

# Krizová připravenost Nemocnice Kyjov na blackout

Bc. Bedřich Gazda

---

Diplomová práce  
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav elektroniky a měření

Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Bedřich Gazda**  
Osobní číslo: **A18389**  
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Krizová připravenost Nemocnice Kyjov na blackout**  
Téma práce anglicky: **The Crisis Preparedness of the Kyjov District Hospital for Blackout Conditions**

### Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši na dané téma včetně legislativy.
2. Seznamte se s teoretickou problematikou blackoutů.
3. Analyzujte připravenost nemocnice na krizové stavy.
4. Zhodnoťte možné dopady této události na pacienty a zaměstnance nemocnice.
5. Navrhněte a formulujte možná opatření pro zlepšení krizové připravenosti.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. ŠTĚTINA, Jiří. *Zdravotnictví a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4578-7.
2. HROMADA, Martin. *Ochrana kritické infrastruktury ČR v odvětví energetiky*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2014. ISBN 978-80-7385-144-6.
3. HADDOW, George D., Jane A. BULLOCK a Damon P. COPPOLA. *Introduction to emergency management*. Amsterdam: Elsevier, [2017]. ISBN 978-01-280-3064-6.
4. FÍŠER, Václav. *Krizové řízení v oblasti zdravotnictví, modul J, Hasičský záchranný sbor České republiky*, Praha, 2016.
5. MAREŠ, Miroslav, Jaroslav REKTOŘÍK a Jan ŠELEŠOVSKÝ. *Krizový management: případové bezpečnostní studie*. Praha: Ekopress, 2013. ISBN 978-80-8692-992-7.

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Ing. Martin Hromada, Ph.D.**

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: 9. prosince 2019  
Termín odevzdání diplomové práce: 29. května 2020



L.S.

---

**doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.**  
děkan

---

**Ing. Milan Navrátil, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 9. prosince 2019

### **Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 12.8 2020

Bedřich Gazda, v. r.

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

V diplomové práci se věnuji tématu Krizová připravenost Nemocnice Kyjov na blackout. Pro porovnání jsem si vybral také Nemocnici TGM Hodonín. Obě nemocnice byly vystavěny ve čtyřicátých a padesátých letech minulého století a postupně rozšířeny o nové pavilony. Vzhledem k jejich podobnosti bylo proto logické vytvořit předpoklad pro následnou komparaci.

Teoretická část se zabývá vysvětlením základních terminologických pojmů a přibližuje problematiku a historii blackoutu v České republice a ve světě. Jsou zde uvedeny procesy určování prvků kritické infrastruktury a jejich ochrany. V práci se zaměřuji na základní pojmy a právní rámec spojený danou problematikou.

Praktická část je věnována připravenosti nemocnic na dlouhodobý výpadek elektrické energie. Je provedena analýza vnitřního a vnějšího prostředí, která na základě získaných poznatků ovlivňuje chod nemocnice v krizových situacích. Analýza FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) je součástí praktické části, a to s cílem odhalit příčiny nebo nedostatky současného stavu. Tento preventivní nástroj slouží k hledání možných problémů a stanovení míry rizika s možností doporučení nápravného opatření.

### **Klíčová slova:**

Blackout, analýza rizik, kritická infrastruktura, krizová připravenost, krizové opatření, zdravotnická zařízení, ostrovní systém, start ze tmy.

## **ABSTRACT**

The title of my diplomathesis is The Kyjov Hospital Emergency Preparedness for Blackouts. For the sake of comparison I have included also the Hodonín TGM Hospital. Both hospitals were built in the 1940s and 1950s and gradually expanded with new pavilions. Their similarity has been a logical incentive for their subsequent comparison. The theoretical part focuses on explaining the basic terms and giving an outline of the nature and history of blackouts in the Czech Republic as well as the world. Here the processes of identifying the critical parts of infrastructure and their protection are described. The main analysis covers the basic terms and the legal framework concerning these issues. The practical part concentrates on the preparedness of these hospitals for an extended blackout. This part offers an analysis of the inside and outside environments, which on the basis of the gathered data influence the functioning of the hospitals in emergency situations. An integral part of this section is The Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) aimed at discovering the causes and deficiencies of the current state of affairs.

**Keywords:** Risk Analysis, Critical Infrastructure, Crisis Preparedness, Crisis Measures, Medical Facilities, Island System, Black Start.

**Poděkování:** Tímto bych chtěl poděkovat doc. Ing. Martinu Hromadovi, PhD za odborné vedení a vstřícnost při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a kolegům za velkou trpělivost v průběhu celého studia.

*„Přijmout dobré rady vyžaduje víc moudrosti než je rozdávat.“* **Samuel Johnson**

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

ÚVOD.....	12
<b>I</b> <b>TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>13</b>
<b>1</b> <b>HISTORICKÉ SOUVISLOSTI A VÝSKYT BLACKOUTU.....</b>	<b>14</b>
1.1    BLACKOUT VE SVĚTĚ .....	14
1.1.1    USA.....	14
1.1.2    Indie.....	14
1.1.3    Holandsko .....	15
1.1.4    Turecko .....	15
1.1.5    Rusko.....	15
1.2    BLACKOUT V ČR.....	16
1.3    VYHLÁŠENÍ STAVU NOUZE V ČESKÉ REPUBLICE.....	17
<b>2</b> <b>TERMINOLOGICKÝ A PRÁVNÍ RÁMEC PROBLEMATIKY .....</b>	<b>19</b>
2.1    ZÁKONNÉ VYMEZENÍ PROBLEMATIKY .....	19
2.2    NORMATIVNÍ A INSTITUCIONÁLNÍ VYMEZENÍ PROBLEMATIKY .....	20
2.3    MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST .....	21
2.4    KRIZE.....	21
2.4.1    Krizová situace.....	21
2.4.2    Krizové řízení.....	21
2.4.3    Krizové plánování .....	22
2.4.4    Krizový plán.....	22
2.4.5    Plán krizové připravenosti.....	22
2.4.6    Krizové opatření.....	22
2.4.7    Orgány krizového řízení.....	23
2.4.8    Krizový stav .....	23
2.5    TYPOVÝ PLÁN – STAV NOUZE V ELEKTROENERGETICE .....	23
2.6    ČINNOSTI PŘI NARUŠENÍ DODÁVEK ELEKTRICKÉ ENERGIE VELKÉHO ROZSAHU ....	24
2.6.1    Omezují spotřeby elektřiny a dodávky elektřiny .....	25
2.6.2    Stav nebezpečí.....	25
2.6.3    Nouzový stav.....	25
2.6.4    Stav ohrožení státu .....	26
2.6.5    Válečný stav .....	26
<b>3</b> <b>MOŽNÉ PŘÍČINY BLACKOUTU .....</b>	<b>27</b>



3.1	PŘÍRODNÍ VLIVY .....	27
3.2	VYHŘÍVÁNÍ .....	27
3.3	TECHNICKÉ PORUCHY .....	28
3.4	LIDSKÝ FAKTOR .....	28
3.5	VÝZNAMNÝ PŘETOK ENERGIE .....	28
3.6	TERORISTICKÝ ÚTOK .....	29
3.7	ELEKTROMAGNETICKÉ BOUŘE .....	29
<b>4</b>	<b>ANALÝZA RIZIK .....</b>	<b>30</b>
4.1	ANALÝZA FMEA .....	30
4.2	FMEA V PROCESU .....	31
4.3	ANALÝZA HODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU .....	31
4.4	ANALÝZA RIZIK A POSUZOVÁNÍ KRITičNOSTI .....	35
4.5	RIZIKOVÉ FAKTORY:.....	36
<b>5</b>	<b>OBECNÉ PŘÍSTUPY K MINIMALIZACI DOPAD BLACKOUTU .....</b>	<b>38</b>
5.1	KRIZOVÁ PŘIPRAVENOST VE ZDRAVOTNICTVÍ .....	38
5.2	START ZE TMY .....	39
5.3	Hlavní úkoly dispečerského řízení .....	40
5.4	REGULACE ČESKÉ SÍTĚ .....	40
5.5	OBECNÁ OPATŘENÍ VE VAZBĚ NA OCHRANU OBYVATELSTVA.....	41
5.6	INDIKACE VZNIKU BLACKOUTU .....	41
5.7	KASKÁDOVÉ EFEKTY BLACKOUTU .....	42
5.8	JAKÉ DOPADY MŮŽE MÍT BLACKOUT .....	43
5.9	OBECNÉ DOPORUČENÍ PŘI VZNIKU BLACKOUTU .....	44
5.10	NÁHRADNÍ ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE .....	44
5.11	ROTAČNÍ ZDROJE.....	45
5.12	STATICKE ZDROJE UPS .....	45
5.12.1	Offline UPS .....	46
5.12.2	Live-interactive UPS .....	46
5.12.3	Online UPS s dvojí konverzí.....	46
5.13	CHEMICKÉ ZDROJE .....	46
<b>6</b>	<b>SHRnutí TEORETICKÉ ČÁSTI PRÁCE.....</b>	<b>48</b>
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>MĚSTO KYJOV.....</b>	<b>50</b>

7.1	NEMOCNICE KYJOV HISTORIE .....	50
7.2	NEMOCNICE KYJOV, PŘÍSPĚVKOVÁ ORGANIZACE.....	50
7.3	DOSTUPNOST ELEKTRICKÉ ENERGIE .....	51
7.4	ANALÝZA VYBRANÉ KRIZOVÉ SITUACE .....	53
7.5	VÝSKYT PŘÍČIN .....	54
7.6	ANALÝZA RIZIK.....	55
7.6.1	Bezpečnostní hrozby .....	55
7.7	VÝPADEK DODÁVKY VODY .....	55
7.8	VÝPADEK DODÁVKY PLYNU .....	56
7.9	FMEA ANALÝZA PROCESU VNĚJŠÍCH PORUCH .....	57
7.10	FMEA ANALÝZA PROCESU VNITŘNÍCH PORUCH.....	58
7.11	ZÁVAŽNOST DŮSLEDKU VE VZTAHU K PROCESU .....	59
7.12	PRAVDĚPODOBNOST ODHALENÍ NÁSTROJEM ŘÍZENÍ PROCESU .....	60
<b>8</b>	<b>VYHODNOCENÍ FMEA ANALÝZY.....</b>	<b>61</b>
8.1	NÁVRH NOVÝCH EFEKTIVNĚJŠÍCH OPATŘENÍ.....	62
8.2	NAVRHOVANÉ OPATŘENÍ .....	63
<b>9</b>	<b>OPATŘENÍ PROTI BLACKOUTU NEMOCNICE KYJOV .....</b>	<b>64</b>
9.1	ZÁLOŽNÍ ZDROJE NEMOCNICE KYJOV.....	64
9.2	START ZE TMY TEPLÁRNA KYJOV .....	67
9.3	TECHNOLOGIE .....	67
9.4	VÝROBA ELEKTRICKÉ ENERGIE .....	68
9.5	POPIS SOUČASNÉHO STAVU V TEPLÁRNĚ .....	69
<b>10</b>	<b>MĚSTO HODONÍN .....</b>	<b>71</b>
10.1	NEMOCNICE HODONÍN HISTORIE .....	71
10.2	NEMOCNICE HODONÍN PŘÍSPĚVKOVÁ ORGANIZACE .....	71
10.3	DOSTUPNOST ELEKTRICKÉ ENERGIE .....	72
10.4	ANALÝZA VYBRANÉ KRIZOVÉ SITUACE .....	73
10.5	VÝSKYT PŘÍČIN .....	74
10.6	ANALÝZA RIZIK.....	74
10.6.1	Bezpečnostní hrozby .....	75

10.7	VÝPADEK DODÁVKY VODY .....	75
10.8	VÝPADEK DODÁVKY PLYNU .....	75
10.9	FMEA ANALÝZA PROCESU VNĚJŠÍCH PORUCH .....	76
10.10	FMEA ANALÝZA PROCESU VNĚJŠÍCH PORUCH .....	77
10.11	ZÁVAŽNOST DŮSLEDKU VE VZTAHU K PROCESU .....	78
10.12	PRAVDĚPODOBNOST ODHALENÍ NÁSTROJEM ŘÍZENÍ PROCESU .....	79
<b>11</b>	<b>VYHODNOCENÍ FMEA ANALÝZY.....</b>	<b>80</b>
<b>12</b>	<b>NÁVRH NOVÝCH EFEKTIVNĚJŠÍCH OPATŘENÍ NEMOCNICE HODONÍN .....</b>	<b>81</b>
12.1	NAVRHOVANÉ OPATŘENÍ: .....	82
<b>13</b>	<b>OPATŘENÍ PROTI BLACKOUTU NEMOCNICE HODONÍN.....</b>	<b>83</b>
13.1	ZÁLOŽNÍ ZDROJE NEMOCNICE HODONÍN.....	83
13.2	START ZE TMY ELEKTRÁRNA HODONÍN .....	84
13.3	POPIS SOUČASNÉHO STAVU PŘIPRAVENOSTI .....	85
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>87</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>89</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>94</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>95</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>96</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>97</b>
	PŘÍLOHA P1: ORIENTAČNÍ TABULE NEMOCNICE TGM HODONÍN .....	97
	PŘÍLOHA P2: ROZDĚLENÍ REGULAČNÍCH STUPŇŮ .....	98

## ÚVOD

Neutuchající snaha o zdokonalování a využívání nejmodernějších postupů věcí a myšlenek vede lidstvo k činnostem, které představují zrychlený koloběh všeho, co nás obklopuje. Konzumní způsob života a touha po zboží a službách zasahují mimo rámec lidské nutnosti a tím se přímo dotýká spotřeby elektrické energie a její neodmyslitelné součástí našeho života. Nejsme totiž v pravém slova smyslu podivíni a poustevníci, máme rádi komfort i pohodlí a mnoho z nás se odmítá smířit se skutečností, že elektronika kolem nás by mohla na nějakou dobu přestat fungovat.

V současné době vyrábí Česká republika více elektřiny, než kolik jí dokážeme spotřebovat. Jsme na tom lépe jak některé evropské státy. Dodávky elektřiny musí být v každém okamžiku vzájemně vyrovnaný v bilanci spotřeby a výroby elektrické energie. Přímé skladování elektřiny není fyzikálně možné, vždy se jedná o její přeměnu na jinou formu energie. Vznik nerovnovážného stavu z důvodu přetížení soustavy vede k rozpadu elektrizační soustavy a k znovuoživení ostrovních provozů.

U dostatečně velkých ostrovních provozů s vysokým regulačním výkonem a vyrovnanou bilancí výroby a spotřeby lze tento ostrovní provoz udržet až do doby opětovného připojení k elektrizační soustavě.

Blackout je rozsáhlý výpadek elektrické energie, který nelze předpovídat, i když každá země má řadu nástrojů a legislativních úprav, jak se danému výpadku vyhnout, avšak můžou nastat skutečnosti, kdy ani tato opatření nebudou fungovat.

Jednou z prvních věcí, které běžný občan zaznamená, je vypnutí veškerých elektrospotřebičů. Pak následuje kaskádový efekt, kdy kolabují jednotlivé prvky kritické infrastruktury. Ti, co mají nabitý mobilní telefon, způsobí komunikační kolaps a přetíží mobilní sítě. Ve velkých městech následuje chaos v silniční, letecké i v železniční dopravě. Ve velmi krátké době se vyskytnou problémy se zásobováním vody, tepla a potravin.

Nedostatek elektrické energie nás nejen zastaví, ale i silně omezí v jakékoliv činnosti.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 HISTORICKÉ SOUVISLOSTI A VÝSKYT BLACKOUTU

Pojem označuje výpadek elektrické energie na velkém území po dobu desítek hodin, dnů nebo týdnů. Jedná se o mimořádnou událost přerušení dodávky elektrické energie v přenosové soustavě, která zasáhne velké množství obyvatel. Obnovu dodávky energií nelze předvídat, proto informace veřejnost dostává se zpožděním. V některých případech dochází k výpadku jen na několik hodin a na lokálním území, v tomto případě se najedná o blackout. [1]

### 1.1 Blackout ve světě

V uplynulých letech se ve světě odehrálo několik plošných výpadků elektrické energie, takzvaných blackoutů. Jejich dopady na zdraví obyvatel jsou vždy negativní, ať už příčina výpadku energie byla živelná pohroma, záměrné zničení zdrojů či nechtěné lidské selhání.[2]

#### 1.1.1 USA

Velký výpadek vyřadil severovýchodní část Spojených států a část Kanady. Dne 14. srpna 2003 bylo postiženo 50 milionů obyvatel včetně New Yorku, Clevelandu a Detroitu. Energetická společnost dokázala obnovit některé služby za pouhé dvě hodiny, ale na některých místech byl výpadek déle jak 24. hodin. Nejezdily vlaky, výtahy a přerušen byl provoz na letištích i nemocnicích. Díky záložním generátorům se na newyorské burze cenných papírů čile obchodovalo dál. Vyšetřovatelé dospěli k závěru, že společnost Oio First Energy Corporation zanedbalo údržbu sítě. Vzrostlé stromy přišly do kontaktu s elektrickým vedením a způsobily řetězovou reakci výpadků elektrické energie. [3]

#### 1.1.2 Indie

Dva mohutné výpadky elektřiny v roce 2012 postihly přes 670 milionů lidí, což je asi polovina země. Téměř současně selhala severní, východní a severovýchodní rozvodná síť a způsobila největší světový výpadek proudu. Byly přerušeny dodávky elektrické energie pro metropole, jako je Dillí včetně nejlidnatějšího státu Uttarpraděš Šailendra. Toto selhání se týkalo 19 indických států z celkových 28, jejichž celková populace přesahuje počty obyvatel Evropské unie. První výpadek byl důvodem selhání dalších dvou rozvodných sítí.

Při obnově provozu pomáhaly severní síti dodávky elektřiny z východní a severovýchodní části, což vedlo k jejich následnému zhroucení.

