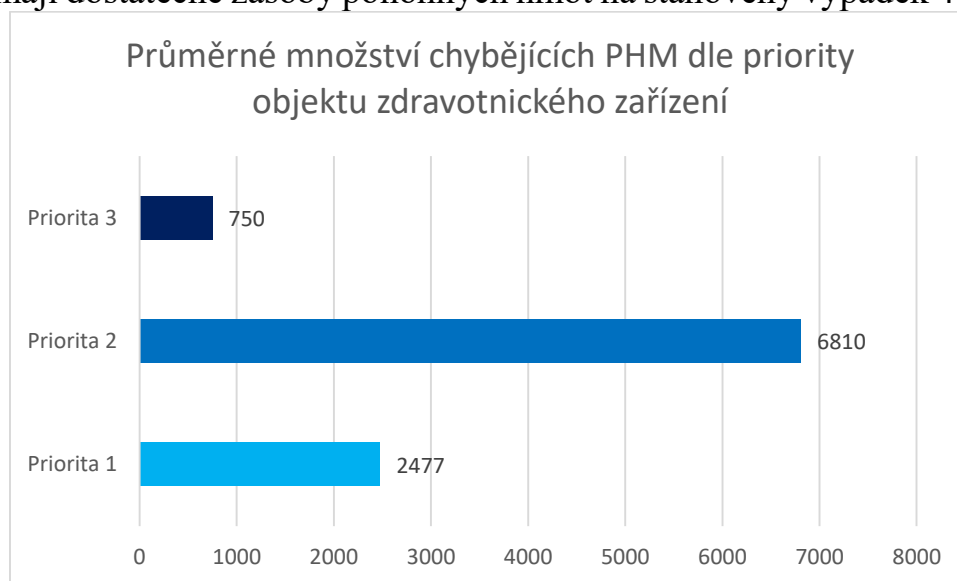
Dále je u zdravotnických zařízení hodnocena připravenost zásob pohonných hmot do agregátů.



Obr. 36: Zásoby pohonných hmot do agregátů (zdroj: autor)

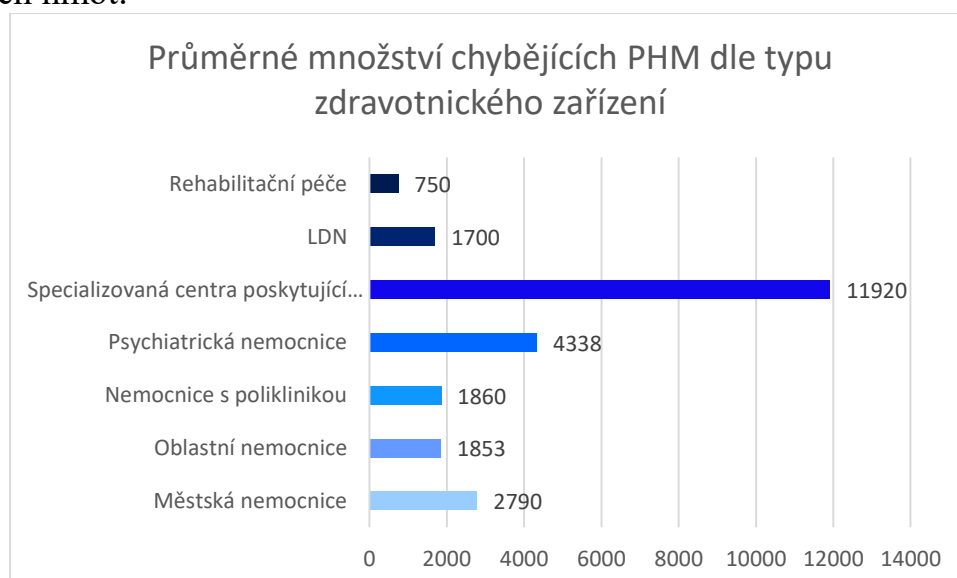
Obr. 36 uvádí, zda zdravotnická zařízení mají dostatečné zásoby pohonných hmot do agregátů. Z grafu je patrné, že z 20 hodnocených zdravotnických zařízení

nemá 17 dostatečné zásoby pohonných hmot. Naopak zbývající 3 zdravotnická zařízení mají dostatečné zásoby pohonných hmot na stanovený výpadek 40 hodin.



Obr. 37: Průměrné množství chybějících PHM dle priority objektu zdravotnického zařízení (zdroj: autor)

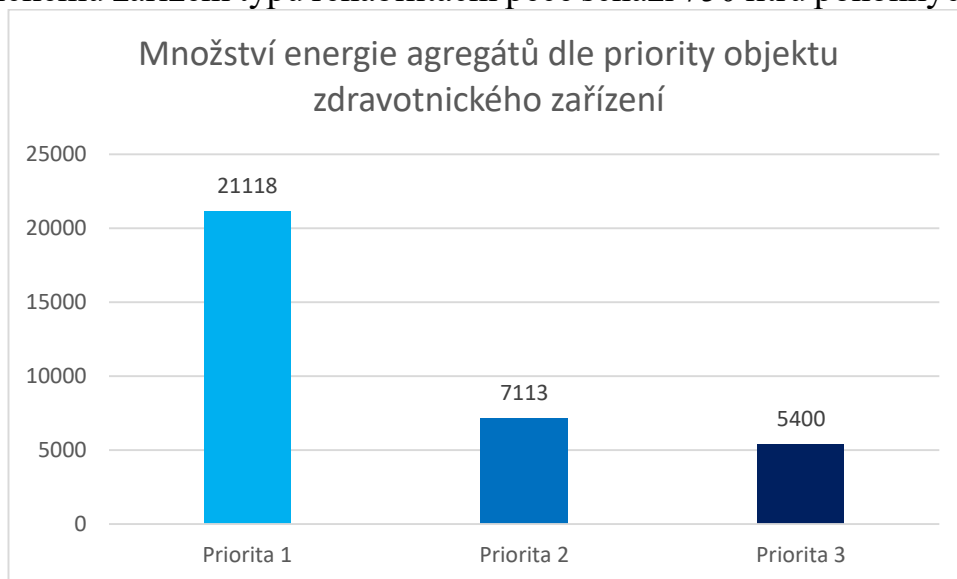
Obr. 37 znázorňuje, kolik průměrně chybí litrů pohonných hmot do agregátů dle priority objektu zdravotnického zařízení. Hodnoty jsou uváděny v litrech. Z grafu je patrné, že zdravotnickým zařízením zařazeným do priority 1 průměrně schází 2 477 litrů pohonných hmot. U zdravotnických zařízení zařazených do priority 2 schází průměrně 6 810 litrů a u priority 3 schází 750 litrů pohonných hmot.



Obr. 38: Průměrné množství chybějících PHM dle typu zdravotnického zařízení (zdroj: autor)

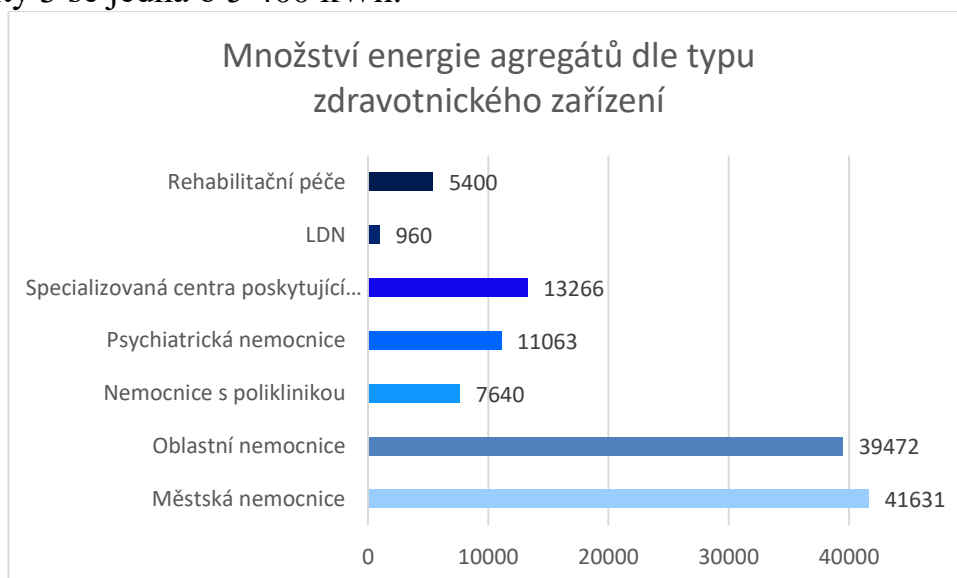
Obr. 38 znázorňuje, kolik průměrně chybí litrů pohonných hmot do agregátů dle typu zdravotnického zařízení. Hodnoty jsou uváděny v litrech. Z grafu

je patrné, že zdravotnickým zařízením typu specializovaná centra poskytující zdravotnické služby schází 11 920 litrů pohonných hmot. Na druhou stranu, zdravotnickému zařízení typu rehabilitační péče schází 750 litrů pohonných hmot.



Obr. 39: Množství energie agregátů dle priority objektu zdravotnického zařízení (zdroj: autor)

Obr. 39 znázorňuje průměrné množství energie agregátů dle priority objektu zdravotnického zařízení. Hodnoty jsou uváděny v kWh. Jak je z grafu patrné, průměrné množství energie agregátů dle priority objektu 1 je 21 118 kWh. Dále můžeme zjistit, že průměrné množství energie agregátu u priority 2 je 7 113 kWh a u priority 3 se jedná o 5 400 kWh.