Indie potřebuje razantně zvýšit výrobu elektřiny a vytvořit obnovu rozvodných sítí, které nejsou na rozvíjející se ekonomiku připraveny. Důvodů selhání je několik překračování povolených limitů odběru elektřiny některými státy, vysoké teploty, které nutí obyvatele používat nepřetržitě klimatizace, velmi zastaralá rozvodná síť.[4][5]

### 1.1.3 Holandsko

Blackout způsobila stanice vysokého napětí na východním okraji Amsterdamu, nejprve vypadl proud v provinciích Severní Holandsko a Flevoland, později následovaly další oblasti. Dne 27. 3. 2015 došlo k poruše trafostanice, kde před desátou ráno výpadek proudu zkomplikoval provoz na čtvrtém největším letišti v Evropě Amsterdam Schiphol. Výpadek elektrického proudu nezasáhl, centrum Amsterdamu. Zde vše fungovalo a kolem byla veškerá doprava paralyzovaná včetně železniční. [6]

### 1.1.4 Turecko

Masivní výpadek proudu v roce 2015 zasáhl více jak polovinu z 81 tureckých provincií. Rozsáhlý výpadek způsobila série špatných rozhodnutí v řízení distribuce elektřiny. Dispečři nejprve odpojili ze sítě dvě elektrárny v Izmiru a v Adaně, ale v tu chvíli probíhala údržba na dalších přenosových trasách. Takové zatížení nemohla turecká síť zvládnout a nastal kolaps prvního vedení vysokého napětí a během pár vteřin následovalo dalších pět tras, které neunesly přetížení. Tento blackout na několik hodin postihl 70 milionů lidí. [7]

### 1.1.5 Rusko

Krymský poloostrov se dne 22. 11. 2015 ocitl bez elektrické energie. Teroristický útok zničil rozvodné stožáry vedoucí z ukrajinského vnitrozemí na poloostrov anektovaným Ruskem. Dva miliony lidí bylo bez světla, vody a tepla. Uzavřena byla obchodní centra, nejezdila hromadná doprava a nefungovalo telefonní spojení.

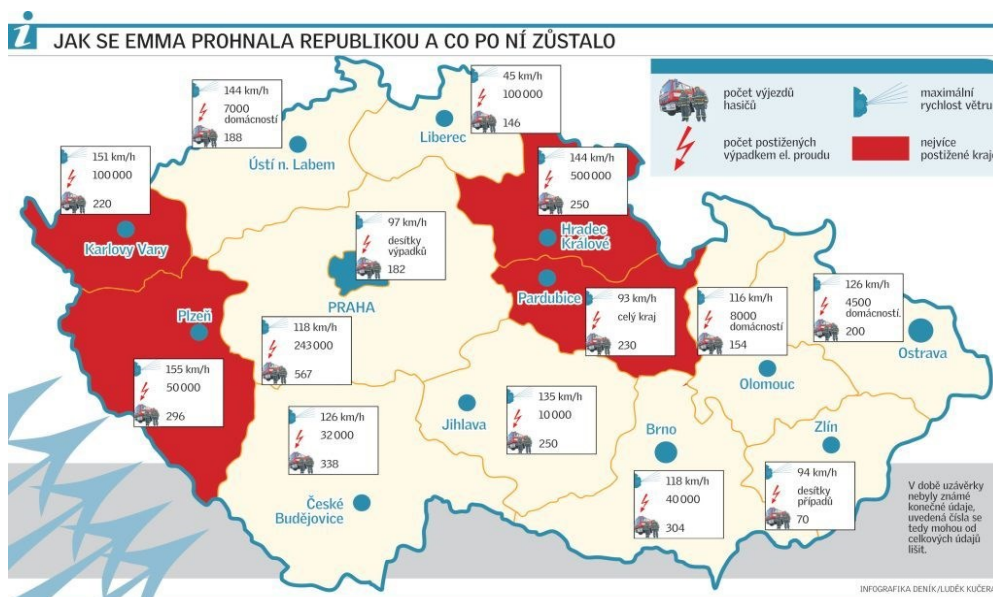
Krym plně přešel na vnitřní zdroje zásobování elektřinou ze slunečních a větrných elektráren, které společně s plynovými a mobilními dieselovými elektrárnami stačí pokrýt základní spotřebu elektřiny. Dodávka energie nebyla ani po měsíci obnovena na 100 %. [8]

Rozsáhlé blackouty již několikrát v historii postihly desítky až stovky milionů lidí a vedly kromě zmatku a zoufalství postižených také ke škodám nejen na majetku, ale i na lidských životech.

## 1.2 Blackout v ČR

Rozsáhlé výpadky elektřiny nelze nikdy zcela vyloučit. Česká republika má řadu mechanismů, jak dané situaci předcházet. Blackoutu společnost předchází souborem rozsáhlých technických opatření a striktním dodržováním kritéria N-1. To stanoví, že po výpadku libovolného prvku si musí přenosová soustava udržet normální parametry chodu. [9]

Výpadky elektřiny jsou převážně lokální a zůstávají omezeny jen na určitá místa a trvají několik hodin. V roce 2007 se ocitly na několik dní bez proudu domácnosti v těžko přístupných lokalitách. Kyrill zavinil jeden z největších výpadků v historii České republiky. ČEZ vyhlásil stav nouze. Kvůli následkům vichřice bylo cca 1 milion odběratelů bez proudu. Bylo zničeno přes 2000 sloupů, zcela vyřazeno 250 km vedení. Poruchy byly na všech typech elektrických sítí. Škoda byla vyčíslena na 83 milionů korun. [10]



Obr. 1 Infografika škod [11]



Dalším orkánem, který se přehnal přes Českou republiku, byl orkán Emma. Ten v roce 2008 odřízl od elektřiny více jak milion lidí. V některých krajích bylo vyhlášeno stav nouze.

Na některé vedení spadly stromy a bylo zcela zničeno sedm vedení velmi vysokého napětí. Společnost ČEZ vyčíslila škodu na 150 milionů korun. Výstavba nového vedení trvala 13 dní. V případě havárie vyššího rozsahu by mohlo dojít k výpadku elektrické energie na většině území České republiky a doba výpadku by se mohla pohybovat v rádech dnů až týdnů.[10]



*Obr. 2 Satelitní snímek orkánu [12]*

### **1.3 Vyhlášení stavu nouze v České republice**

Společnost ČEZ vyhlásila v Plzeňském, Karlovarském, Královéhradeckém a Pardubickém kraji stav nouze. Vítr zkomplikoval i dopravu, vlaky nejezdily asi na třiceti železničních tratích. Přerušené troleje zablokovaly i nejdůležitější železniční tah Praha – Ostrava a vichřice zastavila i vlaky směřující do Německa, Rakouska a na Slovensko. Vichřice Emma si v celé Evropě vyžádala 14 obětí a řádově milionové škody v eurech.[12]

K samotnému blackoutu by českou energetiku neměl přivést ani výpadek jednoho uzlového transformátoru. V minulosti se vždy jednalo o souhrn více faktorů, které zapříčinily několikahodinové výpadky. Jedním z dostupných nástrojů jak, zvýšit energetickou soběstačnost domácností jsou solární panely, které umožní vyrábět vlastní elektřiny.

## 2 TERMINOLOGICKÝ A PRÁVNÍ RÁMEC PROBLEMATIKY

Komplex problematiky předcházení krizovým situacím a jejich řešení počínaje mimořádnými událostmi, je upraven souborem právních předpisů, které se odvíjejí od ústavního zákona č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky. [13]

### 2.1 Zákonné vymezení problematiky

Nezastupitelná role zdravotnictví v bezpečnostním systému státu je v podmínkách České republiky podmíněna také právně, počínaje článkem č. 31 Listiny základních práv a svobod. Tento základní ústavní předpis ČR dává občanům státu právo na zdravotní péči i za situací, při jejichž řešení si vynucuje vyhlášení tzv. krizových stavů, kdy jsou uplatňována mimořádná krizová opatření. [14]

*„zákon č. 110/1998 Sb., Ústavní zákon o bezpečnosti České republiky“*

*„zákon č. 222/1999 Sb., Zákon o zajišťování obrany České republiky“*

*„zákon č. 239/2000 Sb., Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů“*

*„zákon č. 240/2000 Sb., Zákon o krizovém řízení a o změně některých zákonů“*

*„zákon č. 241/2000 Sb., Zákon o hospodářských opatřeních pro krizové stavy a o změně některých souvisejících zákonů“*

*„zákon č. 2/1969 Sb., Zákon České národní rady o zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy České socialistické republiky“*

*„zákon č. 131/200 Sb., Zákon o hlavním městě Praze“*

*„zákon č. 129/2000 Sb., Zákon o krajích“*

*„zákon č. 128/2000 Sb., Zákon o obcích“*

*„zákon č. 258/2000 Sb., Zákon o ochraně veřejného zdraví“*

*„zákon č. 20/1969 Sb., Zákon České obchodní rady o správních poplatcích“*

*„zákon č. 258/2000 Sb., Zákon o ochraně veřejného zdraví“*

*„zákon č. 160/1992 Sb., Zákon české národní rady o zdravotní péči v nestátních zdravotnických zařízeních“*

*„zákon č. 273/2008 Sb., Zákon o Policii České republiky“*

„zákon č. 254/2001Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů“

„zákon č. 18/1997 Sb., Zákon o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření“

„zákon č. 106/1999 Sb., Zákon o svobodném přístupu k informacím“

„zákon č. 110/2019 Sb., Zákon o zpracování osobních údajů“

„zákon č.224/2015 Sb., Zákon o prevenci závažných havárií způsobených vybranými chemickými látkami“

„zákon č. 458/2000 Sb., Zákon o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů“

„zákon č. 245/2006 Sb., Zákon o veřejných neziskových ústavních zdravotnických zařízeních a o změně některých zákonů“

„zákon č. 458/2000 Sb., Zákon o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů“ [14]

## 2.2 Normativní a institucionální vymezení problematiky

Obsahují předpisy, na které je nutné brát zřetel

„vyhláška č. 434/1992 Sb., o zdravotnické záchranné službě“

„vyhláška č. 394/1991 Sb., o úloze a postavení fakultních nemocnic a krajské hygienické stanice“

„vyhláška č. 242/1991 Sb., o soustavě zdravotnických zařízení“

„nařízení vlády č.432/2010 Sb., o kritériích pro určení prvku kritické infrastruktury“

„vyhláška č. 80/2010 Sb., o stavu nouze v elektrotechnice a o obsahových povinnostech havarijního plánu“

„vyhláška č. 79/2010 Sb., o dispečerském řízení elektrizační soustavy a o předávání údajů pro dispečerské řízení“

„vyhláška č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice“

„nařízení vlády č.432/2010 Sb., o kritériích pro určení prvku kritické infrastruktury“

„vyhláška č. 80/2010 Sb., o stavu nouze v elektrotechnice a o obsahových povinnostech havarijního plánu“

„vyhláška č. 79/2010 Sb., o dispečerském řízení elektrizační soustavy a o předávání údajů pro dispečerské řízení“

„vyhláška č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice“ [14]

### 2.3 Mimořádná událost

Tímto pojmem rozumíme škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, anebo jejich kombinací, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí. Z hlediska příčiny lze mimořádné události dělit z nedostatku nebo z nadbytku hmot, energií nebo informací. [15]

### 2.4 Krize

Krize se vyskytuje v místě a čase, což znamená, že krize mají různé charakteristiky a kladou rozdílné požadavky. V rámci časoprostorového vyjádření se vyskytují na určitém místě (rozmístění infrastruktury, sídel), v určitém čase a míra rozsahu působení závisí na následném šíření jejich důsledků. Krizové situace lze znázornit jako rozhodovací situace s využitím základních otázek Kde (operační rozsah), Kdy (období), Co (činnosti, akce), Jak (způsob realizace). [15]

#### 2.4.1 Krizová situace

Rozumíme 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, narušení kritické infrastruktury nebo jiné nebezpečí, při nichž je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav, stav ohrožení státu a válečný stav. Pojem krizová situace je velmi důležitý pro krizové řízení. [15]

#### 2.4.2 Krizové řízení

Je souhrn řídicích činností orgánů krizového řízení zaměřených na analýzu a vyhodnocení bezpečnostních rizik a plánování, organizování, realizaci a kontrolu činností prováděných v souvislosti s přípravou na krizové situace, na jejich řešení nebo ochranu kritické

infrastruktury. Krizové řízení je nedílnou součástí řízení státu, organizace či jiné instituce, které mají zájem na svém udržitelném rozvoji. [15]

### **2.4.3 Krizové plánování**

Znamená ucelený soubor postupů, metod a opatření. Je nástrojem krizového řízení a je souhrnem plánovacích činností, procedur a vazeb uskutečňovaných orgány krizového řízení a jimi určenými státními nebo veřejnými institucemi, právníckými nebo podnikajícími fyzickými osobami k realizaci cílů a úkolů při zajišťování bezpečnosti státu a jeho obyvatelstva za krizových situací. [15]

### **2.4.4 Krizový plán**

Je souhrnný plánovací dokument, kterým orgány krizového řízení plánují ve své věcné a územní působnosti opatření a postupy pro případ řešení krizové situace, která dosáhla takové úrovně, že k jejímu řešení je nezbytné použít zákonná mimořádná opatření. Tvoří jej soubor dokumentů zahrnujících popis a analýzu hrozeb a souhrn krizových opatření a postupů, které ministerstva, jiné správní úřady a orgány územní samosprávy zpracovávají k zajištění připravenosti na řešení krizových situací v jim dané působnosti. [15]

### **2.4.5 Plán krizové připravenosti**

Je soubor dokumentů obsahující popis a analýzu hrozeb a souhrn krizových opatření a postupů, které ministerstva, jiné správní úřady a orgány územní samosprávy zpracovávají k zajištění připravenosti na řešení krizových situací v dané působnosti (zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů). [15]

### **2.4.6 Krizové opatření**

Znamená organizační nebo technické opatření určené k řešení krizové situace a odstranění jejích následků. Řešení krizové situace je v podstatě realizace řady opatření organizačních, hospodářských, bezpečnostních, informačních, logistických a jiných s cílem zvrátit nepříznivý stav a postupně obnovit běžný život a funkce státu. [15]

#### 2.4.7 Orgány krizového řízení

Zabezpečují analýzu a vyhodnocení možných ohrožení, plánování, organizování, realizaci a kontrolu činností prováděných v souvislosti s přípravnými opatřeními, které souvisí s řešením krizové situace, nebo ochranou kritické infrastruktury.

Zákon o krizovém řízení definuje tyto orgány: vládu, ministerstva a jiné ústřední orgány, Českou národní banku, orgány kraje a další orgány s působností na území kraje, orgány obce s rozšířenou působností a orgány obce. [15]

#### 2.4.8 Krizový stav

Je právní pojem označující bezpečnostní stav, který může být vyhlášen zákonem určenými subjekty za účelem řešení krizové situace. Vyhlášení krizového stavu umožňuje orgánům krizového řízení použít zvláštní právní, ekonomické, organizační a informační nástroje, které jsou nezbytně nutné pro překonání krizového stavu. Krizový stav je zvláštní zákonná kategorie zpravidla reagující na negativní rozvoj mimořádné události, která může vést až ke vzniku krizové situace. Za krizovou situaci se považuje stav, kdy je v důsledku mimořádné události (škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činnostmi člověka, přírodními vlivy, rovněž havárie, které ohrožují ve značném rozsahu životy a zdraví lidí, majetkové hodnoty, životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací) či při jiném nebezpečí (ohrožení vnitřního pořádku a bezpečnosti v rámci státu) nebo v důsledku narušení kritické infrastruktury potřeba přijímat mimořádná opatření. Totéž platí v situaci, je-li bezprostředně ohrožena svrchovanost, územní celistvost či demokratické základy České republiky, nebo je potřeba plnit mezinárodní závazky o společné obraně. Krizovými stavy jsou stav nebezpečí, nouzový stav, stav ohrožení státu, válečný stav. [15]

### 2.5 Typový plán – stav nouze v elektroenergetice

Je to činnost provozovatele přenosové a distribuční soustavy při narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu.

**Vyhlašování stupňů** v elektroenergetice slouží k omezení odběru elektřiny u zákazníků v případě předcházení stavu nouze nebo stavu nouze. V situacích, kdy hrozí reálné riziko, může provozovatel distribuční sítě vyhlásit výstražný stupeň nebo omezit spotřebu elektřiny.

Regulační stupně:

- Základní stupeň – bez omezení,
- Výstražný stupeň – nesnižuje odebíraný výkon, ale upozorňuje na nesplnění možnost nesplnění spolehlivostních kritérií,
- Regulační stupeň (1 – 7) znamenají omezení hodnoty odebíraného výkonu pro definované skupiny odběratelů. (popis regulačních stupňů je v příloze č. 2)

Regulační stupně se liší dobou účinnosti od vyhlášení a výší regulovaného výkonu. [17]

## 2.6 Činnosti při narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu

Podle plánů regulace spotřeby a dodávek elektrické energie realizují technické, organizační a jiná opatření, včetně opatření týkajících se dispečerského či automatického řízení soustavy:

- pro celé území státu, vymezené území nebo jeho část vyhlásují přesný čas vzniku či ukončení stavu nouze v hromadných sdělovacích prostředcích a prostřednictvím prostředků dispečerského řízení a neprodleně oznamují Ministerstvu průmyslu a obchodu, Energetickému regulačnímu úřadu, Ministerstvu vnitra, krajským úřadům a Magistrátu hlavního města Prahy, [18]
- informace, kterou předávají Ministerstvu průmyslu a obchodu, obsahuje datum a čas vzniku mimořádné události, místo jejího vzniku, příčinu mimořádné události a popis jejího vývoje v krizovou situaci, údaje o jejím rozsahu, postiženém území, o omezení spotřeby a výroby elektřiny, způsob řešení krizové situace a přijatá opatření, zhodnocení možností a odhad času pro její překonání,
- neprodleně přistupují k likvidaci příčin a následků stavu nouze,
- zajišťují bezpečný provoz elektrizační soustavy s ohledem na stav narušení a prováděné záchranné a likvidační práce,
- vyhlásují stav nouze při selhání opatření k předcházení stavu nouze, kdy následně došlo k významnému a náhlému nedostatku elektřiny nebo ohrožení celistvosti elektrizační soustavy, její bezpečnosti a spolehlivosti provozu na celém území státu, vymezeném území nebo jeho části, [18]



### 2.6.1 Omezují spotřeby elektřiny a dodávky elektřiny

- automaticky podle frekvenčního plánu,
- podle vypínacího plánu,
- podle regulačního plánu v rozsahu regulačních stupňů č. 1 – 7,
- operativním vypnutím částí zařízení v rozsahu nezbytném pro vyrovnání výkonové bilance dotčené části elektrizační soustavy,
- použitím volných výrobních kapacit,
- omezením dodávaného výkonu,
- průběžně vyhodnocují vývoj situace a postup při likvidaci stavu nouze,
- provozovatel přenosové soustavy využívá disponibilní zdroje potřebné k obnově napětí a řídí postupnou obnovu provozu elektrizační soustavy,
- v případě potřeby mohou vyžadovat potřebnou součinnost prostřednictvím Ministerstvu průmyslu a obchodu nebo územních správních úřadů,
- plní operativní úkoly ve své působnosti. [18]

### 2.6.2 Stav nebezpečí

Je bezodkladné opatření, které může hejtman vyhlásit na území celého kraje nebo jen na určitém území kraje. Jedná se především o oblast, která byla postihnuta mimořádnou událostí značného rozsahu.