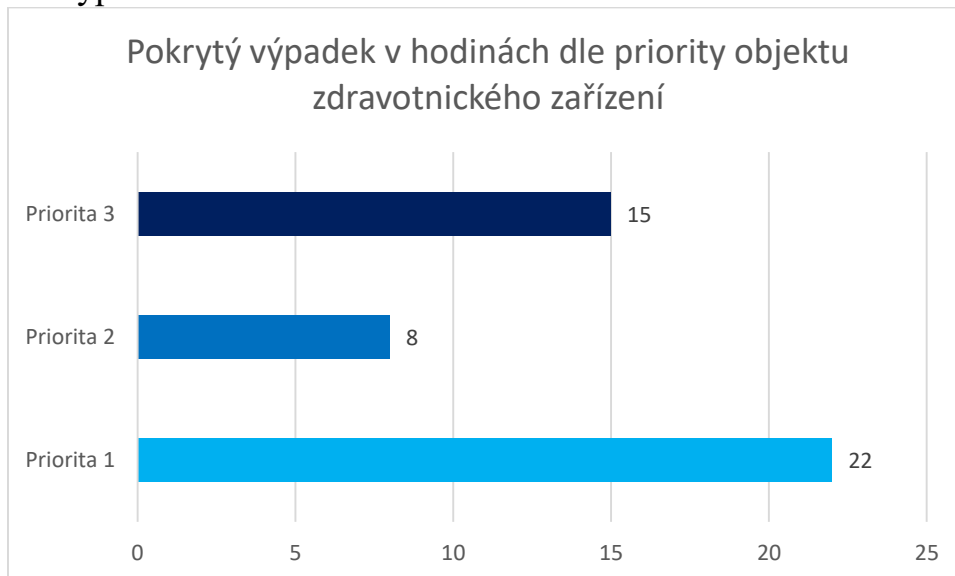


Obr. 40: Množství energie agregátů dle typu zdravotnického zařízení (zdroj: autor)

Následně byly hodnoty množství energie agregátů rozděleny dle typu zdravotnického zařízení (Obr. 40). Jak je z grafu patrné, průměrné množství energie agregátů u městské nemocnice je 41 631 kWh. Podobné hodnoty má také

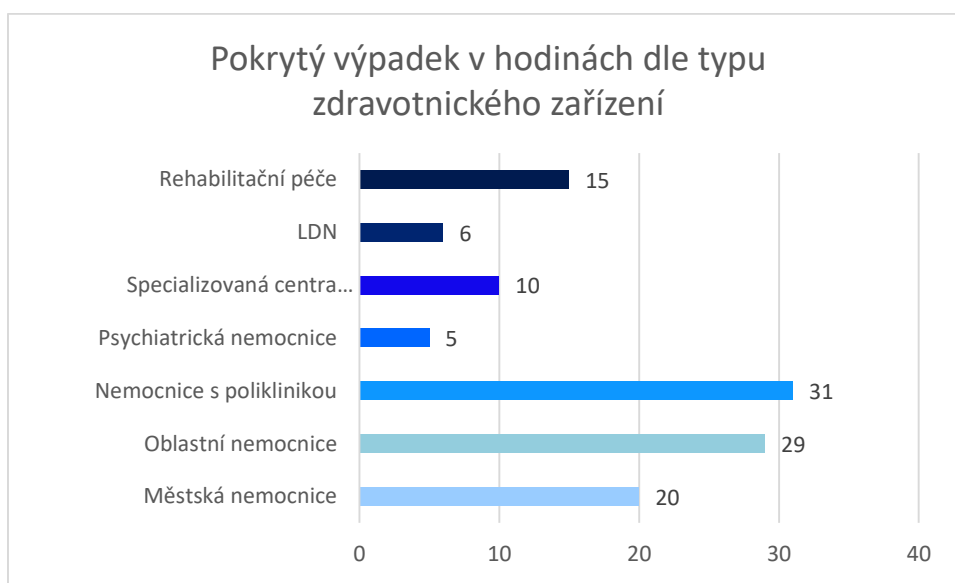
oblastní nemocnice (39 472 kWh). Naopak průměrné množství energie agregátů u zdravotnického zařízení typu LDN je 960 kWh.

Poslední hodnocenou skupinou sloužící k ověření navrženého hodnoticího systému je pokrytý výpadek. Toto vyhodnocení je opět rozděleno dle priority objektu a dle typu zdravotnického zařízení.



Obr. 41: Pokrytý výpadek v hodinách dle priority objektu zdravotnického zařízení (zdroj: autor)

Obr. 41 znázorňuje pokrytý výpadek dle priority objektu zdravotnického zařízení. Hodnoty jsou uváděny v hodinách. Z grafu je patrné, že průměrný pokrytý výpadek je nejvyšší u zdravotnických zařízení priority 1, kdy se jedná o 22 hodin. Naopak u zdravotnického zařízení priority 2 se jedná o čas 8 hodin a u priority 3 se jedná o čas 15 hodin.



Obr. 42: Pokrytý výpadek v hodinách dle typu zdravotnického zařízení (zdroj: autor)

Obr. 42 znázorňuje pokrytý výpadek v hodinách dle typu zdravotnického zařízení. Hodnoty jsou uváděny v hodinách. Z grafu je patrné, že průměrný pokrytý výpadek je nejvyšší u nemocnic s poliklinikou, kdy tento typ zdravotnického zařízení vydrží až 31 hodin. Naopak zdravotnická zařízení typu psychiatrické nemocnice vydrží pouze 5 hodin.

Dílčí závěr

Celkově bylo hodnocených 20 zdravotnických zařízení, kdy výsledky hodnocení byly dále rozděleny dle jednotlivých typů zdravotnických zařízení a dle priority objektu zdravotnického zařízení. Jak již bylo zmíněno výše a graficky podpořeno pomocí grafů a tabulky, 17 zdravotnických zařízení z 20 hodnocených není připraveno na výpadek dodávky elektrické energie. Jedná se o 85 % zdravotnických zařízení, což je považováno za vysoké číslo.

Podle vyhodnocení kapacity agregátů u kritických obvodů byla všechna zdravotnická zařízení připravena. Správné projektování agregátů do zdravotnických zařízení hraje významnou roli pro možnost pokrytí kritických obvodů těchto objektů a jejich následnou připravenost pro případ výpadku dodávky elektrické energie.

Dále bylo hodnocení zaměřeno na připravenost z hlediska zásob pohonných hmot do agregátů. Na základě stanoveného scénáře se požaduje, aby bylo zdravotnické zařízení schopno pokrýt výpadek dodávky elektrické energie včetně času na obnovu po dobu 40 hodin. Tomuto kritériu na základě hodnocení 20 zdravotnických zařízení odpovídají pouze 3. Jedná se o městské a oblastní nemocnice, které spadají do priority 1. Zbývajících 17 zdravotnických zařízení nemá dostatečné zásoby pohonných hmot. Chybějící množství pohonných hmot je rozdílné, a to od 12 tisíc litrů po 40 litrů.

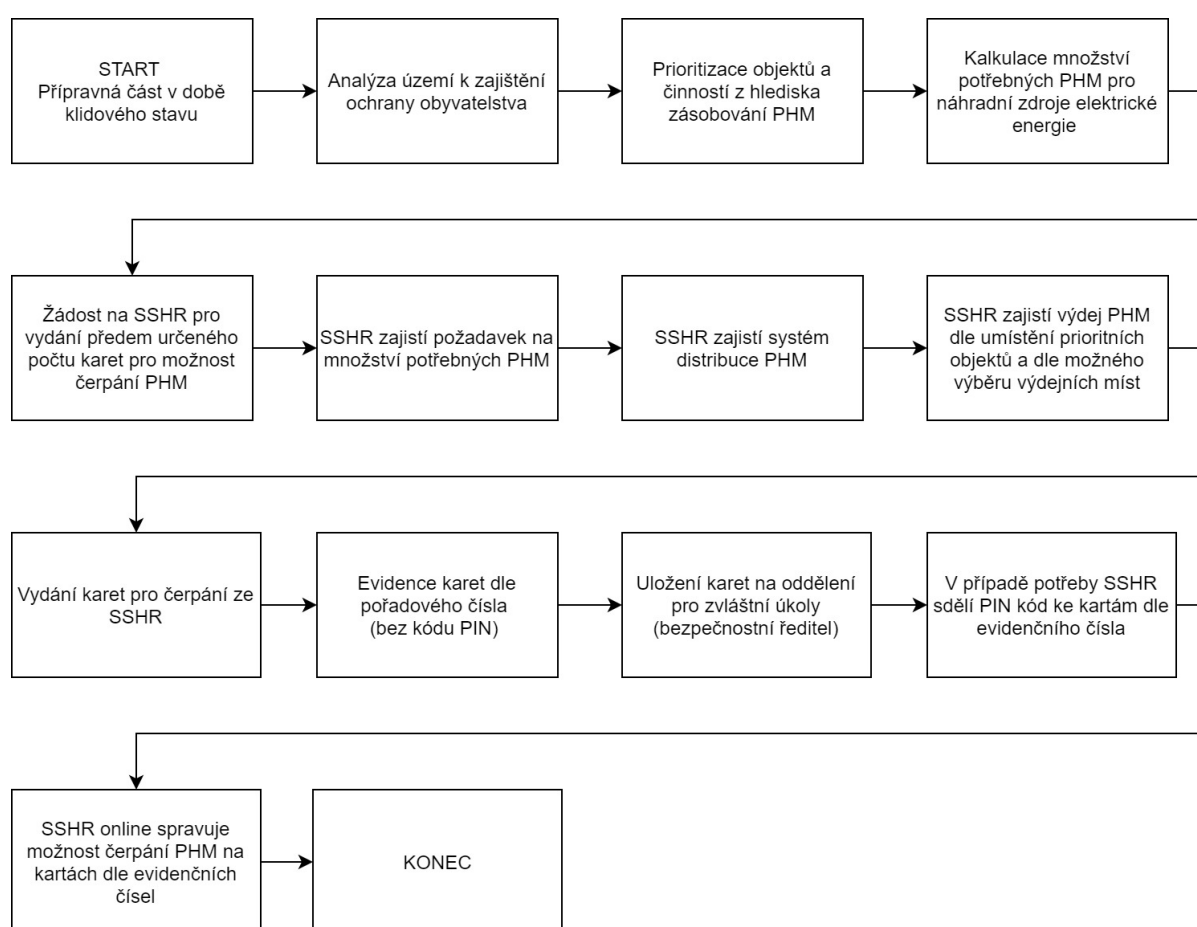
Následně bylo hodnoceno množství energie agregátů ve zdravotnických zařízeních, a to dle priority objektu a dle typu zdravotnického zařízení. Množství energie agregátů v jednotlivých zdravotnických zařízeních je rozdílné na základě jejich připravenosti. Nakonec došlo k hodnocení, na základě současných zásob pohonných hmot a spotřeby agregátů, jak dlouho jsou schopna zdravotnická zařízení pokrýt výpadek dodávky elektrické energie. Vybraná zdravotnická zařízení pokryjí výpadek dodávky elektrické energie až ve výši 68 hodin, jiná naopak pouze 6 hodin.

Závěrem lze konstatovat, že připravenost zdravotnických zařízení v České republice není na příliš vysoké úrovni. Z dvaceti hodnocených zdravotnických zařízení pouhých 15 % dokáže čelit výpadku dodávky elektrické energie ve výši 40 hodin. Tímto se potvrzuje také důležitost této práce se zaměřením na výpadek dodávky elektrické energie ve zdravotnických zařízeních.

5.3 Navržená opatření pro zdravotnická zařízení

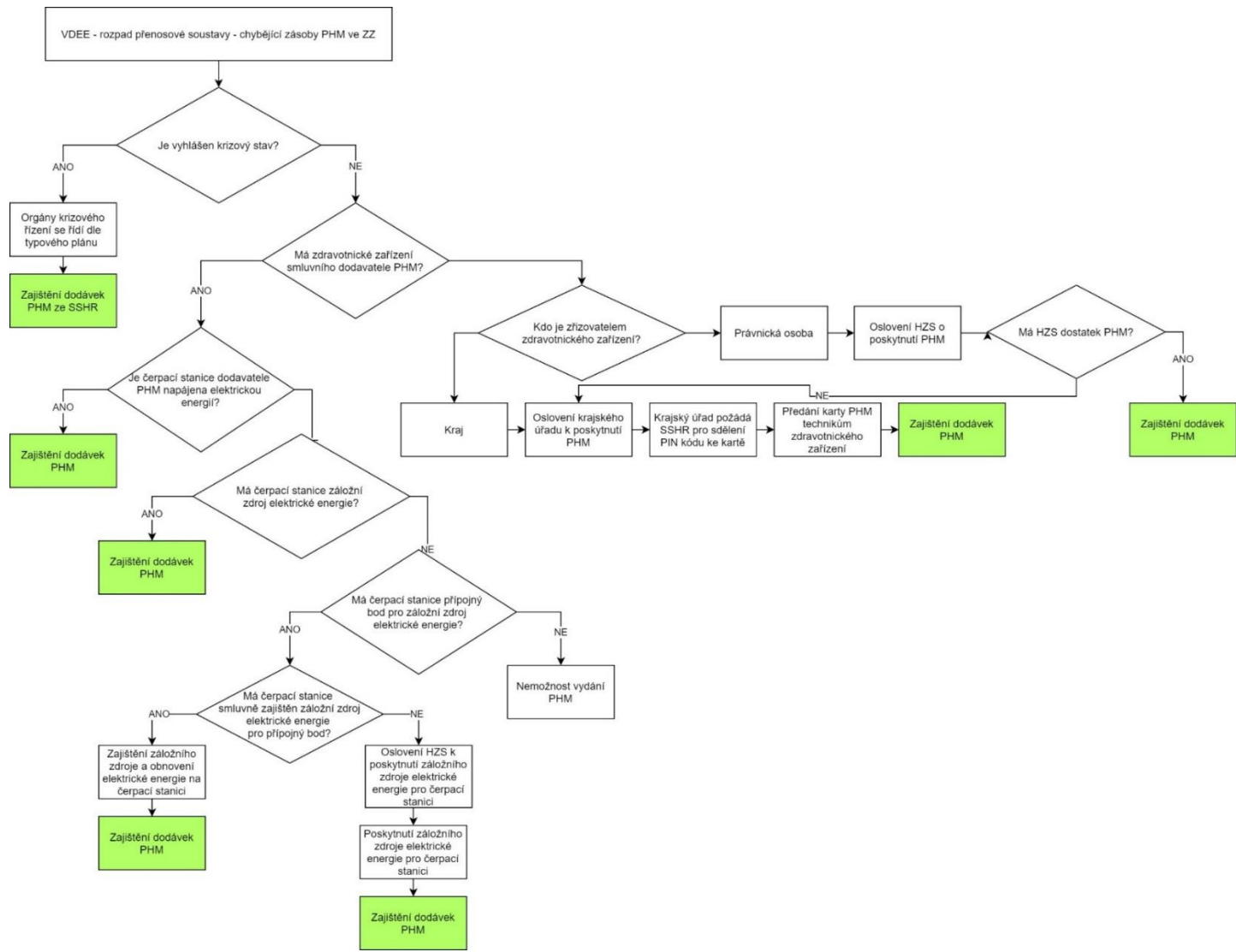
Na základě provedeného ověření algoritmu byl vyvozen závěr, že zdravotnická zařízení mají dostatečné kapacity agregátů v případě výpadku dodávky elektrické energie. Ovšem za významný nedostatek je považován, že nemají dostatek zásob PHM pro stanovený scénář výpadku dodávky elektrické energie. Díky tomuto zjištění bylo navrženo opatření, jak se v případě nedostatečného množství PHM zachovat.

Navržená opatření byla rozdělena na dvě části. První část se zabývá přípravnou částí v době klidového stavu (Obr. 43). Jedná se o návrh opatření, jak se na danou situaci připravit a zajistit dostatečné zásoby PHM. Tato část by měla být řešena na oddělení pro zvláštní úkoly (krajský úřad).



Obr. 43: Navržený scénář – přípravná část v době klidového stavu (zdroj: autor)

Druhá část opatření se zabývá situací, kdy již dojde k výpadku dodávky elektrické energie – rozpadu přenosové soustavy a zdravotnickým zařízením chybějí zásoby PHM (Obr. 44).



Obr. 44: Navržený scénář – rozpad přenosové soustavy, chybějící zásoby PHM ve zdravotnických zařízeních (zdroj: autor)

Zde je nutné se řídit daným scénářem, kdy je potřeba rozhodovat, zda se jedná o situaci, kdy je vyhlášen krizový stav, či nikoliv. Dále je nutné určit, zda má zdravotnické zařízení smluvního dodavatele, zda je čerpací stanice smluvního dodavatele napájena náhradním zdrojem elektrické energie atd. U zdravotnických zařízení je také rozhodující fakt, zda je zřizovatelem zdravotnického zařízení kraj, či právnická osoba. Na základě stanoveného scénáře a rozhodovacích bloků může zdravotnické zařízení zjistit, jakým způsobem je možné získat pohonné hmoty do agregátů.

6. PŘÍNOS PRO VĚDU A PRAXI

Na základě provedené analýzy současného stavu a literární rešerše lze konstatovat, že v současné době neexistuje komplexní hodnoticí a analytický systém, který by hodnotil, zda je zdravotnické zařízení připraveno čelit dlouhodobému výpadku dodávky elektrické energie, či nikoliv. Z tohoto pohledu je proto nutné konstatovat, že navržený hodnoticí systém je pro vědu a praxi přínosný, zejména pro zdravotnická zařízení. Z provedeného ověření navrhovaného algoritmu byly vyvozeny závěry, že zdravotnická zařízení v České republice nejsou připravena čelit výpadku dodávky elektrické energie delší než 40 hodin. Proto je nutné podotknout, že se nejedná pouze o navržený a vytvořený komplexní hodnoticí a analytický systém, ale také o navržená opatření, která jsou pro zdravotnická zařízení postupem, jak se zachovat v případě chybějících zásob pohonných hmot.

Navržený algoritmus navazuje na Metodiku kategorizace a prioritizace objektů nezbytných při obnově dodávek elektrické energie po blackoutu. Tento algoritmus je implementován a prezentován také jako informační podpora ve formě hodnoticího a analytického nástroje. Tento hodnoticí a analytický nástroj je významným přínosem a přidanou hodnotou pro zdravotnická zařízení. V případě, že dojde k výpadku dodávky elektrické energie, může technik či energetik zdravotnického zařízení na základě vstupních informací určit, zda je zdravotnické zařízení připraveno čelit výpadku dodávky elektrické energie, či nikoliv.

Přínos pro vědu lze spatřovat také v provedené analýze a kategorizaci rizik pro nemocnice. Na základě provedené analýzy rizik byly výsledky nejen prezentovány, ale také rozděleny do jednotlivých kategorií. Toto rozdělení by bylo možné využít také v dalších vědeckých pracích. Následně je možné spatřovat přínos v zapojení dané problematiky do výuky předmětů, které autorka práce vyučuje (Krizový management a bezpečnostní systém státu, Krizové řízení). Dále je možné tento algoritmus rozvíjet a rozšířit i pro další prvky kritické infrastruktury. Tuto práci je možné rozvíjet a zapojit do výzkumných projektů (TAČR, Bezpečnostní výzkum Ministerstva vnitra, ...).

Z hlediska přínosu pro praxi je nutné podotknout, že je potřeba upozornit na nízkou připravenost zdravotnických zařízení čelit výpadku dodávky elektrické energie. Navržená opatření z hlediska postupu zajištění pohonných hmot jsou přínosná nejen pro zdravotnická zařízení, ale také pro další objekty. Dále je nutné kontaktovat příslušné odbory kraje ve vazbě na proces určování prvků důležitých pro obnovu dodávek elektrické energie.

ZÁVĚR

Disertační práce se zabývala krizovou připraveností zdravotnických zařízení z hlediska dlouhodobého výpadku dodávky elektrické energie. Stále častěji se setkáváme se situacemi, kdy dochází k výskytu katastrof, ať již naturogenního či antropogenního charakteru. Tato práce se mimo jiné zabývala vědeckou otázkou, která řešila rostoucí tendenci výskytu katastrof, jež se potvrdila. Katastrofy mohou mít kaskádový efekt a způsobit mimo jiné i dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie.