- Vyhláší se v případě, jsou-li ohroženy životy, zdraví, majetek nebo ohroženo životní prostředí a tato skutečnost nelze odvrátit běžnou činností správních úřadů, orgánů kraje a obcí, složek integrovaného záchranného systému nebo subjektů kritické infrastruktury. Na dobu 30 dnů jej může vyhlásit hejtman kraje nebo primátor města Prahy. Hejtman, který tento stav vyhlásí, neprodleně informuje vládu, okolní kraje a Ministerstvo vnitra. Doba 30 dnů může hejtman prodloužit pouze se souhlasem vlády. Další kompetence jsou upraveny příslušným zákonem.[19]

### 2.6.3 Nouzový stav

Vyhlašuje vláda ČR pro celý stát nebo omezené území v případě živelných pohrom, ekologických nebo průmyslových havárií, nehod nebo jiného nebezpečí, které ve značném rozsahu ohrožují životy, zdraví nebo majetkové hodnoty. Vyhláší se i v případě narušení vnitřního pořádku a bezpečnosti. Doba trvání nouzového stavu je omezena na dobu 30 dnů. Lze ji prodloužit se souhlasem Poslanecké sněmovny Parlamentu ČR. [13]

#### 2.6.4 Stav ohrožení státu

Vyhlašuje Parlament ČR na návrh vlády pro celý stát nebo omezené území v případech, je-li bezprostředně ohrožena svrchovanost nebo územní celistvost státu nebo demokratické základy. V tomto případě doba trvání není nijak omezena. [13]

#### 2.6.5 Válečný stav

Vyhlašuje parlament ČR pro celý stát v případě napadení ČR, nebo je-li třeba plnit mezinárodní smluvní závazky o společné obraně proti napadení. Z krizových stavů se jedná o nejvyšší stav, který mohou orgány České republiky vyhlásit v reakci na mimořádnou událost. Tato opatření mohou znamenat omezení základních práv a svobod, mobilizaci, uzavření hranic nebo jiné povinnosti občanů vůči státu. [13]

Základním kritériem pro to, který z krizových stavů bude vyhlášen, je druh mimořádné události, rozsah postižení a velikost území. Vzhledem k rostoucímu počtu nových událostí nastala potřeba provést novou analýzu hrozeb pro ČR.

### 3 MOŽNÉ PŘÍČINY BLACKOUTU

V České republice je propracovaný bezpečnostní systém ochrany infrastruktur a poměrně kvalitní a udržovaná přenosová síť. Na rozvoj přenosové soustavy je ročně vynakládáno 4,5 miliardy korun. Důvodem vzniku mimořádné události se jako nejpravděpodobnější jeví souběh několika příčin. Při rozsáhlém výpadku elektrické energie se odvíjí rychlost znovuoobnovení, což při značném fyzickém poškození přenosové soustavy může znamenat i několik dnů nebo týdnů. [19]

#### 3.1 Přírodní vlivy

Větrná smršť je nejčastější příčinnou výpadku elektrické energie v ČR. Tato událost vyvolává, tzv. domino efekt.

Jsou to příčiny, které vyvolávají řadu na sebe navazujících událostí.

*„KASKÁDOVÝ EFEKT: větrná smršť => pády stromů do el. vedení => přerušení dodávek el. energie koncovým odběratelům => narušení rovnováhy mezi výrobou a spotřebou el. energie => automatické odpojování nezatížených výrobních zařízení => rozpad přenosové soustavy na oddělené ostrovy => kaskádové šíření poruchy => BLACKOUT“*  
[19]

Velmi podobné komplikace může vyvolat dlouhodobé sněžení, nebo silná námraza, která může lámat stromy, trhat dráty elektrického napětí nebo ohýbat stožáry.

#### 3.2 Vyhřívání

Na distribuční síti v České republice se využívá vyhřívání vodičů, které jsou součástí pouze venkovního vedení 110 kV. Tato technologie se využívá v době nepříznivých klimatických podmínek, kdy se teplota pohybuje kolem nuly a vlivem vysoké vzdušné vlhkosti nebo mrznoucího deště dochází na venkovním vedení k nárůstu námrazy. V praxi existují dva způsoby, jak se těmto jevům bránit. [20]

- **Mechanické odstranění**

Fyzicky náročná a neefektivní metoda, prováděná techniky.

- **Vyhřívání vodičů**

Využití jednoho ze základních zákonů elektrotechniky. Při průchodu elektriny vodičem vzniká teplo. Toto vedení se upraví tak, aby na jednom konci mohlo být vedení zkratováno a z druhé strany připojeno na napětovou hladinu vysokého napětí. Tato konfigurace zajistí zkrat a daným vedením proteče daleko vyšší zkratovaný proud, než je jmenovitý. Vznikne právě tolik tepla, aby námraza samovolně odpadla a zároveň nedošlo k poškození venkovního vedení.[20]

### 3.3 Technické poruchy

Požár může vzniknout v místech produkce elektrické energie i v přenosové soustavě. Pokud nastane kombinace těchto poruch, může dojít k rozsáhlému výpadku elektrické energie.[19]

### 3.4 Lidský faktor

V případě, že dispečerů chybně vyhodnotí mimořádnou situaci, která vznikla v souběhu několika negativních vlivů, která může vyústit v rozsáhlý výpadek dodávky elektrické energie. Takovým situacím je předcházeno prostřednictvím odborně způsobilého obsluhujícího personálu, který dodržuje přísná bezpečnostní pravidla.[19]

### 3.5 Významný přetok energie

Transport energie ze severu Německa do center na jihu Německa vede přes přenosovou soustavu v ČR. Jedná se především o zelenou energii vyrobenou z větrných a fotovoltaických elektráren. V případě náhlého nárůstu produkce a nevyrovnání spotřeby by mohlo dojít k rozsáhlému výpadku. Větrné elektrárny patří k nestabilním zdrojům energie, každý podzim se o tom přesvědčuje česká přenosová soustava, která se musí vypořádat s obrovským náparem energie. Na severu Německa jsou instalovány větrné elektrárny o výkonu 24 600 MW. Sjednaný export je ve výši 130 MW, ale fyzicky nám přitéká až 1300 MW. Ohrožena není jen česká přenosová soustava, ale s náparem zelené elektřiny se musí vypořádat také například v Polsku, Rakousku, Slovinsku, Belgii nebo Švýcarsku. [19]

### 3.6 Teroristický útok

Útok může být veden na destrukci trafostanic, nebo na nadzemní vedení velmi vysokého napětí. Kybernetické útoky prostřednictvím viru napadnou informační síť. [19][21]

### 3.7 Elektromagnetické bouře

Čeští astronomové z Astronomického ústavu Akademie věd objevili, že za některými poruchami v české rozvodné elektrické síti může být také sluneční aktivita. V dlouhých vodičích u vedení vysokého a velmi vysokého napětí se může jednat o nárůst až o desítky procent, kde by mohl vzniknout proud až 50 ampér. Tak velký proud by na poškození některých prvků infrastruktury stačil. V obdobích zvýšené sluneční aktivity je totiž podle jejich výzkumu poruch v rozvodech vysokého napětí o desítky procent více, než když je sluneční aktivita minimální. Už delší dobu je známo, že poruchy v rozvodné síti a následné výpadky proudu může způsobovat také sluneční aktivita. Při slunečních erupcích se totiž může ze Slunce uvolnit nabitá koronální hmota, která, když zasáhne Zemi, tak způsobí změny v geomagnetickém poli. Ty se běžně projevují jako polární záře, ale v mimořádných případech dochází také ke vzniku proudu v dlouhých vodičích, který následně poškozuje transformátory, a může tak dojít i k výpadkům dodávek proudu. [22]

Cílem české energetiky je zajištění vysoké bezpečnosti a spolehlivosti přenosové soustavy v souladu s evropskými standardy a dosažení energetické odolnosti.

## 4 ANALÝZA RIZIK

Je proces, který nám stanoví, jak velká je pravděpodobnost, že se nebezpečí uskuteční. Jedná se o jeden z důležitých kroků, který nám sníží dopad rizika. Existuje velké množství způsobů, jak získávat data a informace, stejně jako existuje více metod, které lze rozdělit na kvantitativní a kvalitativní. Tyto metody plní pouze pomocnou roli. Důležitým faktorem je lidská inteligence a výběr vhodné metody analýzy rizik.

Výběr metody závisí na tom, zda známe:

- nebo můžeme stanovit rozložení živelných pohrom, nehod, havárií, útoků, atd.
- prostor a čas můžeme spočítat rozložení u živelných pohrom, nehod, havárií, útoků ..atd.
- a vypočítat lze zmapovat časový interval pro dané území, nebo stavit rozložení živelných pohrom, nehod, havárií, útoků, dopadů a pravděpodobnost jejich výskytu

Nelze nikdy přesně určit, které metody jsou vhodné použít na hledání rizik a kritických míst. Výsledkem použité metody by měl být jednoduchý a srozumitelný text jak expertům, tak běžným uživatelům. [23]

### 4.1 Analýza FMEA

Analýza FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) v českém překladu *analýza možných vad a jejich důsledků*. Tato analýza se poprvé objevila ve vojenském předpisu, který vznikl roku 1949. Na počátku tato metoda využívala techniku hodnocení spolehlivosti, a tak bylo možné stanovit dopady poruch systémů a zařízení. Společnost NASA aplikovala tuto myšlenku v 60. letech na projekt Apollo 13 a použila ho jako spolehlivostní analýzu složitých systémů v kosmickém výzkumu.

Jako první využívá metodu FMEA firma Ford v automobilovém průmyslu. Tuto metodu používala k preventivnímu zjišťování kvality vyráběných součástek. FMEA procházela vývojem dvacet let a postupně se zdokonalovala. Komplexně byla zpracována v osmdesátých letech, a to do papírové formy QS9000. Postupně se začala využívat v dalších odvětvích, jako je letecký průmysl, jaderná energetika, a dostala se i do popředí netechnických oblastí.

Metoda FMEA se využívá v předvýrobních etapách na preventivní odstranění možných závad a chyb. Ve výrobním procesu zjišťuje nejkritičtější a nejpravděpodobnější chyby ve výrobku, nebo i v samotném procesu.

Dokáže rozeznat v návrhu výrobku poruchu, určit její následek, ohodnotit riziko a bezpečně této poruše předejít. Cílem FMEA je v předvýrobní etapě rozbor celého výrobku a jeho výrobního procesu ve kterém vyhledává poruchy a k takto zjištěným poruchám dává nápravná opatření ve stádiu technické přípravy výrobku. Pro takto odhalenou poruchu na nejnižší úrovni se analyzují možné následky. [24]

FMEA se používá v následujících formách:

- FMEA konstrukce,
- FMEA procesu,
- FMEA výrobku,
- FMEA výrobních prostředků. [24]

## 4.2 FMEA v procesu

FMEA procesu se uskutečňuje většinou před zahájením výroby nebo inovací technologického postupu. Tato metoda je určena pro přezkoumání technologického postupu, anebo pro analýzu již používaného postupu. Tato metoda dokáže odhalit slabá místa a iniciovat jeho zlepšení. Pracovník, který zodpovídá za provedení FMEA procesu, předkládá týmu FMEA návrh na technologický postup výroby. Tento postup obsahuje všechny fáze výroby a výrobních operací až do okamžiku předání výrobku zákazníkovi. Tato analýza je složena ze tří částí, a to z Analýzy a hodnocení současného stavu, Návrhu opatření, Hodnocení stavu po opatření.[25]

## 4.3 Analýza hodnocení současného stavu

Jednotlivé operace procesu v pořadí, ve kterém na sebe navazují, se postupně analyzují. Tým má za úkol vymezit možné vady, jež se mohou při procesu vyskytnout. Týká se to vad, které se přenesou do konečného výrobku, ale i vad, které způsobí, že některé z operací nebudou úspěšné. Dále tým analyzuje působnost možných vad na obsluhu procesu. Ke každé vzniklé vadě tým analyzuje možné příčiny, které mohou vadu způsobit.

Při stanovení možné chyby i její příčiny se dále zjišťuje, jaké postupy v procesu využít, aby tyto chyby byly odstraněny.

V případě vzniku vady se u FMEA procesu posuzuje pravděpodobnost, že v průběhu operace vlivem nějaké příčiny vzniknou výrobky s vadou, nebo že nastane selhání procesu.

Při odhalení vady tým hodnotí účinnost stávajících postupů nebo její příčiny před tím, než výrobek opustí místo výroby. Rizikové číslo se vypočítá jako součin bodového hodnocení významu vady, pravděpodobnosti výskytu vady a pravděpodobnosti odhalení vady. [25]

### **Krok procesu**

Uvede se označení kroku procesu nebo analyzovaná operace, a to na základě číslování procesu a terminologie. Schéma číslování procesu, posloupnost kroků a použitá terminologie by měla být shodná s údaji použitými ve vývojovém diagramu procesu, aby se zajistila sledovanost a vztahy s jinými dokumenty. [23]

### **Funkce procesu**

Uvede se funkce, která odpovídá každé analyzované operaci. Funkce procesu popisuje účel nebo záměr dané operace. Aby se omezil počet kroků, doporučuje se provést analýza rizik a vybrat kroky, které budou mít pravděpodobný dopad na produkt. Existuje-li více funkcí procesu s ohledem na danou operaci, měla by být každá z těchto funkcí zařazena do formuláře s uvedením příslušných požadavků. [23]

### **Požadavky**

Požadavky jsou vstupy do procesu, které jsou specifikovány pro splnění záměru návrhu produktu nebo dalších požadavků. Jestliže má daná funkce více než jeden požadavek, měl by být každý z požadavků zařazen do formuláře s uvedením příslušných souvisejících způsobů poruch s cílem usnadnit prováděnou analýzu. [23]

### **Možný způsob poruchy**

Je definován jako způsob, jakým by mohl při plnění požadavků na proces případně selhat. U jednotlivé operace z hlediska požadavků na proces se podle vývojového diagramu procesu sepíší možné způsoby poruch. Předpokládá se, že by se porucha mohla vyskytnout, avšak není to podmínka. Případné poruchy by měly být popisovány technickými termíny. [23]



### **Možný důsledek poruchy**

Důsledky poruchy by se měly popisovat tak, jak by je mohl postřehnout nebo pocítit koncový uživatel. Jestliže by způsob poruchy mohl ovlivnit bezpečnost nebo nesoulad s předpisy, mělo by to být jednoznačně identifikováno v rámci PFMEA (FMEA procesu) [23]

### **Závažnost**

Závažnost je hodnota spojována s nejzávažnějším důsledkem v případě daného způsobu poruchy. Závažnost představuje relativní známkování v rámci předmětu jednotlivé FMEA. Tým by se měl dohodnout na kritériích hodnocení a systému známkování. [23]

### **Možné příčiny poruchy**

Možná příčina poruchy je definovaná jako označení toho, jak se může porucha vyskytnout, a je popsána jako něco, co lze opravit nebo řídit. Možná příčina poruchy může vyjadřovat slabou stránku návrhu procesu, jejímž následkem je způsob poruchy. V co největším možném rozsahu se identifikuje a dokumentuje možná příčina a co nejstručněji a nejúplněji se popíše. Může existovat jedna příčina nebo několik příčin, které mohou mít za následek analyzovaný způsob poruchy. [24]

### **Výskyt**

Výskyt znamená pravděpodobnost výskytu specifické příčiny poruchy. Znamka hodnocení pravděpodobnosti výskytu vyjadřuje spíše relativní význam než absolutní hodnotu (viz tabulka). Odhadne se pravděpodobnost výskytu možné příčiny chyby na stupnici od 1 do 10. Pro zajištění kontinuity by se měl používat konzistentní systém známkování výskytu. Znamka hodnocení výskytu je relativní známkování v rámci předmětu FMEA a nemusí odrážet reálnou pravděpodobnost výskytu. Jsou-li k dispozici statistické údaje v podobném procesu, měly by se použít pro stanovení známky hodnocení výskytu. [23]

### **Nástroje řízení pro stávající proces**

Nástroje řízení pro stávající proces jsou popisem nástrojů řízení, kterými lze v možné míře buď zabránit výskytu příčiny chyby, nebo odhalit způsob chyby, pokud by se vyskytla.

Je třeba zvážit dva druhy nástrojů řízení procesu:

**1. Prevence:** eliminování výskytu příčiny chyby nebo způsobu poruchy snížením četnosti jejich výskytu.

**2. Detekce:** identifikování příčiny chyby nebo poruchy, které vedou k vypracování souvisejících opatření k nápravě nebo protiopatření.