Oblast energetiky patří mezi základní prvky kritické infrastruktury. Jednotlivé prvky jsou vzájemně provázány a narušení jednoho prvku kritické infrastruktury může způsobit kaskádový efekt dalších prvků. Jedním z nich může být oblast zdravotnictví. V případě, že dojde k výpadku dodávky elektrické energie, je nezbytné, aby zdravotnická zařízení měla zajištěny náhradní zdroje elektrické energie a dostatek pohonných hmot pro jejich provoz. V případě dlouhodobého výpadku dodávky elektrické energie je nezbytné, aby zdravotnické zařízení zjistilo, jak dlouho je schopno využívat náhradní zdroje elektrické energie. Pro tyto účely byl proto navržen algoritmus a jeho informační podpora ve formě komplexního hodnoticího nástroje, který dokáže zjistit, zda je zdravotnické zařízení schopno čelit předpokládanému výpadku dodávky elektrické energie. V případě, že hodnoticí systém zjistí, že zdravotnické zařízení není připraveno na dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie, určí, zda jsou kapacity agregátu a zásoby pohonných hmot dostačující. Zde nastává hlavní problém, že zdravotnická zařízení nemají dostatek pohonných hmot a musí si je zajistit od externího dodavatele. V tomto případě získá zdravotnické zařízení také informaci, na kolik hodin jsou pohonné hmoty schopny pokrýt výpadek. Tento hodnoticí systém navazuje a rozšiřuje Metodiku kategorizace a prioritizace objektů nezbytných při obnově dodávek elektrické energie po blackoutu.

Jak již bylo zmíněno v kapitole Cíle disertační práce, pro splnění hlavního cíle disertační práce bylo nezbytné nastavení a následně dosažení dílčích cílů. Jedním z těchto dílčích cílů bylo provedení analýzy rizik. Jak již bylo zmíněno, stále častěji se setkáváme s katastrofami naturogenního či antropogenního charakteru. Ty mohou způsobit dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie. V rámci analýzy rizik byly hodnoceny jednotlivé výpadky, které mají dopad na zdravotnická zařízení. Výpadek dodávky elektrické energie spadá do kategorie II, jakožto střední riziko. Následně bylo vybráno deset rizik a byl hodnocen jejich dopad na dlouhodobý výpadek dodávky elektrické energie v nemocnicích. Opět došlo k rozdělení do třech kategorií. Mezi nejzávažnější riziko patří požár trafostanice a mezi střední rizika patří větrné bouře, rozsáhlý požár a vlna veder.

V závěru práce byly navrženy scénáře pro zajištění dodávek pohonných hmot do zdravotnických zařízení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ANGERER, J., HAN, G., FUJISAKI, I., HAVSTAD, K. M., 2008. Climate Change and Ecosystems of Asia With Emphasis on Inner Mongolia and Mongolia. *Rangelands*, **30**(3), pp. 45-51, ISSN 0190-0528.

ARAB, M., ZERAATI, H., AKBARI, H. F., RAVANGARD, R., 2009. A study on the executive managers' knowledge and performance, and their hospitals preparedness against earthquake events and their relationships at public hospitals. *Journal of Health Administration*, **11**(34), pp. 7-14. ISSN 2008-1200.

ARADAM, A., 2014. Hospitals safety from disasters in I.R.iran: the results from assessment of 224 hospitals. *PLoS Currents Disaster*, **28**(6), pp. 1–18.

Auckland's Power Outage, 1998. [online] ©1998 [cit. 10. 10. 2018] Dostupné z: <https://www.cs.auckland.ac.nz/~pgut001/misc/mercury.txt>

Audit národní bezpečnosti, 2016. Ministerstvo vnitra ČR, odbor bezpečnostní politiky a prevence kriminality, Praha.

BANNOW, Tara, 2019. California hospitals rely on generators during PG&E power outages. [online] Modern Healthcare ©2019 [cit. 10. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.modernhealthcare.com/providers/california-hospitals-rely-generators-during-pge-power-outages>

BARNWEL, I., et al., 2020. Evaluationg Disaster Damages and Operational Status of Health-Care Facilities during the Emergency Response Phase of Hurricane Maria in Puerto Rico. *Disaster Medicine and Public Health Preparednes*, **14**(1), pp. 80-88. ISSN 1935-7893.

BENEŠ, Ivan, 2008. Blackout. Praha: Cityplan.

BENEŠ, Ivan, 2010. Rizika blackoutů: Vliv na obyvatelstvo a fungování státní správy. [online]. Praha: CityPlan.

Bezpečnostní strategie České republiky 1999, 1999. Praha: Agentura vojenských informací a služeb.

Bezpečnostní strategie České republiky 2001, 2001. Praha.

Bezpečnostní strategie České republiky 2003, 2003. Praha.

Bezpečnostní strategie České republiky 2011, 2011. Praha: Ministerstvo zahraničních věcí České republiky.

Bezpečnostní strategie České republiky 2015, 2015. Praha: Ministerstvo zahraničních věcí České republiky.

BLAKIE, P., CANNON, T., DAVIS, I., WISNER, B., 2005. At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, **2**(2), pp. 1-5. ISBN 0-4152-5216-4.

BOŽEK, František, 2018. Naturogení a antropogenní katastrofy, přednáška.

BREHOVSKÁ, Lenka, 2011. Blackout. *Kontakt*, 13(1), 2011, pp. 107-111, ISSN 1212-4117.

BREHOVSKÁ, Lenka, Veronika NEŠPOROVÁ, David ŘEHÁK, 2017. Approach to Assessing the Preparedness of Hospitals to Power Outage. *Transactions of the VSB - Technical University of Ostrava*. **12**(1), pp. 30-40, ISSN 1805-3228.

CIOCA, Marius a Lucian-Ionel CIOCA, 2010. Decision Support Systems used in Disaster Management. In: Chiang Jao. *Decision Support Systems*. IntechOpen, pp. 371-390. ISBN 978-953-7619-64-0.

ČEPS, a.s., 2018. [online] ©2018 [cit. 10. 12. 2019] Dostupné z: <https://www.ceps.cz/cs/>

ČSN 33 2000-7-710, 2013. Elektrická instalace nízkého napětí, část 7-710: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Zdravotnické prostory. Praha: Český normalizační institut.

DJALALI, A., HOSSEINIENAB, V., HASANI, A., SHIRMARDI, K., CASTREN, M., OHLEN, G., PANAH, F., 2009. A fundamental, national, medical disaster management plan: an education-based model. *Prehospital and Disaster Medicine*, **24**(6), pp. 565-569. ISSN 1049-0231.

Doktrína komunikačních a informačních systémů, 2003. AD - 6.1. Praha: MO GŠ.

DOMINIANNI, C., LANE, K., JAHNSON, S., ITO, K., MATTE, T., 2018. Health impacts of citywide and localized power outages in New York City. *Environmental Health Perspectives*, **126**(6), pp. 1-12, ISSN 0091-6765

DOWNBURST, 2020. [online] ©2020 [cit. 15. 5. 2020] Dostupné z: <https://stare.tornado-cz.cz/poznamky/downburst.html>

DROZDEK, Marek a Katarína JELŠOVSKÁ, 2013. *Informační podpora krizového řízení se zaměřením na práci s geoinformačním systémem ArcGIS*. Dostupné z: <http://docplayer.cz/255752-Informacni-podpora-marek-drozdek-opava-2013-hrazeno-z-prostredku-projektu-opvk-cz-1-07-2-2-00-15-0174.html>

DW, 2019. Argentina, Uruguay, Paraguay suffer massive power blackout. [online] ©2019 [cit. 10. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.dw.com/en/argentina-uruguay-paraguay-suffer-massive-power-blackout/a-49225070>

EMBURY-DENIS, Tom, 2018. Lombok earthquake: Tourists 'forced to pay to board rescue ships', [online] ©2018 [cit. 6. 5. 2020] Dostupné z: <https://www.independent.co.uk/news/world/asia/lombok-earthquake-latest-indonesia-tremor-quake-dead-victims-tourists-a8480356.htm>

EM-DAT, the International Disaster Database. EM-DAT Glossary [online]. ©2009 [cit. 10. 1. 2020]. Dostupné z: <https://www.emdat.be/Glossary>

Evropská bezpečnostní strategie, bezpečná Evropa v lepším světě, 2009. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, pp. 1-52. ISBN 978-92-824-2416-2.

Facts about Hurricane Sandy, 2018. [online] ©2018 [cit. 6. 5. 2020] Dostupné z: <https://www.dosomething.org/us/facts/11-facts-for-hurricane-sandy>

FALLAH-ALIABADI, S., OSTADTAGHIZADEH, A., ARDALAN, A., FATEMI, F., KHAZAI, B., MIRJALILI, M. R., 2020. Towards developing a model for the evaluation of hospital disaster resilience: A systematic review. *BCM Health Services Research*, **20**(1), pp. 2-11, ISSN 1472-6963.

GOTANDA, H., FOGEL, J., HUSK, G., LEVINE, J. M., PETERSON, M., BAUMLIN, K., HABBOUSHE, J., 2015. Hurricane Sandy: Impact on emergency department and hospital utilization by older adults in Lower Manhattan, New York (USA). *Prehospital and Disaster Medicine*, **30**(5), pp. 496-502. ISSN 1945-1938.

HEIDARANLU, E., EBADI, A., KHANKEH, H. R., ARDALAN, A., 2015. Hospital Disaster Preparedness Tools: a Systematic Review. *PLoS Currents Disasters*, **1**, pp. 1-19, ISSN 2157-3999.

HEIDENSTROM, Nina a Linda KVARNLÖF, 2018. Coping with blackouts: A practice theory approach to household preparedness. *Journal of Contingencies and Crisis Management*. **26**, pp. 272-282. ISSN 1468-5973.

HENDL, Jan, 2015. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-0981-2.

HESS, Daniel B., 2019. How do hospitals prepare for hurricanes? [online] CNN ©2019 [2019-12-10]. Dostupné z: <https://edition.cnn.com/2019/09/02/health/hurricane-hospital-prep-partner/index.html> H

HROMADA, Martin a Tomáš FRÖHLICH, 2019. *Metodika kategorizace a prioritizace objektů nezbytných při obnově dodávek elektrické energie po blackoutu*.

HROMADA, Martin, David REHAK a Neil WALKER, 2020. Electricity Infrastructure Technical Security: Practical Application and Best Practices of Risk Assessment. In: David Rehak et al. *Safety and Security Issues in Technical Infrastructures*. Information Science. ISBN 978-1799830597.