Je-li to možné, upřednostňuje se použití nástrojů řízení prevence. Počáteční známkování detekce bude založeno na nástrojích řízení procesu, kterými se buď odhaluje příčina, nebo způsob chyby. Detekce je známka hodnocení související s nejlepším nástrojem řízení detekce. Jestliže je identifikován více než jeden nástroj řízení, doporučuje se, aby známka hodnocení detekce u každého nástroje řízení byla součástí popisu. Do sloupce pro detekci se zaznamená nejnižší známka hodnocení. [23]

### **Hodnocení rizika**

Jedním z přístupů napomáhajících stanovování priorit opatření je použití ukazatele priorit rizika. V rámci předmětu jednotlivé FMEA může mít tato hodnota rozpětí od 1 do 1000. Při aplikování prahových hodnot se předpokládá, že ukazatel RPN je měřítkem relativního rizika (kterým často nejsou) a že neustálé zlepšování není zapotřebí (zapotřebí však je). Další záležitostí týkající se používáním přístupu s prahovou hodnotou je to, že neexistuje žádná konkrétní hodnota RPN, která vyžaduje mandatorní opatření. [23]

$RPN = \text{závažnost (S - severity)} \times \text{výskyt (O - occurrence)} \times \text{detekce (D - detection)}$

Použití prahové hodnoty RPN **není** doporučeným postupem pro určování potřeby přijímat opatření

### **Doporučená opatření**

Záměrem jakéhokoli doporučeného opatření je snížit známky hodnocení v tomto pořadí: závažnost výskyt a detekce.

- Snížit známku hodnocení závažnosti (**S**): Pouze revize návrhu procesu dokáže vyvolat snížení známky hodnocení závažnosti. Tato změna neznamena, že bude závažnost snížena, proto by se změny měly přezkoumat, aby se stanovil dopad na proces.
- Snížit známku hodnocení závažnosti (**O**): Aby se snížil výskyt, mohou být požadovány revize návrhu procesu. Snížení známky hodnocení výskytu lze docílit odstraněním nebo řízením jedné nebo několika příčin způsobu poruchy prostřednictvím revize návrhu procesu.

- Snížit známku hodnocení detekce (**D**): Preferovanou metodou je použití ochrany proti chybám.

Přepracovaný návrh metodiky detekce může mít za následek snížení známky hodnocení detekce. V některých případech může být požadována změna kroku procesu, aby se zvýšila pravděpodobnost odhalení. Zlepšení nástrojů řízení detekce vyžaduje znalosti a pochopení dominantních příčin. [23]

### **Odpovědnost – Termín dokončení**

Uvede se jméno osoby a organizace odpovědné za splnění každého doporučeného opatření, včetně termínu dokončení. Vedoucí týmu je odpovědný za proces, a také všech doporučených opatření nebo za jejich odpovídající řešení. [23]

FMEA analýza možností vzniku a následků selhání – představuje metodu identifikování a prevence potenciálních problémů či pochybení. Jedná se o proaktivní preventivní strategii. Původně je FMEA předurčena pro přezkoumání a validaci návrhu technologického postupu, ale je i cennou metodou pro přezkoumání a analýzu používaných postupů a nevýrobních procesů.

## **4.4 Analýza rizik a posuzování kritičnosti**

Analýzy s cílem identifikovat pravděpodobnost nějaké mimořádné události, jakož i možné dopady a škody, jsou typickou úlohou z oblasti analýzy a managementu rizik. Existuje celá řada metodik k provádění analýzy rizik, a to jak v oblasti bezpečnosti informačních technologií, tak i v oblastech dalších.

Tyto metodiky pracující často s velice podobnou strukturou – objekty, ohrožení, slabá místa, pravděpodobnosti. Výsledkem metod je potom očekávaná výše škody nebo kategorizace rizika. [26]

Experty na ochranu kritické infrastruktury bylo konstatováno, že aplikace klasických metod analýzy rizik v oblasti ochrany kritické infrastruktury nevede vždy k žádoucímu cíli. Důvodem je to, že pro výpadky infrastruktur a pravděpodobnosti takových výpadků zatím nejsou k dispozici dostatečně silně vypovídající statistiky, není dohotovena katalogizace objektů, slabých míst a ohrožení, a to od úrovně podniku až po úroveň národohospodářskou.

Modifikací klasických metod analýzy rizik byla vypracována metoda na bázi „posouzení kritičnosti“. Výchozím bodem u této metody jsou provozní (věcné) procesy, které probíhají, např. v jednotlivých provozech infrastruktury podniku. Obdobně se postupuje na úrovni koncernu, odvětví či sektoru kritické infrastruktury. [26]

Kritičnost prvku infrastruktury tedy vymezuje selhání či disfunkčnost určitého prvku infrastruktury v rámci většího systému, u kterého především zkoumá vlivy způsobující závažnost dopadu výpadku na společnost, a to i prostřednictvím závislých infrastruktur.

#### 4.5 Rizikové faktory:

- Rizikový faktor člověk: nedostatečný smysl pro zachování bezpečnosti, nedostatečně kvalifikovaný personál, lidské selhání, kriminální jednání (sabotáž, teroristické útoky).
- Rizikový faktor organizace: koncentrace nezbytných důležitých zdrojů, outsourcing (nákup služeb mimo podnik), infrastruktury kritické z hlediska podniku.
- Rizikový faktor příroda/životní prostředí: přírodní katastrofy, kontaminace a epidemie.
- Rizikový faktor IT: komplexnost systémů, rostoucí závislost na IT, rozsáhlé celosvětové propojení systémů IT sítěmi, krátké cykly inovace IT, standardizace techniky a komponentů, vzájemná závislost kritické infrastruktury (interdependence), internet jako nervový systém kritické infrastruktury (souvislost s bezpečností IT). Riziko je nutné eliminovat vždy na nejmenší možnou únosnou míru. Pro každé zařízení či objekt bude přijatelná míra rizika představovat jinou hodnotu a nelze ji proto jednoduše definovat. (např. výše vložených finančních prostředků, dostupnost technických zařízení, vliv na prostředí apod.). [27]

Na prvním místě při posuzování rizika by měl vždy být lidský život a zdraví člověka. Proto při eliminaci rizika v prostředí mimořádné události je kladen velký důraz na úroveň rozhodovacího procesu a řízení. Kritická infrastruktura je zásobována elektřinou prioritně, její prvky tudíž nejsou zahrnuty do regulačních ani vypínacích plánů provozovatele přenosové soustavy. V případě, že z objektivních důvodů není možno zásobování prvků kritické infrastruktury a prioritních odběratelů elektrickou energií zajistit, je řešením pouze využití vlastních náhradních zdrojů elektrické energie těchto subjektů (např. diesलगregáty). [18]

Provozní a bezpečnostní úroveň technické infrastruktury jako celku má zásadní vliv na ekonomiku státu. Narušení nebo snížení provozuschopnosti těchto systémů v souběhu s mimořádnými událostmi může vyvolat krizové stavy.[28]

## 5 OBECNÉ PŘÍSTUPY K MINIMALIZACI DOPAD BLACKOUTU

Poptávka po elektřině v Evropě roste a tím i tranzit přes naši přenosovou soustavu. Riziko přetížení soustavy, poruchy či lokálních blackoutů je reálnější a méně předvídatelný než dříve.

### 5.1 Krizová připravenost ve zdravotnictví

Zdravotnictví má velmi důležitou roli při řešení následků mimořádných událostí, které vyplývají z krizových situací. Podle zákona 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky zajišťuje obecně bezpečnost občanů. V předpisech krizové legislativy je definována povinnost státu při ochraně života a zdraví. Ta zajišťuje připravenost systému zdravotnictví za mimořádných situací. Cílem je zajistit záchranu života a zabránit vzniku těžké újmy na zdraví. Předpokladem je plánovitá příprava preventivního opatření prováděná za podmínek standartní bezpečnostní situace.[14]

Při zajišťování zdravotní péče je zdravotnický personál nenahraditelný a musí být zvládnuta ochrana zdravotnického personálu.

**Krizová připravenost zdravotnictví** je schopnost správních úřadů a poskytovatelů zdravotnických služeb poskytovat nezbytnou zdravotní péči obyvatelstvu za mimořádných událostí a krizových situací, v souladu s medicínskými zásadami pro poskytování zdravotní péče. [15]

Adekvátní krizová připravenost zdravotnického zařízení musí být zajištěna tak, aby nevznikla žádná nepředvídatelná situace, na kterou nebude toto zařízení schopné reagovat. Základním předpokladem pro vypracování dokumentů vhodných pro řešení krizových situací je podrobná a systematická analýza všech možných rizik jak uvnitř, tak vně zdravotnického zařízení. Na přípravě těchto krizových plánů se musí podílet odpovědné osoby na všech úrovních řízení a následně je musí umět uvést do praxe. [15]

**Za hlavní součásti krizové připravenosti jsou považovány:**

- části zaměřené na zvládnání hromadného příjmu raněných a nemocných,
- traumatologický plán,
- pandemický plán,

- části zaměřené na zvládnání vnitřního nebezpečí nebo vnějšího ohrožení zařízení (včetně výpadků technologických systémů, energií a dalších poruch chodu nemocnice),
- evakuační plán – krizové operační postupy. [15]

## 5.2 Start ze tmy

Jedním z bezpečnostních prvků je plán ochrany a obnovy neboli „start ze tmy“ (obnova napájení části elektrické sítě do provozu bez nutnosti využití externí přenosové soustavy).

Elektrárna Dlouhé Stráně může pomoci při rozsáhlém výpadku. Služba start ze tmy umí nahodit dvě stě kilometrů vzdálenou tepelnou elektrárnu Chvaletice v Pardubickém kraji. Praxe potvrdila, že na 172 kilometrů dlouhém vedení mezi Dlouhými Stráněmi a Chvaleticemi je možný vznik ferorezonance a samobuzení, kde se velmi pomalu nabudí linka, aby nedošlo k nežádoucím rezonančním jevům v síti. V Dlouhých Stráních dálkovým povelům nastartuje satelitním telefonem výkonný dieselagregát, který dodá energii a umožní spustit vodu z horní nádrže a roztočí turbínu, která postupně nabudí linku bez napětí. Celý proces trvá méně než půl hodiny.

Nejvyšším instalovaným výkonem Vodní elektrárny (VE) v ČR disponuje Přečerpávací vodní elektrárna (PVE) Dlouhé Stráně o výkonu 650 MW (2 x 325 MW – Francisova turbína), následuje PVE Dalešice o výkonu 480 MW (4 x 120 MW – Francisova t.). PVE Dalešice byla výkonově dimenzována tak, aby v případě náhlé poruchy dokázala nahradit jeden blok jaderné elektrárny Dukovany. Akumulační vodní elektrárna Orlický je třetí největší VE v ČR o výkonu 364 MW (4 x Kaplanova turbína), která je umístěna u vodní nádrže Orlický na Vltavě. Následuje akumulční VE Slapy s výkonem 144 MW (3 x 48 MW – Kaplanova t.) na stejné řece.

V ČR jsou malé vodní elektrárny (MVE) zařazeny do instalovaného výkonu 10 MW a těmi největšími jsou: Prácheň (9,75 MW – Francisova t.) a MVE Hněvkovice (2 x 4,7 MW – Kaplanovy t.). MVE vyšších výkonů jsou většinou provozovány jako akumulční a MVE nižších výkonů jako průtočné. [29][30]

### 5.3 Hlavní úkoly dispečerského řízení

- Dispečerské řízení přenosové soustavy (PS), manipulace v PS, spolupráce s výrobcí elektřiny, s dispečinkou distribučních soustav (DS), řízení spolupráce s okolními provozovateli přenosových soustav (Transmission Systems Operators – TSO) v rámci synchronně propojeného systému kontinentální Evropy a realizaci sjednaných kontraktů na přenos elektřiny.
- Udržování trvalé rovnováhy mezi výrobou a spotřebou elektřiny v elektrizační soustavě ČR při respektování plánů výměn elektřiny sjednaných se sousedními provozovateli přenosových soustav.
- Zajišťování spolehlivého přenosu elektřiny při dodržování kvalitativních parametrů elektřiny na úrovni přenosové soustavy v reálném čase.
- Prevence a řešení poruchových a havarijních stavů v PS a jejich analýzy.[31]

### 5.4 Regulace české sítě

V Česku se o rovnováhu v síti stará státní společnost ČEPS, která vše řídí z dispečinku na pražském Bohdalci. Aby v elektroenergetické síti panovala rovnováha, musí platit základní rovnice: součet energie dodané se musí rovnat součtu energie odebrané a ztrátám. V případě nesplnění této rovnice začne docházet k přebytku výkonu a zvyšování frekvence sítě nebo nedostatku výkonu a snižování frekvence sítě. Oba tyto stavy jsou nežádoucí a bez zásahu mohou vést postupně až k blackoutu. Stoprocentně se sice blackout vyloučit nedá, ale České republice se zatím vyhnul.[32]

Při nezvládnutí rovnováhy výroby a spotřeby dochází k rozpadu sítě během několika sekund. V tak krátkém intervalu se nestačí sejít žádný krizový štáb a postupy musí být předem připraveny a automatizovány.

Právě proto se zavedl pojem kritická infrastruktura a jeho ochrana. Plán krizové připravenosti pro případ výpadku veřejné sítě počítá v součinnost vlastníků objektů kritické infrastruktury.[33]



## 5.5 Obecná opatření ve vazbě na ochranu obyvatelstva

Existuje celá řada účinných nástrojů, pomocí kterých je možné mimořádným událostem v energetice předcházet, či je přímo řešit. Jedná se o nástroje, které vycházejí především z legislativních úprav, jako např. vyhlášení předcházení stavu nouze a vyhlášení stavu nouze v energetice. Tyto stavy může provozovatel přenosové soustavy vyhlásit na celém území. Na vyhlášení těchto stavů přímo navazují provozní opatření v přenosové soustavě, která vychází z celé řady klíčových plánů (frekvenční, regulační, omezovací, vypínací).

V případě, že by taková mimořádná událost ve značném rozsahu ohrožovala životy, zdraví, majetek a životního prostředí, může být vyhlášen některý z krizových stavů. V této souvislosti mohou být přijímána orgány státní správy, tzv. krizová opatření, která spočívají, např. v omezení pohybu a pobytu osob na vymezeném území, práva pokojně se shromažďovat apod. Může být nařízena, např. evakuace osob, pracovní povinnost, nebo pracovní výpomoc.[9]

Dále jsou přijímána opatření nouzového přežití obyvatelstva, které zahrnují např.:

- nouzové zásobování základními potravinami,
- nouzové zásobování pitnou vodou,
- nouzové základní služby obyvatelstvu,
- nouzové dodávky energií,
- organizování humanitární pomoci. [9]

## 5.6 Indikace vzniku blackoutu

Ne u každého výpadku elektřiny se musí jednat o blackout. Může se například jednat o plánovanou odstávku elektřiny z důvodu údržby distribuční sítě. To lze ověřit např. na úředních deskách nebo webových stránkách obcí, či místně příslušné distribuční společnosti (stránky jsou i během výpadku dostupné prostřednictvím, např. mobilních telefonů či tabletů).

Pokud dojde k výpadku elektřiny a nejedná se o plánovanou odstávku, je potřeba zjistit o jaký druh výpadku se jedná (lokální nebo rozsáhlý).[10]

**Mezi základní ukazatele toho, že se jedná pouze o lokální výpadek el. proudu, patří:**

- osvětlenost okolních obcí nebo městských částí,
- stálé vysílání lokálních rádií,
- pohyb elektrických vlakových jednotek po trati. [10]

## **5.7 Kaskádové efekty blackoutu**

V případě blackoutu nebude možné využívat celou řadu technologií, které jsou přímo závislé na dodávkách elektrické energie a nejsou současně zálohovány náhradními zdroji elektrické energie, např.: diesela agregáty, bateriemi. [34]

**V první fázi výpadku zcela jistě zaznamenáte, že nefungují:**

- všechny přístroje, které ke svému provozu potřebují připojení do el. sítě,
- běžné osvětlení (v domácnostech, veřejných budovách, pouliční lampy),
- zabezpečovací zařízení budov (včetně elektrického otevírání dveří, garážových vrat a bran),
- dopravní signalizační zařízení (dopravní semaforey, signalizace železničních přejezdů apod.),
- bankomaty a současně nebude možné uskutečnit nákupy v obchodech s elektronikou evidencí prodeje (snímání čárových kódů, platba kartou apod.),
- většina čerpacích stanic pohonných hmot,
- hromadná doprava, která je přímo závislá na dodávkách elektrického proudu (vlak, tramvaje, trolejbusy). [34]

**V druhé fázi výpadku (v řádu hodin) zaznamenáte, že dochází k problémům v oblastech:**

- dodávek pitné vody,
- dodávek plynu a tepla,
- výpadků signálů mobilních operátorů,
- nefunkčnosti datových sítí (internetu) apod,
- svozu odpadu. [34]

V **pozdějších fázích** (v řádu desítek hodin) bude docházet k dalším významným potížím:

- v oblasti zásobování (potraviny, léčiva, pohonné hmoty apod.),
- v oblasti komunikace (omezený přístup k ověřeným informacím),
- při fungování jednotlivých úřadů,
- v oblasti bezpečnosti (narušování veřejného pořádku). [34]

## 5.8 Jaké dopady může mít blackout

Jakýkoliv výpadek elektrické energie (i krátkodobý) pocítí téměř okamžitě všechny osoby nacházející se na daném území. Mnohem znatelnější dopady bude mít taková událost v oblastech s větší koncentrací obyvatel.[35]

**Bezprostředně po vzniku blackoutu dojde k uvíznutí osob:**

- ve výtazích (pokud nejsou vybaveny speciálními záložními zdroji),
- v hromadných dopravních prostředcích (především ve vlakových soupravách na elektrifikovaných tratích),
- v dopravních zácpách (vzhledem k nefunkčnosti dopravních signalizačních zařízení).[35]

**Mezi další znatelné dopady této mimořádné události bude patřit:**

- omezení dostupnosti informací,
- přetíženost tel. sítí (bude velmi obtížné navázat kontakt s blízkými osobami),
- zhoršený přístup ke složkám integrovaného záchranného systému (přetížení tísňových linek, delší dojezdové časy jednotlivých složek),
- omezené fungování nemocnic (vykonávány pouze neodkladné operace apod.),
- omezené možnosti zajištění hygienických standardů (nefungující voda a odpady, kazící se potraviny apod.),
- omezená možnost nákupu potravin a vody,
- omezený nákup pohonných hmot,
- omezené možnosti při zajištění vytápění,
- zvýšené riziko vzniku požárů (nouzové svícení svíčkami apod.),
- nemožnost výkonu zaměstnání a školní docházky (většina budov a výrobních prostorů bude uzavřena),

- omezená možnost dopravy (omezené využití prostředků hromadné dopravy, nedostatek pohonných hmot v motorových vozidlech apod.).[35]

## 5.9 Obecné doporučení při vzniku blackoutu

Vždy je velmi důležité odpojit všechna elektrická zařízení, aby při obnovení dodávek el. energie nedošlo k opětovnému výpadku z důvodu přetížení sítě. Popřípadě zapnout jedno svítidlo nebo radiopřijímač, pomocí kterého si můžete ověřit, zda již byla dodávka el. energie obnovena. Pokud funguje dodávka pitné vody z vodovodního potrubí, je nutné v maximální míře vodou šetřit. Máte-li možnost, zásobte se pitnou vodou ze studen a pramenů v okolí vašeho bydliště. V případě deště zachytávat vodu do nádob, může se později hodit.