HZS Olomouckého kraje, 2020. Nebezpečné látky. [online] ©2020 [cit. 15. 5. 2020]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/menu-ochrana-obyvательства-nebezpecne-latky-nebezpecne-latky.aspx?q=Y2hudW09Mg%3D%3D>

IFRC, 2020. What is a disaster? [online] ©2020 [cit. 15. 5. 2020] Dostupné z: <https://www.ifrc.org/en/what-we-do/disaster-management/about-disasters/what-is-a-disaster/>

IRFAN, Umair, 2012. Superstorm Sandy May Have Long-Term Public Health Impact [online] ©2012 [cit. 10. 10. 2019] Dostupné z: <https://www.scientificamerican.com/article/superstorm-sandy-may-have-long-term-public-health-impacts/>

JANEČKOVÁ, Hana a Helena HNILICOVÁ, 2009. *Úvod do veřejného zdravotnictví*. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-592-9.

JENKINS, J. L., KELEN, G. D., SAUER, L. M., FREDERICKSEN, K. A., 2009. Review of hospital preparedness instruments for National Incident Management System compliance. *Disaster Medical Public Health Preparedness*, **3**(2), pp. 83-89.

JIE, Li, Jiang JIAN-HUA and Li MING-HAO, 2001. Hazard analysis system of urban post-earthquake fire based on GIS. *ACTA Seismologica Sinica*, **14**(4), pp. 448-455, ISSN 0253-3782.

JIRÁSEK, Petr, Luděk NOVÁK a Josef POŽÁR, 2013. *Výkladový slovník kybernetické bezpečnosti*. Policejní akademie ČR v Praze.

KELMAN, Ilan, 2019. Disaster Definitions [online]. © 2019 [cit. 10. 1. 2020]. Dostupné z: <http://www.ilankelman.org/miscellany/DisasterDefinitions.doc>

KLIMAWEB, 2020. Pojmy. [online] ©2020 [cit. 15. 5. 2020]. Dostupné z: <http://www.klimaweb.cz/pojmy>

Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030, 2013. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky.

KRIZPORT. Rady pro občany - blackout [online]. ©2020 [cit. 15. 1. 2020]. Dostupné z: <https://www.krizport.cz/rady/rady-pro-obcany-blackout>

KUKAL, Zdeněk, 1982. *Přírodní katastrofy*. Praha: Horizont.

KUKAL, Zdeněk a Karel POŠMOURNÝ, 2005. Přírodní katastrofy a rizika. *PLANETA*, **12**(3), pp. 1-52, ISSN 1213-3393.

LIEVANOS, R. S., HORNE, CH., 2017. Unequal resilience: The duration of electricity outages. *Energy Policy*, **108**, pp. 201-211, ISSN 0301-4215.

LIN, C.-H., LIU, X., YANG, C.-T., PAN, Y.-K., LIAO, Y.-C., 2017. Approaches for evaluating failure probability of emergency power supply systems in Hospitals. *International Journal of Safety and Security Engineering*, **7**(4), pp. 568-576, ISSN 2041-9031.

LUKÁŠ, Luděk, Petr HRŮZA a Milan KNY, 2008. *Informační management v bezpečnostních složkách*. Praha: Ministerstvo obrany České republiky, pp. 214. ISBN 978-80-7278-460-8.

MAREŠ, Miroslav, Jaroslav REKTOŘÍK a Jan ŠELEŠOVSKÝ, 2013. *Krizový management: případové bezpečnostní studie*. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-86929-92-7.

Merian-Webster. Dictionary - power cut [online]. ©2020a [cit. 17. 5. 2020]. Dostupné z: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/power%20cut>

Merian-Webster. Dictionary - blackout [online]. ©2020b [cit. 17. 5. 2020]. Dostupné z: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/blackout>

Metodika zajištění ochrany kritické infrastruktury v oblasti výroby, přenosu a distribuce elektrické energie, 2012. Deloitte.

Novinky, 2003. Milión lidí bez proudu, ČEZ i E.ON mají stav nouze [online]. © 2003 [cit. 10. 10. 2018]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/ekonomika/106997-milion-lidi-bez-proudu-cez-i-e-on-maji-stav-nouze.html>

Munich RE, NatCatSERVICE, 2020. [online] ©2020 [cit. 5. 3. 2020] Dostupné z: <https://natcatservice.munichre.com/events/1?filter=eyJ5ZWZyRnJvbSI6MTk4M0CwieWVhclRvIjoyMDE4fQ%3D%3D&type=1>

Nařízení vlády 432/2010 Sb., o kritériích pro určení prvku kritické infrastruktury. In: Sběrka zákonů ČR. Ročník 2010, částka 149.

NEMČOK, A., PAŠEK, J., RYBÁŘ, J., 1974. Dělení svahových pohybů. In *Sborník Geol. Věd.*, **11**, pp. 77-97.

News 18, 2019. Massive Power Cut Leaves 48 mn South Americans in Dark; Trains Halt, Hospitals Run on Generators. [online] (c)2019 [cit. 10. 12. 2020] Dostupné z: <https://www.news18.com/news/world/massive-power-outage-hits-argentina-uruguay-system-being-brought-back-from-zero-2189415.html>

NIANIAS, Helen a Chris GRAHAM, 2018. Indonesia earthquake: At least 98 dead as tourists evacuated after 'massive' damage, 2018 [online] ©2018 [cit. 6. 5. 2020] Available: <https://www.telegraph.co.uk/news/2018/08/05/earthquake-kills-19-tremors-hit-lombok-bali/>

NRC. Disaster and climate change, 2020. [online]. ©2020 [cit. 17. 5. 2020]. Dostupné z: <https://www.nrc.no/what-we-do/speaking-up-for-rights/climate-change/>

PAULUS, F., KRÖMER, A., PETR, J., ČERNÝ, J., 2015. *Analýza hrozeb pro Českou republiku (závěrečná zpráva)*. Praha: Hasičský záchranný sbor České republiky.

PO, H. F., YEUNG, C. H., ZENG, A., WONG, K. Y. M., 2017. Evolving power grids with self-organized intermittent strain releases: An analogy with sandpile models and earthquakes. *Physical Review E*, **96**(5), ISSN 2470-0045.

Portál ČHMI, 2020. Sucho. [online] ©2020 [cit. 15. 5. 2020]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/Definice_sucha.html

Problém jménem blackout, 2015. 3 pól - Magazín plný pozitivní energie [online]. Copyright © Třípól [cit. 10. 10. 2018]. Dostupné z: <http://www.3pol.cz/cz/rubriky/fyzika-a-klasicka-energetika/1768-problem-jmenem-blackout>

REHAK, David, Martin HROMADA a Petr NOVOTNY, 2016a. European Critical Infrastructure Risk and Safety Management: Directive Implementation in Practice. *Chemical Engineering Transactions*, **45**, pp. 943-948, ISSN 2283-9216.

REHAK, D., MARKUCI, J., HROMADA, M., BARCOVA, K., 2016b. Quantitative Evaluation of the Synergic Effects of Failures in a Critical Infrastructure System. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, **14**, pp. 3-17, ISSN1874-5482.

REHAK, D., SENOVSKY, P., HROMADA, M., LOVECEK, T., NOVOTNY, P., 2018a. Cascading Impact Assessment in a Critical Infrastructure System. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, **22**, pp. 125-138, ISSN 1874-5482.

REHAK, David a Martin HROMADA, 2018b. Failures in a Critical Infrastructure System. In: Takafumi Nakamura. *System of System Failure*. ISBN 978-1-78923-047-5.

REHAK, David, Martin HROMADA a Tomas LOVECEK, 2020. Personnel threats in the electric power critical infrastructure sector and their effect on dependent sectors: Overview in the Czech Republic. *Safety Science*. **127**, pp. 1-10, ISBN 0925-7535.

RODRIGUEZ, O., BECH, J., SORIANO, J. D., GUTIERREZ, D., CASTAN, S., 2020. A methodology to conduct wind damage field surveys for high-impact weather events of convective origin. *Natural Hazards Earth System Sciences*, **20**, pp. 1513-1531.

ROTH, Sammy, 2019. California's blackouts could make fighting climate change even harder. [online] Las Angeles Times ©2019 [cit. 10. 12. 2020]. Dostupné

z: <https://www.latimes.com/environment/story/2019-10-29/california-power-outages-wildfires-climate-change>

ŘEHÁK, David, Bohumír MARTÍNEK a Petra RŮŽIČKOVÁ, 2015. *Ochrana obyvatelstva v kontextu aktuálních bezpečnostních hrozeb*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-169-9.

SEDLÁČEK, Jiří a Lukáš VYMAZAL, 2018. *Krizport, Rady pro občany – Blackout*.

SENA, Aderita, Carlos CORVALAN and Kristie EBI, 2014. Climate Change, Extreme Weather and Climate Events, and Health Impacts. In: Freedman B. (eds) *Global Environmental Change. Handbook of Global Environmental Pollution*, 1, pp. 605-613. ISBN 978-94-007-5783-7.

SKARBEEK, Lukasz, Arkadiusz, ZAK a Dominik AMBROZIAK, 2014. Monitoring of overhead power transmission system. *7th European Workshop on Structural Health Monitoring*, pp. 663-670.

Směrnice rady 2008/114/ES, o určování a označování evropských kritických infrastruktur a o posouzení potřeby zvýšit jejich ochranu (2008). Brusel.

Státní energetická koncepce České republiky, 2015. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu.

Strategický rámec Česká republika 2030, 2015. Úřad vlády České republiky.

Strategie vnitřní bezpečnosti EU. Směrem k evropskému modelu bezpečnosti, 2010. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie. ISBN 978-92-824-2674-6.

TAHIR, Tariq, Peter ALLEN a Jon LOCKET, 2018. France flash floods [online] ©2018 [cit. 6. 5. 2020] Dostupné z: <https://www.thesun.co.uk/news/7494537/france-flash-floods-devastation-hospitals-roads-evacuations/>

TINESSIA, Adeline, 2019. Why Java's recent blackout illuminates a big problem. [online] The Monsoon Project [cit. 10. 12. 2019] Dostupné z: <https://www.themonsoonproject.org/why-javas-recent-blackout-illuminates-a-big-problem/>

TRUMP, Donald, 2017. *National Security Strategy (NSS 2017)*. United States of America, Washington DC.

TSAI, S., HAMBY, T., CHU, A., GLEASON, J.A., GOODROW, G.M., GU., H., LIFSHITZ, E., FAGLIANO, J. A., 2016. Development and Application of Syndromic Surveillance for Severe Weather Events Following Hurricane Sandy. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, **10**(3), pp. 463-471, ISSN 1935-7893.

Typový plán, Narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu, 2018. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu.

VALEZ-VALLE, E. M., SHENDL, D., ECHEVERRIA, S., SANTORELLI, M., 2016. Type II diabetes emergency room visits associated with Hurricanes Sandy in New Jersey: Implications for preparedness. *Journal of Environmental Health*, **79** (1), pp. 30-37. ISSN 0022-0892

Vyhláška č. 246/2001 Sb. o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci). In: Sbíрка zákonů. Ročník 2001, částka 95.

Vyhláška č. 80/2010 o stavu nouze v elektroenergetice a o obsahových náležitostech havarijního plánu. In: Sbíрка zákonů. Ročník 2010, částka 28.

WEAR, James O., 2013. Preparing your hospital for a natural or man-made disaster. *Conference proceedings of World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering*, **39**. ISBN 978-3-642-29305-4.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2015. *Guidelines on the definition and monitoring of extreme weather and climate events*.

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In: Sbíрка zákonů ČR. Ročník 2006, částka 63.

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému. In: Sbíрка zákonů ČR. Ročník 2000, částka 73.

Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení (krizový zákon). In: Sbíрка zákonů ČR. Ročník 2000, částka 73.

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách (vodní zákon). In: Sbíрка zákonů ČR. Ročník 2001, částka 98.

Zákon č. 350/2011 o chemických látkách a chemických směsích (chemický zákon). In: Sbíрка zákonů ČR. Ročník 2011, částka 122.

Zákon č. 365/2000 Sb. o informačních systémech veřejné správy a o změně některých dalších zákonů. In: Sbírka zákonů. Ročník 2000, částka 99.

Zákon č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zákon o zdravotních službách). In: Sbírka zákonů ČR. Ročník 2011, částka 131.

Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákon (energetický zákon). In: Sbírka zákonů ČR. Ročník 2000, částka 131.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Bezpečnostní hrozby ČR 1999–2015 (Bezpečnostní strategie České republiky 1999–2015)	15
Tabulka 2 Typy hrozeb s nepřijatelným rizikem (Paulus, 2015)	20
Tabulka 3 Příklady výpadku dodávky elektrické energie velkého rozsahu ve světě (Typový plán narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu, 2018 + upravil autor)	27
Tabulka 4 Základní parametry scénáře obnovy napájení území elektrickou energií po poruše typu výpadek dodávky elektrické energie velkého rozsahu (Hromada, 2019)	35
Tabulka 5 Třídy napájení elektrickou energií (ČSN 33 2000-7-710)	38
Tabulka 6 Dělení zdravotnických prostor dle skupin (ČSN 33 2000-7-710)	39
Tabulka 7 Prognostické modely (zdroj: autor)	48
Tabulka 8 Podíl počtu respondentů v % v rámci analýzy rizik (zdroj: autor)	50
Tabulka 9 Stupnice vyjádření rizika (zdroj: autor)	51
Tabulka 10 Základní výsledky popisné statistiky (zdroj: autor)	53
Tabulka 11 Hodnocení výpadků pro nemocnice dle jednotlivých kategorií (zdroj: autor)	56
Tabulka 12 Základní výsledky popisné statistiky (zdroj: autor)	61
Tabulka 13 Základní výsledky popisné statistiky (zdroj: autor)	61
Tabulka 14 Hodnocení výpadků pro nemocnice dle jednotlivých kategorií (zdroj: autor)	62
Tabulka 15 Hodnocení výpadků pro nemocnice dle jednotlivých kategorií (zdroj: autor)	62
Tabulka 16 Výběr objektu (Hromada, 2019)	76
Tabulka 17 Rozdělení priorit objektů u zdravotnických zařízení (zdroj: Hromada, 2019)	82
Tabulka 18 Rozdělení hodnocených zdravotnických zařízení (zdroj: autor)	93

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Výsledky analýzy a hodnocení hrozeb pro Českou republiku (Paulus, 2015).....	20
Obr. 2: Mapa přenosové soustavy ČR (ČEPS, 2018).....	32
Obr. 3: Systém kritické infrastruktury a kaskádové efekty (Řehák, 2016b)	32
Obr. 4: Kaskádový efekt vybrané katastrofy (Krizport, 2020).....	33
Obr. 5: Makroskopický pohled na postup identifikace a prioritizace sektorů (Hromada, 2019)	36
Obr. 6: Mikroskopický pohled na postup identifikace a prioritizace sektorů (Hromada, 2019)	37
Obr. 7: Výskyt přírodních katastrof za období 1980–2019 (zdroj: autor).....	48
Obr. 8: Popis boxplotu (zdroj: autor)	52
Obr. 9: Postup pro dělení do kategorií (zdroj: autor)	52
Obr. 10: Součet odpovědí dle závažnosti rizika (zdroj: autor).....	53
Obr. 11: Struktura odpovědí respondentů dle kategorií výpadku ve formě boxplotů (zdroj: autor).....	54
Obr. 12: Vyhodnocení výpadků dle jednotlivých kategorií (zdroj: autor)	56
Obr. 13: Struktura odpovědí respondentů dle kategorií rizik ve formě boxplotů (zdroj: autor)	59
Obr. 14: Vyhodnocení výpadků dle jednotlivých kategorií (zdroj: autor)	63
Obr. 15: Propojenost prvků kritické infrastruktury (zdroj: nařízení vlády č. 432/2010 Sb. + upravil autor)	68
Obr. 16: Kaskádové efekty (zdroj: Řehák, 2018b + upravil autor).....	69
Obr. 17: Možné příčiny vzniku výpadku dodávky elektrické energie (zdroj: autor)	70
Obr. 18: Možné příčiny vzniku dlouhodobého výpadku dodávky elektrické energie (zdroj: autor).....	71
Obr. 19: Možné příčiny vzniku dlouhodobého výpadku dodávky elektrické energie (zdroj:autor).....	72
Obr. 20: Návrh algoritmu pro hodnocení zdravotnických zařízení z hlediska připravenosti čelit výpadku dodávky elektrické energie (zdroj: autor).....	74
Obr. 21: Určení vstupů pro algoritmus (zdroj: autor).....	75
Obr. 22: Oranžové a žluté zásuvky dle ČSN 33 2140 (zdroj: autor).....	77
Obr. 23: Zelené zásuvky dle ČSN 33 2140 (zdroj: autor).....	78
Obr. 24: Náhradní zdroj elektrické energie (zdroj: autor).....	78
Obr. 25: Štítek agregátu (zdroj: autor)	79
Obr. 26: UPS (zdroj: autor)	80
Obr. 27: Nádrž na PHM (zdroj: autor)	81
Obr. 28: Výstupy algoritmu (zdroj: autor)	81
Obr. 29: Informační podpora algoritmizace hodnocení připravenosti (zdroj: autor)	87
Obr. 30: Zdravotnické zařízení je připraveno na výpadek dodávky elektrické energie (zdroj: autor).....	88

Obr. 31: Zdravotnické zařízení není připraveno na výpadek dodávky elektrické energie (zdroj: autor)	90
Obr. 32: Zdravotnické zařízení není připraveno na výpadek dodávky elektrické energie (zdroj: autor)	91
Obr. 33: Připravenost zdravotnických zařízení (zdroj: autor).....	94
Obr. 34: Připravenost zdravotnických zařízení dle priority objektu (zdroj: autor).....	95
Obr. 35: Dostatečná kapacita agregátů ve zdravotnických zařízeních u vybraných kritických obvodů (zdroj: autor)	96
Obr. 36: Zásoby pohonných hmot do agregátů (zdroj: autor).....	96
Obr. 37: Průměrné množství chybějících PHM dle priority objektu zdravotnického zařízení (zdroj: autor)	97
Obr. 38: Průměrné množství chybějících PHM dle typu zdravotnického zařízení (zdroj: autor)	97
Obr. 39: Množství energie agregátů dle priority objektu zdravotnického zařízení (zdroj: autor)	98
Obr. 40: Množství energie agregátů dle typu zdravotnického zařízení (zdroj: autor)	98
Obr. 41: Pokrytý výpadek v hodinách dle priority objektu zdravotnického zařízení (zdroj: autor)	99
Obr. 42: Pokrytý výpadek v hodinách dle typu zdravotnického zařízení (zdroj: autor).....	99
Obr. 43: Navržený scénář – přípravná část v době klidového stavu (zdroj: autor).....	101
Obr. 44: Navržený scénář – rozpad přenosové soustavy, chybějící zásoby PHM ve zdravotnických zařízeních (zdroj: autor)	103

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

2MA	Klouzavé průměry
2WMA	Vážené klouzavé průměry
3MA	Trojité klouzavé průměry
3WMA	Trojité vážené klouzavé průměry
ČEPS	Česká energetická přenosová soustava
ČSN	Česká státní norma
ES	Evropská směrnice
EU	Evropská unie
FO	Fyzická osoba
h	Hodina
HZS	Hasičský záchranný sbor
IT	Informační technologie
IZS	Integrovaný záchranný systém
kV	Kilovolt
kVA	Kilovoltampér
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatthodin
LDN	Léčebna dlouhodobě nemocných
LRM	Lineární regresní model
NATO	Severoatlantická aliance
OSN	Organizace spojených národů
PHM	Pohonné hmoty
PO	Právnícká osoba

s	sekunda
SSHR	Správa státních hmotných rezerv
TAČR	Technologická agentura České republiky
UPS	Zdroj nepřerušovaného napájení
USA	Spojené státy americké
VDEE	Výpadek dodávky elektrické energie velkého rozsahu
ZHN	Zbraň hromadného ničení
ZIS	Zdravotnická izolovaná soustava

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P1: Schéma sítí elektrizačních soustav

PUBLIKAČNÍ ČINNOST AUTORA

Články v časopisech evidovaných v databázi Scopus a Web of Science

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA. „The risk mapping for hospitals and the impact for the transport in the Zlín Region.“ In *Journal of Emergency Management*, vol. 18, no. 2 (2020), pp. 131 - 140. ISSN 1543-5865.