Informace o prognóze získávejte z médií přes rádio na baterie nebo rádio v autě. Ideální je komunikace se sousedy. Není vhodné tyto informace ověřovat na tísňové lince.

K nouzovému osvětlení použijte přenosné svítilny, svíčky používat s největší opatrností a pod neustálým dozorem, Je velmi pravděpodobné, že vytápění přestane fungovat. Proto v zimním období uvážlivě hospodařte s teplem, tzn. zbytečně nevětrejte, ucpěte všechny škvíry pod dveřmi a okny. Máte-li tu možnost, zvažte odjezd na chalupu nebo chatu, pokud zde můžete vytápět tuhými palivy.

V případě nedostatečné zásoby čerstvých potravin je vhodné navštívit nejbližší obchod. Je pravděpodobné, že budou fungovat pouze ty obchody, které mají záložní zdroje nebo malé obchůdky. V případě, že nemáte vůbec žádné zásoby, požádejte o pomoc sousedy nebo příbuzné. Dá se předpokládat, že první hodiny po blackoutu budou velmi složité a nebude možné čerpat humanitární pomoc. [36]

## 5.10 Náhradní zdroje elektrické energie

Záložní zdroje elektrické energie nám zajišťují ochranu zařízení před poškozením, při výpadku proudu nebo nouzové napájení v případě dlouhodobého výpadku.

**Základní dělení záložních zdrojů podle výstupního napětí:**

- stejnosměrné,
- střídavé. [37]

**Podle druhu a způsobu přeměny:**

- rotační zdroje,
- statické zdroje,
- chemické zdroje. [37]

**5.11 Rotační zdroje**

Ve většině případů jsou to motorgenerátory, kde dochází k přeměně paliva na energii kinetickou a následně na energii elektrickou. Mezi hlavní součástky patří spalovací motor a elektrický generátor. V současné době lze do této kategorie zařadit i setrvačnickové systémy. Tento systém je vhodný tam, kde je potřeba rychle měnit režimy spotřeby mezi generátorovým a spotřebičovým režimem.

Motorgenerátory jsou schopny převzít plnou zátěž do 15 vteřin od ztráty elektrického napájení z distribuční sítě. V mnoha případech přebírají napájení daného objektu i v situaci, kdy nedojde k samotnému výpadku, ale jen zakolísání sítě nebo frekvence, nebo kdy se jedná, o tzv. napěťovou špičku, vysokofrekvenční rušení, harmonické zkreslení atd.

Motorgenerátory jsou sice schopny převzít plnou zátěž ale až po určité době. Tato doba je dána hlavně startem samotného motorgenerátoru a náběhem na provozní otáčky. Aby se tato doba překlenula a o objekt nebyl bez napájení, bývají motorgenerátory kombinovány ještě s jinými zdroji nepřerušitelného napájení. Mezi tyto zdroje patří statické UPS (např. baterie) nebo jiný druh rotační UPS.

Pro motorgenerátory je zpracována velice rozsáhlá norma ČSN ISO 8528 Střídavá zdrojová soustrojí poháněná pístovými spalovacími motory.[38]

**5.12 Statické zdroje UPS**

Potřebují ho zařízení, u kterých nesmí dojít k neočekávanému výpadku elektřiny UPS (neboli Uninterruptible Power Supply/Source).

Tyto statické zdroje jsou zárukou souvislé dodávky energie, kterou potřebují nemocniční přístroje telekomunikačního zařízení, nebo obstarávají plynulý chod počítačových systémů. Schopnost zajištění dodávky energie při kompletním výpadku je u UPS poměrně krátká v řádech jednotek nebo minut. [39]

### 5.12.1 Offline UPS

V normálním síťovém režimu napájí přímo zátěž a průběžně dobíjí akumulátory přes usměrňovač. Střídač nepracuje, ale při výpadku napájení se během několika ms (cca 5ms) aktivuje a zátěž je napájena z akumulátorů skrze něj.[39]

### 5.12.2 Live-interactive UPS

Line-interactive UPS spadá do kategorie VI UPS, tedy do napětově nezávislých zdrojů záložního napájení, ale pouze v bateriovém režimu. V normálním síťovém režimu napájí přímo zátěž a průběžně dobíjí akumulátory přes usměrňovač. UPS obsahuje odbočkový transformátor, který dokáže pomocí indukce vyrovnat podpětí nebo přepětí na definovanou hodnotu, a to bez nutnosti napájení zátěže z akumulátorů přes střídač. Při výpadku síťového napájení se během několika ms aktivuje střídač a zátěž je napájena z akumulátorů.[39]

### 5.12.3 Online UPS s dvojitou konverzí

Online UPS s dvojitou konverzí spadá do kategorie VFI UPS, tedy do napětově a frekvenčně nezávislých zdrojů záložního napájení. V normálním síťovém režimu je vstupní elektrická energie usměrněna přes usměrňovač. Část této energie nabíjí akumulátory. Zbytek energie dále prochází přes střídač a napájí zátěž. Při výpadku síťového napájení dochází k okamžitému přechodu na bateriový režim bez přerušování dodávek elektrické energie. Zátěž je napájena z akumulátorů přes střídač.[39]

Klasifikace UPS vychází z harmonizované české normy ČSN EN 62040, která byla převzata z normy Mezinárodní elektrotechnické komise (IEC) IEC 62040-3.

## 5.13 Chemické zdroje

Do této kategorie spadá palivový článok. Je zařízením sloužícím k přímé přeměně chemické energie na energii elektrickou. Pro svou funkci potřebuje běžný palivový článok kontinuální přísuv paliva, které v článku reaguje s oxidačním činidlem a za vzniku různých sloučenin, v závislosti na typu použitého článku a paliva, dochází k produkci elektrické energie.[38]

Náhradní zdroje elektrické energie se dříve používaly tam, kde bylo nutné zabezpečit provoz důležitých strategických zařízení, nebo bezporuchové odstavení technologií.

S rozvojem výpočetní techniky, která zasahuje do všech oblastí průmyslu a služeb se nejen rozšiřuje oblast použití náhradních zdrojů, ale rostou i nároky na kvalitu napájecího napětí. Pokles a samotné přerušování napětí může vést k ekonomickým ztrátám, ale i k negativním dopadům na bezpečnost osob. [38]

## 6 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI PRÁCE

Blackout pojem, který řeší teoretickou část diplomové práce. Tímto slovem označujeme krizovou situaci nejen u nás, ale i v zahraničí. Lze vůbec spatřovat něco na blackoutu pozitivního? Určitě ano. Vždy záleží, ve kterém ročním období se nás tento nepříjemný dlouhotrvající a nepředvídatelný výpadek dotkne. Tma spoustu procesů a činností zastaví, nebo silně omezí. Postupně přestanou fungovat sociální sítě, doprava a ustane denní shon a zavedený pořádek přestane existovat.

V České republice tento stav zatím nikdy nenastal. V budoucnu je velká pravděpodobnost, že tato skutečnost může ochromit provoz v našem státě. Na rozvoj přenosové soustavy se vynakládá 4,5 miliardy korun a mezi technické a organizační opatření patří i striktní dodržování kritéria N-1. Pro případný start ze tmy jsou v České republice připraveny podrobné plány ochrany a obnovy, k okamžitému spuštění.

V případě rozsáhlého výpadku a porušení páteřní sítě by Česká republika musela přejít na vnitřní zdroje zásobování elektrickou energií. Tyto zdroje se ukrývají ve vodní, větrné a sluneční energii. Dalším významným prvkem, který dokáže zásobovat blízké okolí elektrickou energií, jsou teplárny s možností kombinované výroby tepla a elektrické energie. Tyto ostrovní systémy jsou nedílnou součástí startu ze tmy.

Vnější a vnitřní rizika, které ohrožují nemocnici v době blackoutu a klasifikace stávajícího stavu bude provedeno analýzou FMEA. Tato technika je popsána v teoretické části diplomové práce.

V této analýze rizik je každé identifikované riziko číselně klasifikováno. Dle klasifikace se navrhuje opatření pro snížení rizik. Je-li riziko stále vysoké, uplatňují se nová opatření. Výstupem této metody bude skutečnost řešení možných dopadů.



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 7 MĚSTO KYJOV

Kyjov se nachází v severní části okresu Hodonín, který leží v jihovýchodní části Jihomoravského kraje. Od krajského města Brna je vzdálen 43 km jihovýchodním směrem a 18 km severně od okresního města Hodonín. Severní hranice katastru je zároveň hranicí Jihomoravského a Zlínského kraje. Centrum města leží v údolí řeky Kyjovky na jejím levém břehu ve výšce 190 m n. m. Nejvyšší bod města je chřibský kopec Lenivá hora v části Bohuslavice s výškou 462,7 m n. m. V nejnižším bodě 183 m n. m., jižně od města, řeka Kyjovka opouští katastr.

Krajina severně od města je kopcovitá, tvoří zde podhůří Chřibů a jednotlivé vesnice zde mají v řádu několik set obyvatel. Území Bohuslavic už z velké části leží v Chřibech. Jižním směrem je terén zvlněný a oblast je intenzivněji zemědělsky využívána. Obce zde mají okolo 1 000 – 3 500 obyvatel. Žije zde přibližně 11 tisíc obyvatel. Město je centrem folklórního regionu Kyjovské Dolňácko a každé čtyři roky zde probíhá národopisná slavnost Slovácký rok. [40]

### 7.1 Nemocnice Kyjov historie

Nedostatek lékařské péče Kyjov a jeho okolí pocítoval již před první světovou válkou. Zemský výbor uznal, že výstavby nemocnice je třeba, ale dal přednost výstavbě v jiných lokalitách. Okresní zastupitelstvo zřídilo fond k vybudování okresní nemocnice, takto získané peníze ovšem nestačily. Až v roce 1938 oznámil okresní úřad obci, že v rámci doplnění sítě nemocnic bude v Kyjově vzhledem k centrální poloze zřízena okresní nemocnice.

V roce 1938 se začalo stavět a jako první byl postaven chirurgický pavilon (obr č.3 interní pavilon, prosektura a budova řádových sester). Po dobu války zde byl zřízen lazaret a skladiště s vojenským náradím. V posledních dnech válečného konfliktu nemocnice utrpěla několik dělostřeleckých zásahů, které si vyžádaly opravy areálu a následnou obnovu po dobu 11 měsíců.[40]

### 7.2 Nemocnice Kyjov, příspěvková organizace

V současné době je nemocnice komplexem 25 objektů a doplňkových staveb, ve kterých jsou rozmístěna pracoviště, které zajišťují péči obyvatelům města Kyjova a všem lidem žijícím ve spádových obcích a v okolí. Nemocnice se nachází na hlavní silniční komunikaci na křižovatce Brno – Koryčany – Svatobořice – Mistřín. Do areálu vedou dva vjezdy.

Hlavní vjezd ze silnice na Brno je opatřen vrátnicí s 24 hodinovou službou. Druhý vjezd se nachází u silnice směrem na Koryčany, který je zmodernizován a plně automatizován. Tato vrátnice slouží převážně k výjezdu vozidel z areálu nemocnice. K vjezdu ho používají pouze nákladní vozy a složky IZS (Integrovaný záchranný systém) při cvičení nebo požáru. V nemocnici pracuje 1083 zaměstnanců z toho 171 lékařů a 404 zdravotních sester, zbytek jsou zaměstnanci starající se o provoz a chod nemocnice. Ročně je zde hospitalizováno kolem 20 000 tisíc pacientů, z toho v roce 2018 334 cizinců.



*Obr. 3 Nemocnice Kyjov operační sály, ambulance a lůžková část [Zdroj:41]*

### **7.3 Dostupnost elektrické energie**

Elektrická energie v roce 2018 byla zajištěna z hladiny vysokého napětí 22 000 V. Nákup elektrické energie byl proveden centrálně v rámci Jihomoravského kraje. Odebraná elektrická energie byla za rok 2018 v celkové sumě 30 73 460 kWh. Náhradní zdroje elektrické energie o výkonu 405 a 810 kVA zajišťovaly dodávku po dobu výpadků z distribuční sítě. Tyto zdroje pracovaly spolehlivě a bez závad. Zkoušky náhradních zdrojů se provádí dle

ČSN 33 2000-7-7-10, a to je jedenkrát za 14 dní bez výpadku el. energie a jedenkrát za 14 dní se provádí zkouška automatického náběhu dieselaagregátů vypnutím celé nemocnice. Kontrolní starty byly po celý rok 2019 bez problémů. Dieselaagregáty jsou jednou ročně kontrolovány odborným servisem.



*Obr. 4 Hlavní brána se stálou službou [Zdroj:41]*

Nemocnice Kyjov, příspěvková organizace poskytuje obyvatelstvu základní a specializovanou diagnostickou a léčebnou zdravotní péči a výdej léků a zdravotnických prostředků ve svých lékárnách. Všechna pracoviště zajišťují odbornou praxi studentů lékařských a farmaceutických fakult včetně odborné praxe studentů středních zdravotnických škol. Nemocnice současně provádí klinické hodnocení léčiv a zdravotnických prostředků. V rozsahu potřebném pro zajištění výše uvedených činností zajišťuje činnost ekonomickou, technicko-provozní a administrativní včetně činnosti obslužných provozů.



Obr. 5 Orientační plán Nemocnice Kyjov [Zdroj:42]

## 7.4 Analýza vybrané krizové situace

Jeden z posledních velkých výpadků, kdy byl postižen celý areál kyjovské nemocnice, nastal dne 3. 3. 2008 na dobu 5h V tomto období se přes Českou republiku přehnal orkán Emma, který způsobil výpadky na většině území.

Celý areál byl zálohován ze záložních zdrojů. Je zajímavé, že od roku 1974, kdy byl tento starší dieselaagregáty instalován, se jednalo o jeho vůbec nejdelší a nepřerušovanou provozní dobu, kdy nemocnici zásoboval elektrickou energií. V roce 2019 došlo k 7 výpadkům elektrické energie. Jednalo se především o krátkodobé několikaminutové výpadky.

Některé výpadky byly zapříčiněny přerušení dodávky elektrického proudu z distribuční sítě a některé byly vytvořeny neúmyslně přímo v areálu nemocnice neodborným zásahem do vnitřního vedení při výkopových pracích. Takto nehlášené výpadky byly po celý rok 2019 zálohovány dieselaagregáty. Podle sdělení zaměstnanců nemocnice firma EON provádí kontrolu přívodního vysokonapěťového kabelu jedenkrát za tři roky.

## 7.5 Výskyt příčin

Výskyt je pravděpodobnost, že se specifická příčina vyskytne. Znamka charakterizující pravděpodobnost výskytu, má spíše relativní význam než absolutní platnost. Jediný způsob, jakým se dá známka výskytu snížit, je odstranění nebo zvládnutí příčiny procesu. Pravděpodobnost výskytu možné příčiny se odhaduje ve stupnici 1 až 10.

Tab. 1 Výskyt příčiny [Zdroj: Vlastní]

Pravděpodobnost chyby	Kritéria: výskyt chyby	Znamka hodnocení
<b>Velmi velká</b>	90%-100%	<b>10</b>
<b>Velká</b>	80%-90%	<b>9</b>
	70%-80%	<b>8</b>
	60%-70%	<b>7</b>
<b>Střední</b>	50%-60%	<b>6</b>
	40%-50%	<b>5</b>
	30%-40%	<b>4</b>
<b>Malá</b>	20%-30%	<b>3</b>
	10%-20%	<b>2</b>
<b>Velmi malá</b>	Chyba je eliminována nástroji řízení 0%-10%	<b>1</b>

## 7.6 Analýza rizik

Následující analýza rizik má za cíl odhalit nežádoucí události, které vedou k realizaci rizik. Na základě identifikace rizika můžeme organizaci bezpečně řídit. Přínosem je nejen prevence, splnění legislativních povinností, ale i odstranění slabín a nedostatků.

### 7.6.1 Bezpečnostní hrozby

V této kapitole jsou uvedena rizika, které z mého pohledu ohrožují pacienty, ale i personál nemocnice.

- nízký počet generátorů,
- vysoká spotřeba paliva,
- kaskádový efekt (omezené dodávky pitné vody a plynu),
- zmatek (neznalost postupů v krizových situacích),
- nedostatek zdravotnického personálu,
- nedostatečná zásoba paliva,
- porucha generátoru (přerušeni dodávky záložní energie),
- atmosférické poruchy (orkán, úder blesku, námraza, povodně),
- rozpad elektrifikační soustavy,
- výpadek dodávky vody,
- výpadek dodávky plynu,
- kybernetický útok,
- teroristický útok.

Pokud nastanou změny v organizaci, analýza rizik musí být znovupoužitelná. Při analýze se mnohdy vyskytují trvalé hrozby, které na chod organizaci nemají vliv, nebo hrozby, které se nevyskytují téměř vůbec, ale dopad může být osudový.

## 7.7 Výpadek dodávky vody

Město Kyjov a některé okolní obce jsou zásobeny vodou z vodní nádrže Koryčany, která byla vybudována v letech 1953-1958 na horním toku říčky Kyjovky. Kapacita nádrže je 25 milionů m<sup>3</sup> vody. Zásobování vodojemů je prostřednictvím gravitace.