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA. „The Evaluation Module of the Crisis Preparedness for the Hospitals“ “. In *International Journal of Biology and Biological Engineering*, vol. 12, 2018, pp. 178 - 185, ISSN 1998-4510.

VICHOVA, Katerina and Martin, HROMADA. „The Use of Information Systems in the Hospital in Times of Crisis“. In *International Journal of Biology and Biological Engineering*, vol. 12, 2018, pp. 170 - 177, ISSN 1998-4510.

VICHOVA, Katerina, Roman JASEK and Martin HROMADA. „Analysis of Security of Selected Crisis Management Information System.“ In. *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*, vol. 13, Number 1 (2018), pp. 534 - 538. Online ISSN 0973-4562.

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA. „The Comparative Analysis of Information, Communication and Warning Systems“. In *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, Vol. 12, 2018, pp. 736 - 741. ISBN 1998-4464.

Články v recenzovaných časopisech neevidovaných v databázi Scopus a Web of Science

VICHOVA, Katerina a Martin HROMADA. „The Role of Media in Times of Crisis.“ *Poster.us.sk* [online]. 2016. ISSN 1338-0087.

Kapitoly v knihách

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA. „Information Support of Crisis Management.“ In. Katarina Holla. *Crisis Management – Theory and Practice*. IntechOpen, 2018, pp. 37 - 58. ISBN 978-1-78923-235-6.

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA. „Hospital Energy Resilience.“ In. Samad M.E. Sepasgozar. *Infrastructure Management and Consctruction*, 2020, pp. 1 - 18. ISBN 978-1-78984-549-5.

Články ve sbornících konferencí evidovaných v databázi Scopus a Web of Science

VICHOVA, Katerina. „The Impact of Naturogenic Threats to the Critical Infrastructure.“ In Proceedings of the 23th International Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC 2019), 14. - 17. 7. 2019, Athens, Greece, MATEC Web Conferences, Vol 292 (2019) 01016, pp. 1 - 5.

VICHOVA, Katerina, Martin HROMADA and Marek TOMASTIK. „Case Study: The Use of Petrol Stations to Fuel Supply in the Event of a Power Outage.“ In Transportation Research Procedia, vol. 40, 2019, pp. 1611 - 1617. ISSN 2352-1465.

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA. „The Evaluation System to Ensure the Transport of Emergency Supplies of Fuel to the Hospitals.“ In Transportation Research Procedia, vol. 40, 2019, pp. 1618 - 1624. ISSN 2352-1465.

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA. „Power Outage in the Hospitals“. In Conference proceedings of 2019 International Conference on Intelligent Medicine and Image Processing (IMIP 2019); ACM Conference Proceedings, 19. - 22. 4. 2019, Bali, Indonesia, pp. 304 - 309. ISBN 978-1-4503-6269-6.

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA. „The Use of Simulation Software for Emergency Supply Transport to the Hospital“. In Conference proceedings of 2019 5th International Conference on Computing and Artificial Intelligence (ICCAI 2019); ACM Conference Proceedings, 19. - 22. 4. 2019, Bali, Indonesia, pp. 96 - 101. ISBN 978-1-4503-6106-4.

VICHOVA, K., HROMADA, M., FICEK, M., GRACLA, M. „The Comparative Analysis of Safety in the Czech Republic and Abroad“. In Proceedings of 29th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, Viena, 2018, vol. 29, No. 1, pp. 1 - 6, ISBN 978-3-902734-21-1, ISSN 2304-1382.

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA. „The Analysis of Communication in Times of Crisis at the Hospitals in the Czech Republic“. In Conference Proceedings of Marketing Identity 2018, Digital Mirrors – part II., 6. - 7. 11. 2018, Trnava, Slovak Republic, 2018, pp. 325 - 330. ISBN 978-80-8105-985-8, ISSN 1339-5726.

VICHOVA, Katerina, Martin HROMADA and Pavel VISKUP. „The Simulation of Hospital Supply in case of Emergency Deliveries.“ In proceedings of the 22th International Scientific Conference TRANSPORT MEANS 2018, part II, 3. - 5. 10. 2018, Trakai, Lithuania, Kaunas, 2018, pp. 601 - 605, ISSN 2351-7034.

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA. „Assessment of Emergency Supply of Healthcare Facilities as a Module of the Crisis Management Information System.“ In Proceedings of the 22th International Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC 2018), 14. - 17. 10. 2018, Majorca, Spain, MATEC Web Conferences, Vol 210 (2018) 02026, pp. 1 - 6.

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA. „The Analysis of Crisis Management Information System in the Selected States.“ In Proceedings of the 22th International Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC 2018), 14. - 17. 10. 2018, Majorca, Spain, MATEC Web Conferences, Vol 210 (2018) 02025, pp. 1 - 4.

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA. „The Analysis of Health Information System“. In Conference Proceedings of 2018 International Conference on Control, Artificial Intelligence, Robotics and Optimization (ICCAIRO), Prague, Czech Republic, 2018, pp. 271 - 276. ISBN 978-1-5386-9576-0.

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA, „The Comparative Analysis of Crisis Management Information Systems in the Czech Republic“. In The 8th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications, Larnaca, Cyprus, 28. 8. -30. 8. 2017, pp. 558 - 562. ISBN 978-1-5386-3731-9, 2017.

VICHOVA, Katerina, Martin HROMADA and Ludek LUKAS. „The Proposal of United Crisis Management Information System of the Czech Republic“. In: International Conference on Soft Computing, Intelligent System and Information Technology (ICSIIT). Denpasar: Petra Christian University, 2017, pp. 190 - 195. ISBN 978-1-4673-9899-2.

VICHOVA, Katerina and Martin HROMADA. „The Comparative Analysis of Selected IT Systems to Support the Solving of the Crisis Situations by FRS Zlin Region.“ In KRIVANEK, V. (eds.) 2017 International Conference on

Military Technology (ICMT), Brno: University of Defence, 2017, p. 370 - 374.
ISBN: 978-1-5386-1988-9.

VICHOVA, Katerina, Martin HROMADA and David REHAK, „The Use of Crisis Management Information Systems in Rescue Operations of Fire Rescue Service of the Czech Republic.“ In Procedia Engineering. 12th international scientific conference of young scientists on sustainable, modern and safe transport 2017, pp: 947 - 952. ISSN: 1877-7058.

ŽIVOTOPIS AUTORA

Osobní údaje

Jméno, příjmení Ing. Kateřina Víchová
Datum narození, místo 26. července 1992, Uherské Hradiště
Adresa Boršice 273, 687 09
Telefon +420 737 800 427
E-mail kvichova@utb.cz

Vzdělání

2016 – současnost Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, Inženýrská informatika

2014 – 2016 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, Bezpečnostní technologie, systémy a management

2011 – 2014 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, Ovládání rizik

Pracovní zkušenosti

2019 – současnost Asistent
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav krizového řízení

Organizační dovednosti a kompetence

2020 – 2021 Hlavní řešitel projektu
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení
Risk management zdravotnických zařízení
DKRVO projekt

2020 Hlavní řešitel projektu
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení
Simulace dopravy ve městech
IGA projekt

- 2020
Spoluřešitel projektu
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky
Informační podpora ochrany obyvatelstva
IGA projekt
- 2019 – 2020
Spoluřešitel projektu
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení
Řízení rizik projektů v podmínkách malých a středních podniků v České republice
GAAA projekt
- 2019 – 2020
Předsedkyně organizačního výboru konference
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení
CrisCon
- 2019
Hlavní řešitel projektu
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky
Návrh algoritmu pro hodnocení nemocnic z hlediska výpadku dodávky elektrické energie
IGA projekt
- 2018
Hlavní řešitel projektu
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky
Kritéria hodnocení prvků pro nouzové přežití obyvatelstva
IGA projekt
- 2017–2018
Spoluřešitel projektu
Enviropol s.r.o.
Analýza požárních rizik v závodě na zpracování EEZ odpadu a návrh technického řešení pro jejich eliminaci

2017

Hlavní řešitel projektu
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta
aplikované informatiky
Informační podpora krizového řízení na úrovni
kraje
IGA projekt

Jazykové znalosti

Anglický jazyk

slovem i písmem – B2

Ruský jazyk

slovem i písmem – A2

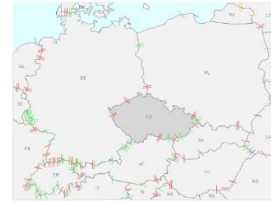
Významná ocenění

6th SWS International Scientific Conferences on
Social Sciences, Arts and Humanities 2019
Best presentation awards