Nemocnice Kyjov čerpá vodu ze zásobníku Pod Kohoutkem nebo zásobníku Pod Rochem. Oba tyto zásobníky jsou výše položené než nemocnice a celý proces zásobování se děje prostřednictvím gravitace a spádu, který zabezpečí přívod vody i do nejvyšších pater nemocnice. Dále se v nemocnici nachází jeden ze starších typů generátorů, který je chlazen vodou a po zahřátí na provozní teplotu dochází k chlazení z vodovodního řádu. Po konzultaci s odborným pracovníkem firmy VAK Kyjov by bylo možné zásobovat z vodojemů okolní obyvatelstvo po dobu dvou dnů.

Při regulaci se tato doba zdvojnásobí. Nemocnice Kyjov by v takovém případě dostala přednost s ohledem na polohu v blízkosti vodojemů a její zásobování by v případě regulace a úplného odříznutí ostatních obcí od pitné vody mohlo vydržet i několik dní. Odvod odpadních vod by při výpadku elektrické energie fungoval víceméně na celém území. Nedochovalo by však k jejich čištění a ty, které dotečou do čističky odpadních vod, by byly obtokovány do recipientu.

Po dlouhodobém výpadku elektrické energie by obnovení dodávek pitné vody v plném rozsahu vodárenské společnosti trvalo několik dnů. Čištění odpadních vod by bylo možné ihned po připojení do distribuční sítě.

## 7.8 Výpadek dodávky plynu

Výpadek dodávky elektrické energie nemá žádný vliv na dodávky zemního plynu. Plyn je důležitý pro topení, ohřev teplé vody, které zajišťuje Teplárna Kyjov, ale je i důležitý pro vaření na plynových vaříčích. Nemocnice Kyjov disponuje vlastní kuchyní a z hlediska přípravy jídel je soběstačná. V našich podmínkách jsou nejčastější podzemní zásobníky plynu. Tyto zásobníky jsou opatřeny kompresními stanicemi, které se starají o dostatečný tlak v distribuční síti. Stanice disponují náhradními zdroji elektrické energie s dostatečnými zásobami pohonných hmot a v případě blackoutu jsou dobře vybaveny.

Kromě elektřiny patří mezi klíčové infrastruktury i dodávky vody a plynu. Hrají nezastupitelnou roli pro chod strategických prvků státu. Omezené nebo úplné přerušení těchto komodit snižuje obvyklé standardy a narušuje chod zdravotnických zařízení.



### 7.9 FMEA analýza procesu vnějších poruch

Tab. 2 Tabulka FMEA analýzy procesu vnějších poruch [Zdroj: Vlastní]

Druh rizika	Požadavky	Možná chyba	Důsledek	Závažnost	Příčina	Nástroje prevence	Výskyt chyby	Nástroje detekce	Výskyt odhalení	Doporučené opatření	Termín , odpovídá	RPN
V n ě j š í  p o r u c h y  s í t ě	Rozpad elektrifikační soustavy	Chybné rozhodnutí operátora	Poškození venkovního vedení a transformačních stanic	10	přetok elekt. energie ze zahraničí	Instalace ochranných transformátorů s regulací fáze	3	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	8	Pravidelné školení Cvičení na blackout	ČEPS	240
	Napětová špička	Náhlé velmi krátké zvýšení napětí	Poškození transformační stanice	7	Atmosférické poruchy úder blesku	održováním kritéria N-1	7	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	4	Uzemnění trafostanice	ČEPS	196
	Tlakové síly v příhradových stožárech	Deformace nosných konstrukcí	Poškození příhradových stožárů 110Kv	7	Atmosférické poruchy orkán	Dodržování normy ČSN ISO 12494 ČSN EN 1990	4	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	5	Dodržování kritéria N-1	ČEPS	140
	Přímý úder blesku	Přetížení transformátoru	Požár trafostanice energetického uzlu	9	Porucha přechodky izolantu	Nepřekračovat životnost transformátorů	6	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	4	Včasná výměna transformátoru	ČEPS	216
	Silné zemětřesení	Protržení přehrady, nebo poškození vodní elektrárny	Nemožnost znovuoživení ostrovních systémů	8	Pohyb tektonických desek	Mobilní seismické stanice	2	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	7	Včasné varování	EON	112
	Silná námraza na venkovním vedení	Poškození venkovního vedení, nebo stožárů vysokého napětí	Přetržení izolátorových závěsů	7	Vznik tahové síly v ocelových lanech	Mechanické oklepávání	6	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	4	Včasné odstranění námrazy	ČEPS	168
	Kybernetický útok	Nedostatečná protivirová ochrana	Odpojení elektrárenského bloku	7	Prolomení zabezpečení	Sofistikované generace firewallů	2	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	7	Včasná aktualizace	ČEZ	98
	Výbuch transformační stanice	Nedostatečná objektová ochrana	Napadení kritické infrastruktury (Napadení státu)	7	Teroristický útok	Bezpečnostní informační služba	2	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	4	Posílení ochranných opatření	ČEZ	56

### 7.10 FMEA analýza procesu vnitřních poruch

Tab. 3 Tabulka FMEA analýzy procesu vnitřních poruch [Zdroj: Vlastní]

Druh rizika	Požadavky	Možná chyba	Důsledek	Závažnost	Příčina	Nástroje prevence	Výskyt chyby	Nástroje detekce	Výskyt odhalení	Doporučené opatření	Termín , odpovídá	RPN
V n i t ř n í  p o r u c h y  s í t ě	Dlouhodobý výpadek el. energie nad 24h	Zavzdušnění palivové soustavy	Přerušení napájení ze záložního zdroje	9	Nedostatek provozních kapalin	Instalace benkaloru 9000l v areálu nemocnice	2	Nefunkčnost přístrojů aktivace nouzového osvětlení	4	Instalace benkaloru v areálu nemocnice	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	72
	Krátkodobý výpadek elek. Energie cca 12h	Zavzdušnění palivové soustavy	Přerušení napájení ze záložního zdroje	7	Nedostatek provozních kapalin	Zásobu pohonných látek držet na 90%-100%	4	Nefunkčnost přístrojů aktivace nouzového osvětlení	3	Instalace benkaloru v areálu nemocnice	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	84
	Podpětí	Dlouhodobé snížení napětí v trvání několika sekund	Nesprávná funkce HW, restartování a následná ztráta dat	4	Náhlé změny zátěží	Instalace UPS	5	Ztráta dat, porucha výtahů, sepnutí UPS	2	Pravidelný servis obměna a instalace chybějících UPS	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	40
	Přepětí	Dlouhodobé zvýšení napětí v trvání několika sekund	Předčasné stárnutí prvků zařízení, přehřívání sítě	4	Spínání energeticky náročných zařízení	Vícepólový kombinovaný svodič	5	Sepnutí jističů	2	Instalace svodičů, instalce UPS	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	40
	Porucha generátoru	Poškozený snímač otáček generátoru	Přerušení napájení ze záložního zdroje	6	Amortizace snímače	Preventivní výměna po 5 letech	3	Ztráta otáček a následné odstavení generátoru	2	Vedení provozního deníku	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	36
	Výpadek elektrické energie a následné přerušení dodávky vody	Nedostatečné chlazení pohonného ústrojí generátoru	Přerušení napájení ze záložního zdroje	7	Nedostatek chladicí kapaliny a přehřátí pohonného ústrojí	Vybudování požární nádrže	2	Odstavení pohonného ústrojí teplotním čidlem	4	Výměna Motorgenerátoru z roku 1974	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	56
	Výpadek elektrické energie pouze v jednom z pavilonu	Přívodní kabel do pavilonu poškozen výkopovými pracemi	Přerušení napájení v daném pavilonu	4	Nedbalost stavební firmy	Stavební dozor zaměstnancem nemocnice	4	Nefunkčnost přístrojů aktivace nouzového osvětlení	6	Realizace a dokončení dvojího elek. vedení v celém areálu nemocnice	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	96
	Požár el. rozvaděče v jednom z pavilonů	Vysoká teplota rozvodových kabelů sítě s následným zkratem	Přerušení napájení v daném pavilonu	5	Dlouhodobé přetěžování rozvodné sítě	Včasná výměna vnitřních rozvodů	3	Spuštění signalizace EPS aktivace nouzového osvětlení	5	Pravidelné revize	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	75

## 7.11 Závažnost důsledku ve vztahu k procesu

Závažnost je známka spojená s nejméně závažným důsledkem daného procesu. Závažnost vyjadřuje relativní hodnocení v rámci dané FMEA. Zámka se dá snížit změnou procesu.

Tab. 4 Závažnost důsledku ve vztahu k procesu [Zdroj: Vlastní]

Důsledek	Kritéria – ochrana pacientů	Zámka hodnocení	Důsledek	Kritéria – poruch
Nesplnění bezpečnostních požadavků a nebo požadavků předpisů	Možný způsob poruchy, který bez varování ovlivňuje zdraví pacientů / a nebo znamená nesoulad s právními předpisy	10	Nesplnění bezpečnostních požadavků a nebo požadavků předpisů	Bez varování může ohrozit
	Možný způsob poruchy, který i s varování ovlivňuje zdraví pacientů/ a nebo znamená nesoulad s právními předpisy	9		S varováním může ohrozit
Ztráta nebo zhoršení primární funkce	Ztráta primární funkce/pacient zemře	8	Závažné porušení	Nevratné poškození zdraví s následkem smrti
	Zhoršení primární funkce/nevratné poškození zdraví pacient do 1 roku zemře	7	Významné porušení	Poškození zdraví s nevratnými následky
Ztráta nebo zhoršení sekundární funkce	Ztráta sekundární funkce/trvalé zdravotní následky	6	Mírné porušení	Poškození zdraví s následky
	Zhoršení sekundární funkce /dočasné zdravotní následky	5		Poškození zdraví
Nepříjemnost	Dlouhodobá porucha neovlivňuje zdraví pacientů	4	Mírné porušení	Krátkodobé narušení zdravotního stavu s komplikací
	Krátkodobá porucha neovlivňuje zdraví pacientů	3		Krátkodobé narušení zdravotního stavu
	Min porucha neovlivňuje zdraví pacientů	2	Minimální porušení	Minimální zdravotní-komplikace
Žádný důsledek	Žádný znatelný důsledek	1	Žádný důsledek	Žádný znatelný důsledek

## 7.12 Pravděpodobnost odhalení nástrojem řízení procesu

Tab. 5 Pravděpodobnost odhalení nástrojem řízení procesu [Zdroj: Vlastní]

Možnost detekce	Kritéria: Pravděpodobnost odhalení nástrojem řízení procesu	Známka hodnocení	Pravděpodobnost odhalení
Žádné možnosti detekce	Žádný nástroj řízení pro stávající proces, nelze odhalit nebo není analyzováno.	10	Téměř nemožná
V žádné etapě není pravděpodobná možnost detekce	Není snadné zjistit způsob poruchy nebo chyby.	9	Velmi mizivá
Detekce problému po provedení operace	Detekce způsobu poruchy po provedení operace pomocí vizuálních/akustických prostředků.	8	Mizivá
Detekce problému u zdroje	Detekce způsobu poruchy pomocí vizuálních/akustických prostředků, nebo provedení předběžného měření.	7	Velmi malá
Detekce problému po provedení operace	Detekce způsobu poruchy po provedení operace	6	Malá
Detekce problému u zdroje	Detekce způsobu poruchy po provedení operace s využitím měření proměnných veličin.	5	Střední
Detekce problému po provedení operace	Detekce způsobu poruchy po provedení operace automatizovanými nástroji řízení, kterým se zajistí neshodný prvek, prvek se zablokuje, aby se zabránilo další operaci.	4	Středně velká
Detekce problému u zdroje	Detekce způsobu poruchy po provedení operace automatizovanými nástroji řízení, kterým se zajistí neshodný prvek se zablokuje, aby se zabránilo operaci	3	Velká
Detekce chyby a nebo prevence problému	Detekce chyby příčiny automatizovanými nástroji řízení, kterými se zjistí chyba a zabrání se jí.	2	Velmi velká
Detekce není aplikovatelná, prevence poruchy	Prevence chyby technické řešení/vliv	1	Téměř jistá

## 8 VYHODNOCENÍ FMEA ANALÝZY

Hlavním cílem analýzy FMEA je identifikace selhání a jejich dopadů na proces záchrany ohrožených osob při rozsáhlém blackoutu ve zdravotnictví. Z provedené analýzy vyplývá, že Nemocnice Kyjov má sice dva záložní zdroje o vysokém výkonu, ale ani jeden není zapojen primárně jako centrální. Při poruše jednoho dieselgenerátoru nebude dodávat proud, ani druhý generátor. V případě poruchy jej nemá co nahradit. Další nevýhodou je fakt, že nemocnice je pouze částečně zasíťována dvojitým elektrickým vedením, které je nezávislé na hlavní rozvodné vnitřní síti.

Tento elektrický rozvod by zajistil napájení pouze jednotlivé budovy v případě poruchy vnitřní elektrické sítě. Stávající situace je taková, že nepůjde-li elektrina pouze v části nemocnice, záložní zdroje se nespustí a dané oddělení je odkázáno pouze na UPS.

Pro nouzové dodávky elektrické energie je nutná dostatečná zásoba paliva. I když kapacita skladovacích nádrží má předurčenou zásobu na několik hodin bezproblémového provozu, skutečné množství je drženo na 40% požadovaného stavu. Důvodem je předčasné stárnutí pohonných látek. Nemocnice Kyjov nakupuje naftu u benzínové stanice, která se nachází v těsné blízkosti areálu nemocnice. Nemá smluvně domluvenou dopravu do areálu nemocnice. Tento nákup zajišťují zaměstnanci nemocnice, kteří řeší přepravu v barelech s následným přečerpáním do palivových nebo skladovacích nádrží. Rozhodujícím faktorem je i stáří dieselgenerátorů. Po odborné konzultaci s energetickými pracovníky bylo zjištěno, že i přes pravidelné zkoušky jsou starší generátory více poruchové, ale relativně snadné a finančně nenáročné na opravy. Mezi nezanedbatelné položky, které jsou i u nových dieselagregátů, patří jejich roční provozní náklady, které je potřeba vynaložit na jejich provoz a údržbu. Nemocnice Kyjov nemá nasmlouvané žádné mobilní dieselgenerátory.

U nestabilních krátkodobých výpadků hrozí několikaminutová prodleva v dodávce elektrické energie. Tyto typy generátorů nejsou schopny během doběhu ihned dodávat elektrinu do rozvodů. Tuto prodlevu zajišťují instalované UPS.

Z místního šetření vyplývá, že nemocnice je připraveny na krátkodobý výpadek elektrické energie, které by dokázaly zvládnout. V případě velkého výpadku, který by trval několik dní a postihl by celý kraj nebo velkou část České republiky, by mohlo dojít k narušení dodávek elektrické energie ze záložních zdrojů.

## 8.1 Návrh nových efektivnějších opatření

Pro navýšení připravenosti nemocnic na výpadky elektrické energie bude nutná postupná modernizace záložních zdrojů. Nejen navýšení množství dieselgenerátorů, ale i výkonu, který v budoucnu bude nepostradatelný, aby pokryl energetickou náročnost dnešních i budoucích nemocničních přístrojů. V případě Kyjovské nemocnice by se jednalo o nákup pouze jednoho záložního zdroje o výkonu min 1200kW. Stávající záložní zdroj o výkonu 810kW je poměrně nový a jeho předčasná výměna by neúměrně zatížila rozpočet nemocnice. Zásobování pohonnými látkami je zdoluhavé a fyzicky náročné. V případě paralyzování blackoutem by se i s přednostním právem pro tankování jednalo o velice rizikový faktor. Protože nemocnice drží zásobu pouze na 40% kapacity skladovacích nádrží, navrhuji vybudování dvouplášťové nádrže na skladování a výdej pohonných hmot o obsahu minimálně 9000 l. Aby se zabránilo stárnutí nafty a docházelo tak k pravidelné obměně muselo by toto výdejní místo sloužit i pro potřeby všech sanitních a služebních vozů a veškeré techniky v areálu nemocnice.

Firmu ČEPRO a.s., která dokáže tyto nádrže zásobovat nejen v průběhu normálního stavu, ale i v případě vyhlášení krizového stavu. Má vyhrazeno několik cisteren s dostupností do 24h a potřebnou provozní kapalinu přiveze na místo určení. Nemocnice nemá vyřešenou nouzovou dodávku elektrické energie v případě dlouhodobějšího výpadku proudu pouze v části areálu. Tuto situaci lze řešit dokončení dvojího elektrického vnitřního vedení v nemocnicích, které je v současnosti rozvedeno pouze v části areálu a pro nouzovou dodávku z dieselgenerátoru zatím nefunkční.

Další možností je pořízení mobilních elektrocentrál. Tuto skutečnost bych nemocnici nedoporučil. Náklady na pořízení a údržbu jsou poměrně vysoké a okamžité zprovoznění vyžaduje čtyřadvacetihodinovou pohotovost energetických pracovníků na pracovišti. V současné době je situace taková, že po skončení pracovní směny jeden z pracovníků údržby drží pohotovost na telefonu a v případě závažné poruchy se dostaví na pracoviště. U tak rozsáhlého areálu s nepřetržitým provozem a velkým počtem pacientů je tato praxe nedostatečná.

Testování během standardního provozu nemocnice by poukázalo na nedostatky, které by při výpadku elektrické energie nastaly. Tyto testy by mohly probíhat o víkendu, o svátcích, nebo ve dnech pracovního klidu. V tuto dobu pracují energeticky náročné přístroje jen minimálně.

## 8.2 Navrhované opatření

Tato opatření jsou zaměřena především na ochranu pacientů a personálu nemocnice.

- Navýšení počtu generátorů,
- Navýšení výkonu generátorů 1200 kW,
- Vybudování nádrže na pohonné hmoty 9000 l,
- Uzavření smlouvy s firmou ČEPRO a.s.,
- Dokončení dvojího vnitřního elektrického vedení v areálu nemocnice,
- Pořízení mobilních elektrocentrál,
- Směnový provoz energetických pracovníků,
- Testování generátorů během standardního provozu nemocnice.

Takto navrhovaná opatření mohou posloužit k řízení identifikovaných rizik.