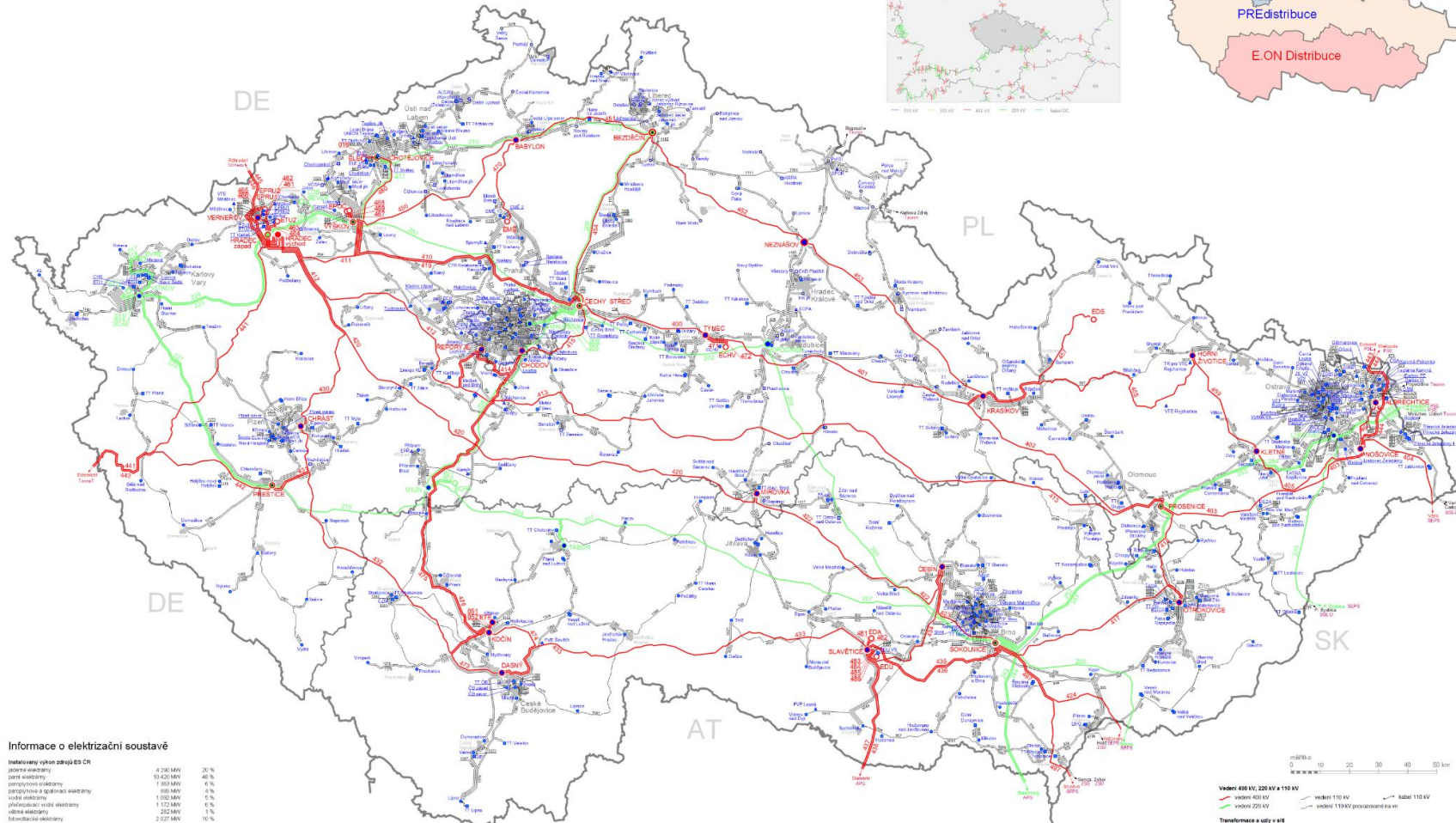
PŘÍLOHA 1 SCHÉMA SÍTÍ ELEKTRIZAČNÍCH SOUSTAV

OTE Elektrizační soustava ČR
2018

Propojené elektrizační soustavy



Působnost distribučních společností



Informace o elektrizační soustavě

Instalovaný výkon zdrojů EOP ČR		
jaderné elektrárny	4 206 MW	20 %
parní elektrárny	10 423 MW	48 %
postupně vyřazované elektrárny	1 383 MW	6 %
paroplynová a spalovací elektrárny	86 MW	4 %
vodní elektrárny	1 026 MW	5 %
převodnicové vodní elektrárny	1 172 MW	6 %
větrné elektrárny	202 MW	1 %
fotovoltaické elektrárny	2 027 MW	10 %
celkem	21 533 MW	

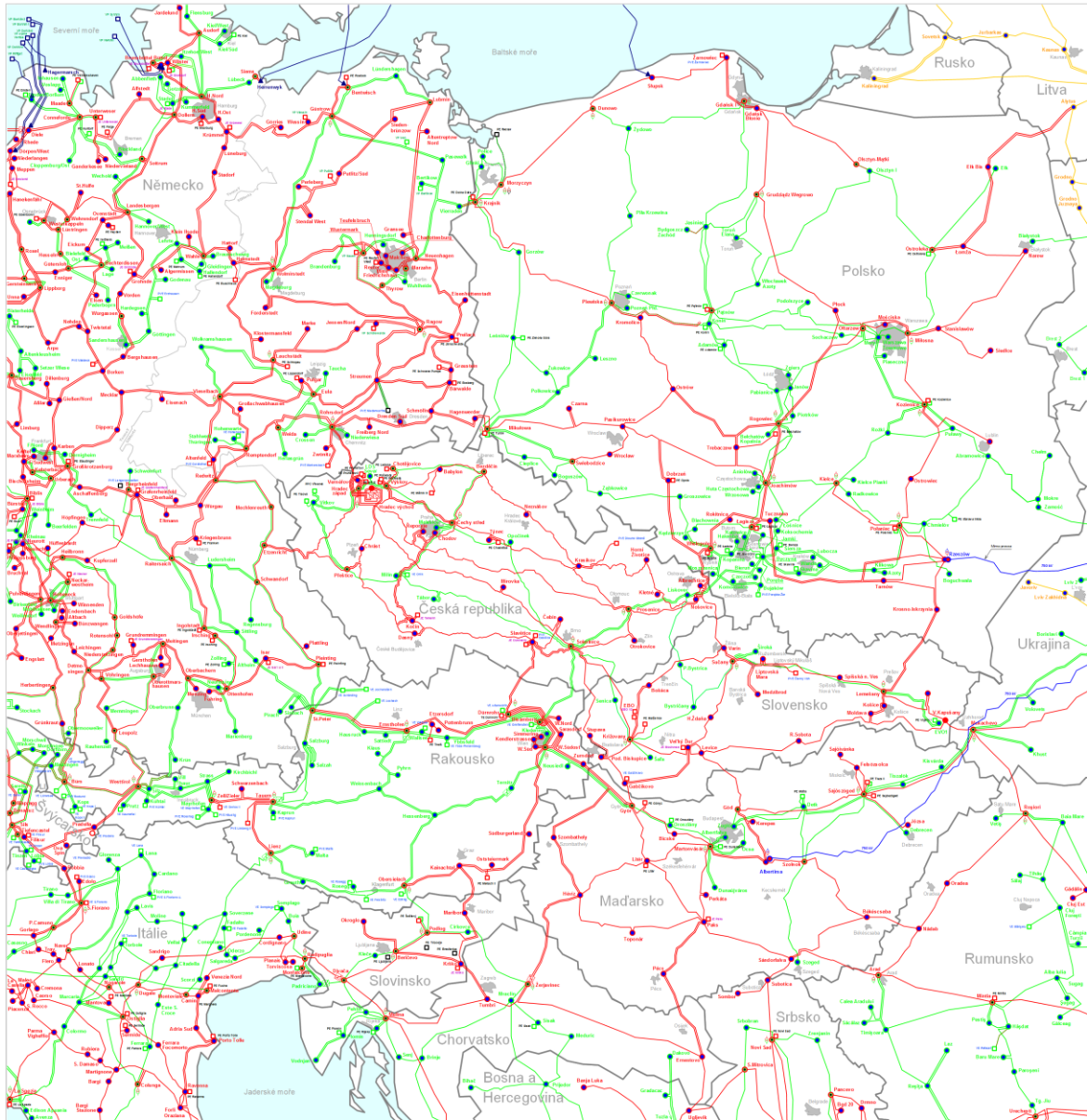
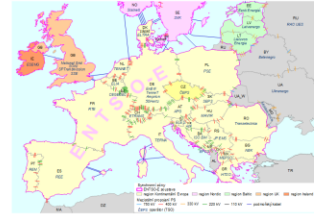
Transformační výkon v PS		
400 / 220 kV	2 000 MVA / 4 jednotky	
400 / 110 kV	15 760 MVA / 148 jednotek	
220 / 110 kV	4 200 MVA / 21 jednotek	
220 kV (m. a. D.C. Device)	183 MVA / 2 jednotky	
400 kV / 400 kV	3 400 MVA / 4 jednotky	

Délky vedení		
400 kV	3 194 km	3 727 km
220 kV	1 395 km	1 842 km
110 kV		14 207 km

- Vedení 400 kV, 220 kV a 110 kV**
- vedení 400 kV
 - vedení 220 kV
 - vedení 110 kV provozované na vn
 - kabel 110 kV
- Transformace a úby v síti**
- TR 110 kV DS
 - TR 110 kV / 22 kV
 - úby 400 kV
 - TR 400/110 kV
 - TR 110 kV / 10 kV
 - TR 110 kV / 22 kV
 - TR 110 kV / 33 kV
 - TR 110 kV / 220 kV
 - TR 400/220 kV
 - TR 220/110 kV
 - PS
- Zóny do síti 400 kV a 220 kV**
- zóny do síti 400 kV
 - zóny do síti 220 kV
- Význam hranic a měří**
- hranice DS
 - hranice
 - měří
- Zpracováno v LGU Brno, a. s. podle požadavků z roku 2017

OTE Elektrizační soustavy střední Evropy 2018

Propojené elektrizační soustavy v Evropě



Údaje o ES střeoevropského regionu

Zdroj: ENTSO-E

Údaje za rok 2016 (v netto hydroelektr.)	Česká republika	Slovensko	Německo	Rakousko	Polsko	Maďarsko	Slovensko
špička zátěže	10,5 GW	4,3 GW	81,9 GW	11,7 GW	23,8 GW	8,2 GW	3,8 GW
instalovaný výkon zdrojů	20,2 GW	7,8 GW	203,1 GW	24,8 GW	38,3 GW	8,2 GW	3,8 GW
výroba	77,4 TWh	25,4 TWh	609,6 TWh	70,8 TWh	154,1 TWh	28,1 TWh	15,2 TWh
zálož	1%	1%	2%	1%	1%	1%	1%
uhel	1%	1%	2%	1%	1%	1%	1%
plyn	1%	1%	2%	1%	1%	1%	1%
voda (VE)	1%	1%	2%	1%	1%	1%	1%
OZE bez VE	1%	1%	2%	1%	1%	1%	1%
osobní	1%	1%	2%	1%	1%	1%	1%
sálado (import + export)	40,8 TWh	2,6 TWh	-53,7 TWh	8,7 TWh	3,8 TWh	12,7 TWh	-1,1 TWh
spotřeba	64,9 TWh	27,7 TWh	548,4 TWh	73,5 TWh	155,3 TWh	40,9 TWh	13,8 TWh
rozdílná	78,9 tis. km ²	49,0 tis. km ²	357,0 tis. km ²	83,9 tis. km ²	312,7 tis. km ²	93,0 tis. km ²	29,3 tis. km ²
počet obyvatel	10,5 mil.	5,4 mil.	82,7 mil.	8,6 mil.	38,5 mil.	9,9 mil.	2,1 mil.