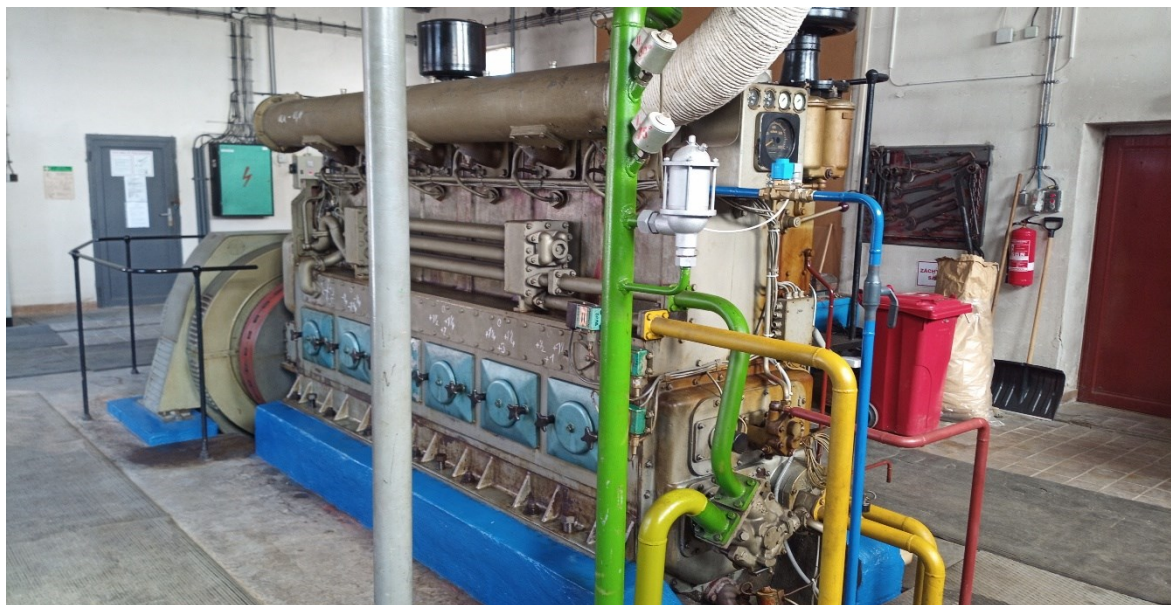
## 9 OPATŘENÍ PROTI BLACKOUTU NEMOCNICE KYJOV

Problematika blackoutu má přesah do mnoha oblastí. Každý kraj má zpracovanou energetickou koncepci, ale úrovně připravenosti nejsou jednotné.

### 9.1 Záložní zdroje nemocnice Kyjov

V případě výpadku přívodu elektrické energie do areálu zvenčí se automaticky spustí náhradní zdroj el. energie. Jedná se o dva samostatné dieselařegáty, které pokryjí spotřebu celého areálu. Pokud dojde k výpadku elektrické energie, pouze v určité části areálu není možné spustit generátor samostatně a dané oddělení je odkázáno na UPS zdroje.

Jedním z nezálohovaných objektů, který se nachází v areálu, je budova ředitelství, která je označena na situačním plánu písmenem K. Nemocnice disponuje dvěma dieselovými generátory. Nastane-li situace, že dojde k výpadku elektrického proudu, musí tyto systémy začít dodávat elektrickou energii do 120 sekund. V případě poruchy je v areálu v pracovní době přítomen kvalifikovaný personál, který má na starosti provozní stránku nemocnice. Jsou to zaměstnanci nemocnice, kteří jsou odborně způsobilí dle vyhlášky č. 50/1978 Sb., Tito pracovníci jsou oprávněni pracovat se zařízením pod proudem a při výpadku proudu. Dále mohou obsluhovat záložní zdroje včetně kontrol a periodických zkoušek.



Obr. 6 Záložní zdroj 405kw [Zdroj: Vlastní]



Další výhodou je, že spouštěcí zařízení, které zajišťuje obsluhu záložních zdrojů je vybaveno GPS bránou, která informuje pracovníky údržby o veškerém provozu, poruchách nebo výpadku elektrické energie jak v průběhu pracovní doby, tak i při držení pohotovosti z domova.



*Obr. 7 Ovládací centrum dieselgenerátorů [Zdroj: Vlastní]*

Zkoušky a jejich pravidelnost je dána normou ČSN 33 2140. Tyto periodické zkoušky se provádí ve dvou fázích. Mezi zkouškami je dodržen interval jednoho týdne. První fází zkoušky je kontrola se zatížením a pak bez zatížení. Termíny zkoušek se plánují na celý rok a jsou uveřejněny. Všem dotčeným zaměstnancům a provozům je rozeslán email, kde jsou uvedeny informace o čase, kdy budou zkoušky prováděny a jaké přístroje se musí vypnout a které se nesmí použít. Kontrolní dny jsou plánovány na pondělí, kde v ranních hodinách, a to 5:30, probíhají zkoušky. V tuto dobu je provoz nemocnice zatížen minimálně a nepracují ani vysoce energeticky náročné přístroje. O těchto zkouškách je veden provozní deník.



Obr. 8 Záložní zdroj 805kw [Zdroj: Vlastní]

Tab. 6 Typy a parametry elektrocentrál Nemocnice Kyjov [Zdroj: Vlastní]

Typ generátoru	Počet	Rok výroby	Výkon v kw	Spotřeba l/hod-1 při 75% zatížení
BEZ Bratislava	1	1974	405	80
STAMFORD	1	2001	810	120

V areálu nemocnice jsou instalovány nádrže na pohonné hmoty o celkovém objemu 1400 l. Tyto nádrže jsou doplňovány jedenkrát měsíčně a reálný objem je cca 800 l a to z důvodu stárnutí nafty. Kvalita nafty je dána vyhláškou č. 133/2010 Sb.,. Ta stanoví, že doba použitelnosti je tři měsíce.

Dále tato vyhláška doporučuje, že pro pohon diesellových agregátů, jako jsou právě záložní zdroje nemocnic, lze použít pouze fosilní paliva bez přídavku biopaliva. Současná zásoba paliva v Nemocnici Kyjov by pokryla 4 hodiny provozu.

V případě výpadku elektrické energie z distribuční sítě nemocnice není schopna provozovat vysoce náročné energetické zdroje, jako je CT, RTG, MMR,.

Zásobování palivem za normálního provozu zajišťují zaměstnanci nemocnice z nedaleké Benziny, která se nachází na stejné ulici v Kyjově. V případě dlouhodobého výpadku zajišťuje palivo kraj. Nemocnice nedisponuje žádnými zásobníky paliva typu Bencalor, kde by docházelo k pravidelné výměně paliva. A tím je zajištěno, že nafta by nestárла tak rychle a její množství by bylo v předepsaném množství. Z tohoto zásobníku, který má 9000 l, by mohly tankovat veškeré sanitní vozy a technika, která je používána v areálu, čímž by docházelo k pravidelné obměně pohonných hmot.

## 9.2 Start ze tmy Teplárna Kyjov

Teplárna Kyjov je průmyslový závod, který se zabývá kombinovanou výrobou elektřiny a tepla pro technologické účely, otop či ohřev topné a užitkové vody. Dodávky pro Kyjovskou nemocnici jsou zajišťovány dle dohodnutého odběrového diagramu. Po dobu poruchy nebo odstávky má teplárna v areálu Nemocnice Kyjov instalovaný náhradní zdroj tepla. Tento přídatný zdroj je opatřen plynovými kotli o výkonu 2,5 MW a je využíván i v období velkých mrazů, kdy vzhledem velké vzdálenosti od teplárny dochází k velkému ochlazení vody a ta dle smlouvy nedosahuje požadované teploty. Stabilní dodávky tepla jsou zajišťovány nepřetržitě a bez výpadků. Dodávky tepla se pohybují okolo 100 tis. GJ ročně.

## 9.3 Technologie

Zdroj je řešen v paroplynovém cyklu o celkovém elektrickém výkonu max 23 MW s možností dodávky tepla do Kyjova až 18,5 MW.

- spalovací turbíny o výkonu 2 x 7,4 MW na zemní plyn
- spalinové kotle na využití odpadního tepla
- vyrobená pára se využívá v parní odběrové turbíně 8,2 MW na výrobu tepla a elektřiny
- 2 plynové kotelny o výkonech 12,9 a 2,5 MW
- 2 výměníky spalin – voda na využití odpadního tepla ze sklářských van

## 9.4 Výroba elektrické energie

V současné době je technologie pro výrobu elektrické energie provozována v režimu podpůrné služby rychle startující patnáctiminutové zálohy MZ15+ (plný elektrický výkon do sítě za 15 min) dle požadavku dispečinku České přenosové soustavy.

V tomto režimu jsou spaliny ze spalovacích turbín vedeny obtoky kotlů přímo do komínů, nevyrábí se pára a nespouští se parní turbína. Elektrická energie, vyrobená na generátorech dvou spalovacích turbín, je transformována na napěťovou úroveň 22 kV a vyvedena do distribuční sítě.



*Obr. 9 Teplárna Kyjov [Zdroj:43]*

Palivem je zemní plyn, který se přivádí z vysokotlaké plynové sítě přes regulační stanici ke spalovací turbíně. Do ní se společně se zemním plynem vhání spalovací vzduch. Produkty hoření jsou vedeny na oběžná kola spalovacích turbín, která pohánají generátor.

Dále spaliny vystupují do spalinových kotlů, kde se vyrábí pára, jež je zavedena k parní turbíně. Součástí parního soustrojí je opět generátor.



*Obr. 10 Náhradní zdroj tepla [Zdroj: Vlastní]*

## 9.5 Popis současného stavu v teplárně

V případě výpadku elektrické energie Teplárna Kyjov nedokáže start ze tmy, nedisponuje dieselagregátem, který by dokázal oživit stávající systémy. V ostrovním režimu může fungovat elektrárna Hodonín, která dostane prvotní impuls z vodní elektrárny Vranov. Elektrárna Hodonín, při stavu nouze přechází do ostrovního provozu při nižší frekvenci než 49,8 Hz nebo při vyšší frekvenci než 50,2 Hz. V ostrovním režimu elektrárenský blok musí být schopný pracovat déle jak 2 hodiny. Tuto podpůrnou službu poskytují provozovatelé, kteří jsou připojeni do přenosové sítě s výkonem větším než 50 MW.

Pomocí systémů se obnovuje dodávka elektřiny pro najetí dalších významných zdrojů elektrické energie na území Jihomoravského kraje, jako je Teplárna Kyjov, a ta následně obnovuje dodávku elektřiny prioritním odběratelům, mezi které právě patří Nemocnice Kyjov.

Teplárny se staly klíčovým energetickým bodem pro zásobování elektřinou z ostrovního systému. Zaručují dodávky tepla teplé vody a elektřiny v případě blackoutu. Ostrovní provoz v teplárně je z pohledu ekonomiky náročný, slouží převážně pro vykrývání nárůstu spotřeby elektrické energie a okamžitého dokrytí požadované spotřeby.

## 10 MĚSTO HODONÍN

Okresní město Hodonín leží v Jihomoravském kraji na řece Moravě, přibližně 60 km jihovýchodním směrem od Brna. V jeho těsné blízkosti leží hranice mezi Českou republikou a Slovenskem, kterou tvoří tok řeky Moravy. Město je známé především jako centrum regionu, který vyniká kvalitním vínem, krásnou přírodou a folklorními tradicemi. Na rozloze 63,05 km žije přibližně 25 000 obyvatel.

### 10.1 Nemocnice Hodonín historie

Jak již bylo v úvodu naznačeno, vzhledem k podobnému charakteru a do jisté míry i územní propojenosti, je tato kapitola určitou formou komparace. Okolnosti vzniku Nemocnice v Hodoníně v poválečném čase byly dramatické. S rozvojem hodonínského regionu rostla potřeba lůžkového zařízení a dne 17. 11. 1946 byl položen základní kámen nové stavby. Předpokládané zprovoznění bylo oddáleno o dva roky a slavnostního otevření se nemocnice dočkala 1. 5. 1950, kde bylo zprovozněno 255 lůžek s postupným růstem až téměř na 400 lůžek. V suterénní přístavbě byly od roku 1976 prováděny vodoléčebné procedury. V roce 1979 byl zahájen provoz lázní. Město Hodonín je nyní jedním z lázeňských měst na jižní Moravě.[44]

### 10.2 Nemocnice Hodonín příspěvková organizace

Od 1. 9. 1997 nese název Nemocnice TGM Hodonín příspěvková organizace. Tato organizace poskytuje preventivní zdravotní péči, rehabilitační, poradenské, léčebné, diagnostické, ošetrovatelské, lékárenské služby, a to pro občany nejen v Hodoníně, ale i pro občany ze spádových obcí.

Protože tento objekt leží v těsné blízkosti slovenské hranice, meziročně ošetří přes 200 Slovenských občanů. Kapacita lůžek je 200 a mezi lůžkové oddělení patří chirurgické, gynekologické, interní, dětské a ARO.

Nemocnice Hodonín se nachází na ulici Purkyňova, kde je i hlavní brána se stálou službou. Tato brána je pro automobily do 3,5 t. Nákladní brána je ovládána dálkově a pod stálým kamerovým dohledem. Hlavní nemocniční komplex je tvořen několika budovami, které jsou propojeny v jednotlivých podlažích. Orientační plánec nemocnice je na obrázku č. 13 a v příloze je uvedena orientační tabulka k plánu.

V nemocnici pracuje cca 505 zaměstnanců, z toho 60 lékařů a 190 sester, ostatní zaměstnanci jsou zdravotní pracovníci, provozní pracovníci a dělníci zajišťující celkový chod nemocnice.

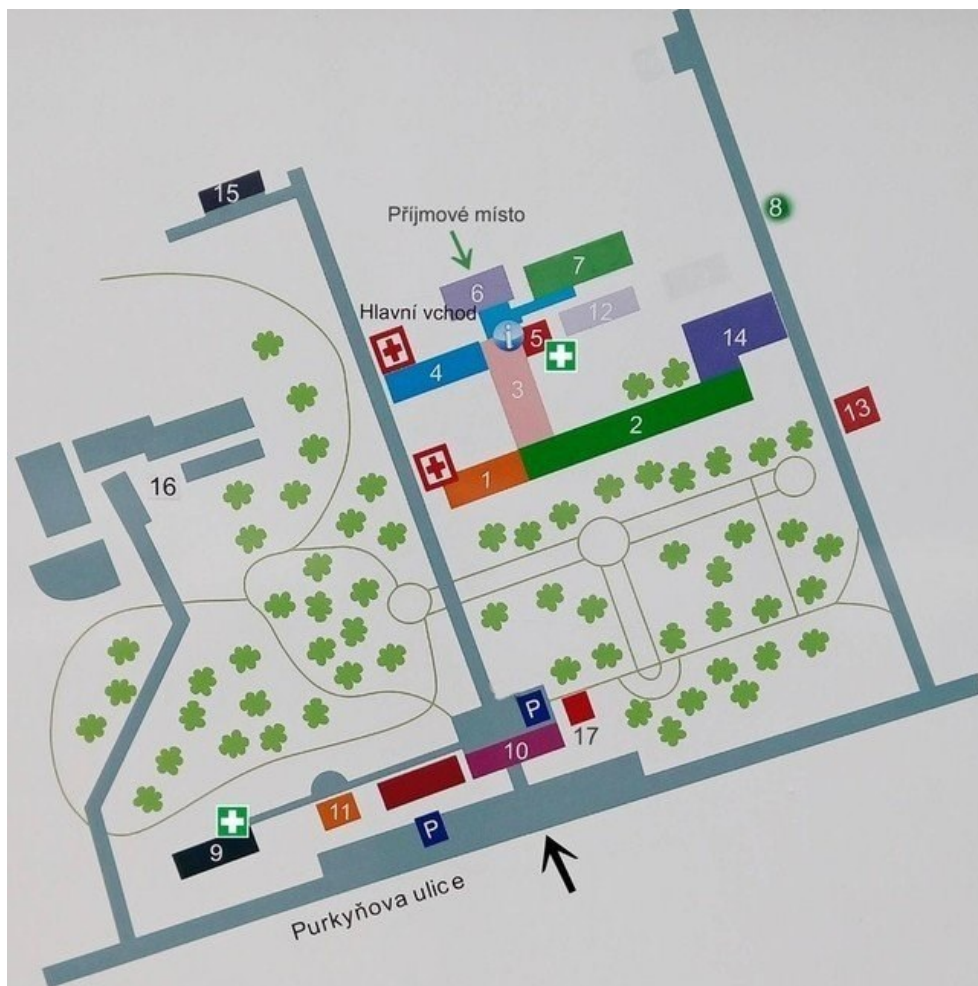


*Obr. 11 Nemocnice Hodonín [Zdroj: Fotoarchiv nemocnice]*

### **10.3 Dostupnost elektrické energie**

Nemocnice má nasmlouvanou dodávku elektrické energie s firmou CEJIZA, která řeší veřejné zakázky pro příspěvkové organizace v odběru plynu a elektrické energie. V roce 2019 byla spotřeba elektrické energie 1,689 MWh. V důsledku zapojování nových přístrojů dochází k nárůstu spotřeby elektrické energie.





Obr. 12 Orientační plán Nemocnice Hodonín [Zdroj:[45]]

#### 10.4 Analýza vybrané krizové situace

Od roku 2000 se Hodonínské nemocnici vyhýbají veškeré dlouhodobé výpadky elektrického proudu. Podle záznamů v provozním deníku záložní zdroj nepracoval déle jak pár minut. I při orkánech Kyrill a Emma se jednalo o několikaminutové výpadky, které byly pokryty záložními zdroji. V roce 2018 došlo k technické závadě na transformátoru velkého uzlu a hodinu po půlnoci došlo k přerušení dodávek elektrického proudu. Rozsáhlý výpadek proudu zasáhl řadu měst na jižní Moravě včetně Hodonína. Jednalo se o šest minut, které nijak nenarušily chod nemocnice.

## 10.5 Výskyt příčin

Výskyt je pravděpodobnost, že se specifická příčina vyskytne. Znamka charakterizující pravděpodobnost výskytu, má spíše relativní význam než absolutní platnost. Jediný způsob, jakým se dá známka výskytu snížit, je odstranění nebo zvládnutí příčiny procesu. Pravděpodobnost výskytu možné příčiny se odhaduje ve stupnici 1 až 10.

Tab. 7 Výskyt příčiny [Zdroj: Vlastní]

Pravděpodobnost chyby	Kritéria: výskyt chyby	Znamka hodnocení
<b>Velmi velká</b>	90%-100%	<b>10</b>
<b>Velká</b>	80%-90%	<b>9</b>
	70%-80%	<b>8</b>
	60%-70%	<b>7</b>
<b>Střední</b>	50%-60%	<b>6</b>
	40%-50%	<b>5</b>
	30%-40%	<b>4</b>
<b>Malá</b>	20%-30%	<b>3</b>
	10%-20%	<b>2</b>
<b>Velmi malá</b>	Chyba je eliminována nástroji řízení 0%-10%	<b>1</b>

## 10.6 Analýza rizik

Následující analýza rizik má za cíl odhalit nežádoucí události, které vedou k realizaci rizik. Na základě identifikace rizika můžeme organizaci bezpečně řídit. Přínosem je nejen prevence, splnění legislativních povinností, ale i odstranění slabín a nedostatků.

### 10.6.1 Bezpečnostní hrozby

V této kapitole jsou uvedena rizika, které z mého pohledu ohrožují pacienty, ale i personál nemocnice.

- Nízký počet generátorů,
- Vysoká spotřeba paliva,
- Kaskádový efekt (omezené dodávky pitné vody a plynu),
- Zmatek (neznalost postupů v krizových situacích),
- Nedostatek zdravotnického personálu,
- Nedostatečná zásoba paliva,
- Porucha generátoru (přerušení dodávky záložní energie),
- Atmosférické poruchy (orkán, úder blesku, námraza, povodně),
- Rozpad elektrifikační soustavy,
- Výpadek dodávky vody,
- Výpadek dodávky plynu,
- Kybernetický útok,
- Teroristický útok.

### 10.7 Výpadek dodávky vody

V těsné blízkosti se nachází vodojem Pánov a zásobování nemocnice je řešeno prostřednictvím dvou na sobě nezávislých větví. Jedna větev je ze směru Moravská Nová Ves a druhá větev ze směru Bzenec. Vodojem je dostatečně vysoko, aby zásobil vodou Nemocnici Hodonín gravitačně. V případě regulace vody pro samotný Hodonín a okolní obce dokáže svou kapacitou zásobit nemocnici i několik dní. Denní spotřeba vody je asi 15 000 l, kterou dodávají Vodovody a kanalizace Hodonín.

### 10.8 Výpadek dodávky plynu

S dodavatelskou firmou má nemocnice dohodnuto garantované bezpečnostní minimum 3000 m<sup>3</sup>/den, které plně pokrývá potřeby nemocnice. Nemocnice má vlastní kotelnu na ohřev teplé užitkové vody a vytápění nemocnice. Dále má nemocnice vlastní vývařovnu, která je plně zálohována záložním zdrojem. Při výpadku elektrické energie nedojde k přerušení dodávky plynu. Tato situace je obdobná jako u Nemocnice Kyjov.

## 10.9 FMEA analýza procesu vnějších poruch

Tab. 8 Tabulka FMEA analýzy procesu vnějších poruch [Zdroj: Vlastní]

Druh rizika	Požadavky	Možná chyba	Důsledek	Závažnost	Příčina	Nástroje prevence	Výskyt chyby	Nástroje detekce	Výskyt odhalení	Doporučené opatření	Termín , odpovídá	RPN
V n ě j š í  p o r u c h y  s í t ě	Rozpad elektrifikační soustavy	Chybné rozhodnutí operátora	Poškození venkovního vedení a transformačních stanic	10	přetok elekt. energie ze zahraničí	Instalace ochranných transformátorů s regulací fáze	3	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	8	Pravidelné školení Cvičení na blackout	ČEPS	240
	Napěťová špička	Náhlé velmi krátké zvýšení napětí	Poškození transformační stanice	7	Atmosférické poruchy úder blesku	dodržováním kritéria N-1	7	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	4	Uzemnění trafostanice	ČEPS	196
	Tlakové síly v příhradových stožárech	Deformace nosných konstrukcí	Poškození příhradových stožárů 110Kv	7	Atmosférické poruchy orkán	Dodržování normy ČSN ISO 12494 ČSN EN 1990	4	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	5	Dodržování kritéria N-1	ČEPS	140
	Přímý úder blesku	Přetížení transformátoru	Požár trafostanice energetického uzlu	9	Porucha přechodky izolantu	Nepřekračovat životnost transformátorů	6	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	4	Včasná výměna transformátoru	ČEPS	216
	Silné zemětřesení	Protržení přehrady, nebo poškození vodní elektrárny	Nemožnost znovuoživení ostrovních systémů	8	Pohyb tektonických desek	Mobilní seismické stanice	2	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	7	Včasné varování	EON	112
	Silná námraza na venkovním vedení	Poškození venkovního vedení, nebo stožárů vysokého napětí	Přetržení izolátorových závěsů	7	Vznik tahové síly v ocelových lanech	Mechanické oklepávání	6	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	4	Včasné odstranění námrazy	ČEPS	168
	Kybernetický útok	Nedostatečná protivirusová ochrana	Odpojení elektrárenského bloku	7	Prolomení zabezpečení	Sofistikované generace firewallů	2	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	7	Včasná aktualizace	ČEZ	98
	Výbuch transformační stanice	Nedostatečná objektová ochrana	Napadení kritické infrastruktury (Napadení státu)	7	Teroristický útok	Bezpečnostní informační služba	2	Vizuální, přerušení dodávek elek. Energie	4	Posílení ochranných opatření	ČEZ	56

## 10.10 FMEA analýza procesu vnějších poruch

Tab. 9 Tabulka FMEA analýzy procesu vnějších poruch [Zdroj: Vlastní]

Druh rizika	Požadavky	Možná chyba	Důsledek	Závažnost	Příčina	Nástroje prevence	Výskyt chyby	Nástroje detekce	Výskyt odhalení	Doporučené opatření	Termín , odpovídá	RPN
V n i t ř n í  p o r u c h y  s í t ě	Dlouhodobý výpadek el. energie nad 24h	Zavzdušnění palivové soustavy	Přerušení napájení ze záložního zdroje	9	Nedostatek provozních kapalin	Instalace benkaloru 9000l v areálu nemocnice	2	Nefunkčnost přístrojů aktivace nouzového osvětlení	4	Instalace benkaloru v areálu nemocnice	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	72
	Krátkodobý výpadek elek. Energie cca 12h	Zavzdušnění palivové soustavy	Přerušení napájení ze záložního zdroje	7	Nedostatek provozních kapalin	Zásobu pohonných látek držet na 90%-100%	4	Nefunkčnost přístrojů aktivace nouzového osvětlení	3	Instalace benkaloru v areálu nemocnice	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	84
	Podpětí	Dlouhodobé snížení napětí v trvání několika sekund	Nesprávná funkce HW, restartování a následná ztráta dat	4	Náhlé změny zátěží	Instalace UPS	5	Ztráta dat, porucha výtahů, sepnutí UPS	2	Pravidelný servis obměna a instalace chybějících UPS	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	40
	Přepětí	Dlouhodobé zvýšení napětí v trvání několika sekund	Předčasné stárnutí prvků zařízení, přehřívání sítě	4	Spínání energeticky náročných zařízení	Vícepólový kombinovaný svodič	5	Sepnutí jističu	2	Instalace svodičů, instalce UPS	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	40
	Porucha generátoru	Poškozený snímač otáček generátoru	Přerušení napájení ze záložního zdroje	6	Amortizace snímače	Preventivní výměna po 5 letech	3	Ztráta otáček a následné odstavení generátoru	2	Vedení provozního deníku	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	36
	Výpadek elektrické energie a následné přerušení dodávky vody	Nedostatečné chlazení pohonného ústrojí generátoru	Přerušení napájení ze záložního zdroje	7	Nedostatek chladicí kapaliny a přehřátí pohonného ústrojí	Vybudování požární nádrže	2	Odstavení pohonného ústrojí teplotním čidlem	4	Výměna Motorgenerátoru z roku 1974	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	56
	Výpadek elektrické energie pouze v jednom z pavilonu	Přívodní kabel do pavilonu poškozen výkopovými pracemi	Přerušení napájení v daném pavilonu	4	Nedbalost stavební firmy	Stavební dozor zaměstnancem nemocnice	4	Nefunkčnost přístrojů aktivace nouzového osvětlení	6	Realizace a dokončení dvojího elek. vedení v celém areálu nemocnice	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	96
	Požár el. rozvaděče v jednom z pavilonů	Vysoká teplota rozvodových kabelů sítě s následným zkratem	Přerušení napájení v daném pavilonu	5	Dlouhodobé přetěžování rozvodné sítě	Včasná výměna vnitřních rozvodů	3	Spuštění signalizace EPS aktivace nouzového osvětlení	5	Pravidelné revize	Vedení nemocnice Zřizovatel kraj	75

### 10.11 Závažnost důsledku ve vztahu k procesu

Závažnost je známka spojená s nejméně závažným důsledkem daného procesu. Závažnost vyjadřuje relativní hodnocení v rámci dané FMEA. Zámka se dá snížit změnou procesu.

Tab. 10 Závažnost důsledku ve vztahu k procesu [Zdroj: Vlastní]

Důsledek	Kritéria – ochrana pacientů	Zámka hodnocení	Důsledek	Kritéria – poruch
Nesplnění bezpečnostních požadavků a nebo požadavků předpisů	Možný způsob poruchy, který bez varování ovlivňuje zdraví pacientů / a nebo znamená nesoulad s právními předpisy	10	Nesplnění bezpečnostních požadavků a nebo požadavků předpisů	Bez varování může ohrozit
	Možný způsob poruchy, který i s varování ovlivňuje zdraví pacientů/ a nebo znamená nesoulad s právními předpisy	9		S varováním může ohrozit
Ztráta nebo zhoršení primární funkce	Ztráta primární funkce/pacient zemře	8	Závažné porušení	Nevratné poškození zdraví s následkem smrti
	Zhoršení primární funkce/nevratné poškození zdraví pacient do 1 roku zemře	7	Významné porušení	Poškození zdraví s nevratnými následky
Ztráta nebo zhoršení sekundární funkce	Ztráta sekundární funkce/trvalé zdravotní následky	6	Mírné porušení	Poškození zdraví s následky
	Zhoršení sekundární funkce /dočasné zdravotní následky	5		Poškození zdraví
Nepříjemnost	Dlouhodobá porucha neovlivňuje zdraví pacientů	4	Mírné porušení	Krátkodobé narušení zdravotního stavu s komplikací
	Krátkodobá porucha neovlivňuje zdraví pacientů	3		Krátkodobé narušení zdravotního stavu
	Min porucha neovlivňuje zdraví pacientů	2	Minimální porušení	Minimální zdravotní komplikace
Žádný důsledek	Žádný znatelný důsledek	1	Žádný důsledek	Žádný znatelný důsledek

## 10.12 Pravděpodobnost odhalení nástrojem řízení procesu

Tab. 11 Pravděpodobnost odhalení nástrojem řízení procesu [Zdroj: Vlastní]

Možnost detekce	Kritéria: Pravděpodobnost odhalení nástrojem řízení procesu
Žádné možnosti detekce	Žádný nástroj řízení pro stávající proces, nelze odhalit nebo není analyzováno.
V žádné etapě není pravděpodobná možnost detekce	Není snadné zjistit způsob poruchy nebo chyby.
Detekce problému po provedení operace	Detekce způsobu poruchy po provedení operace pomocí vizuálních/akustických prostředků.
Detekce problému u zdroje	Detekce způsobu poruchy pomocí vizuálních/akustických prostředků, nebo provedení předběžného měření.
Detekce problému po provedení operace	Detekce způsobu poruchy po provedení operace
Detekce problému u zdroje	Detekce způsobu poruchy po provedení operace s využitím s využitím měření proměnných veličin.
Detekce problému po provedení operace	Detekce způsobu poruchy po provedení operace automatizovanými nástroji řízení, kterým se zajistí neshodný prvek, prvek se zablokuje, aby se zabránilo další operaci.
Detekce problému u zdroje	Detekce způsobu poruchy po provedení operace automatizovanými nástroji řízení, kterým se zajistí neshodný prvek se zablokuje, aby se zabránilo operaci
Detekce chyby a nebo prevence problému	Detekce chyby příčiny automatizovanými nástroji řízení, kterými se zjistí chyba a zabrání se jí.
Detekce není aplikovatelná, prevence poruchy	Prevence chyby technické řešení/vliv

## 11 VYHODNOCENÍ FMEA ANALÝZY

Z provedené analýzy vyplývá, že nemocnice má k dispozici pouze jeden starší dieselaagregát a v případě poruchy jej nemá co nahradit. Při výpadku elektrické energie nezálohuje celý areál, ale pouze označené zásuvky. Nasmlouvané mobilní dieselgenerátory nemocnice nemá.

Pro nouzové dodávky elektrické energie je nutná dostatečná zásoba paliva. Nemocnice Hodonín nakupuje naftu na benzinové stanici v areálu ČSAD. Tento nákup zajišťují pracovníci nemocnice, kteří řeší přepravu v barelech s následným přečerpáním do palivové nádrže. Jako skladovací nádrže využívají přepravní barely.

U nestabilních krátkodobých výpadků hrozí několikaminutová prodleva v dodávce elektrické energie. Tento typ generátoru není schopen během doběhu ihned dodávat elektřinu do rozvodů. Tuto prodlevu zajišťují instalované UPS.

Z místního šetření vyplývá, že nemocnice jsou připraveny na krátkodobý výpadek elektrické energie, které by dokázaly zvládnout. V případě velkého výpadku, který by trval několik dní a postihl by celý kraj nebo velkou část České republiky, by mohlo dojít k narušení dodávek elektrické energie ze záložních zdrojů.

Proto je v praktické části diplomové práce popsána možnost spuštění ostrovních systémů sloužících jako záloha pro start ze tmy s následným ostrovním režimem. Obě nemocnice mají v těsné blízkosti dostatečně výkonné ostrovní systémy, které jsou nezávislé po jejich zprovoznění na zbytku elektrizační soustavy. Využitelnost těchto ostrovů života je dána neporušeností distribuční soustavy. Otázkou ovšem je, zda vše bude fungovat, jak má.



## 12 NÁVRH NOVÝCH EFEKTIVNĚJŠÍCH OPATŘENÍ NEMOCNICE HODONÍN

Doporučuji instalaci dvou dieselgenerátorů s dostatečným výkonem a v případě poruchy jednoho, zastoupí tento výpadek druhý generátor o stejném výkonu. Hodonínská nemocnice je svým areálem a lůžkovou částí mnohem menším objektem a tím i energeticky méně náročný. Pokud dojde k poruše dieselgenerátoru není zde žádný náhradní zdroj elektrické energie. Nemocnice je odkázána pouze na modulární UPS (energocentrum) Zde bych doporučil dva dieselgenerátory o výkonu 600 kW s patřičnou infrastrukturou.

Protože nemocnice nemá žádné skladovací nádrže a pohotovostní zásobu skladuje v barelu, navrhuji vybudování dvouplášťové nádrže na skladování a výdej pohonných hmot o obsahu minimálně 7000 l. Aby se zabránilo stárnutí nafty a docházelo tak k pravidelné obměně muselo by toto výdejní místo sloužit i pro potřeby všech sanitních a služebních vozů a veškeré techniky v areálu nemocnice.

Firmu ČEPRO a.s., která dokáže tyto nádrže zásobovat nejen v průběhu normálního stavu, ale i v případě vyhlášení krizového stavu. Má vyhrazeno několik cisteren s dostupností do 24h a potřebnou provozní kapalinu přiveze na místo určení. Ani jedna nemocnice nemá vyřešenou nouzovou dodávku elektrické energie v případě dlouhodobějšího výpadku proudu pouze v části areálu.

Tuto skutečnost lze řešit pořízením mobilních elektrocentrál, ale náklady na pořízení a údržbu jsou poměrně vysoké a okamžité zprovoznění vyžaduje čtyřiašedesátihodinovou pohotovost energetických pracovníků na pracovišti. V současné době je situace taková, že po skončení pracovní směny jeden z pracovníků údržby drží pohotovost na telefonu a v případě závažné poruchy se dostaví na pracoviště. U tak rozsáhlého areálu s nepřetržitým provozem a velkým počtem pacientů je tato praxe nedostatečná.

Testování během standardního provozu nemocnice by poukázalo na nedostatky, které by při výpadku elektrické energie nastaly. Tyto testy by mohly probíhat o víkendu, o svátcích, nebo ve dnech pracovního klidu. V tuto dobu pracují energeticky náročné přístroje jen minimálně.

### 12.1 Navrhované opatření:

- Navýšení počtu generátorů,
- Navýšení výkonu generátorů 600kW,
- Vybudování nádrže na pohonné hmoty 7000,
- Uzavření smlouvy s firmou ČEPRO a.s.,
- Pořízení mobilních elektrocentrál
- Směnový provoz energetických pracovníků
- Testování generátorů během standardního provozu nemocnice

Předmětem praktické části bylo poukázat na dopady rozsáhlého blackoutu vybraných nemocnic. Pokud by příčinou výpadku byla lokální porucha a jednalo by se o krátkodobý výpadek v řádech několika minut nebo hodin, jsou nemocnice dostatečně vybaveny k tomu, aby tuto krizovou situaci zvládly. Ovšem vyřazení značné části kritické infrastruktury a zhroucení frekvence na celém území a obnovení dodávek v trvání několika dnů nebo týdnů by bez ostrovních provozů znamenalo nemožnost použití energeticky náročných přístrojů a v případě poruchy generátoru by bylo velmi obtížné tuto situaci zvládnout.

## 13 OPATŘENÍ PROTI BLACKOUTU NEMOCNICE HODONÍN

Záložní zdroje jsou důležitou pojistkou při výpadku elektrické energie v nemocničním zařízení. V případě výpadku musí automaticky naskočit, aby došlo k minimálnímu přerušení provozu.

### 13.1 Záložní zdroje Nemocnice Hodonín

Při přerušení elektrické energie má nemocnice k dispozici záložní zdroj o výkonu 300 kW. Rok výroby je 1981. Tento dieselagregát pokrývá pouze nejdůležitější provoz a dodává energii do označených zásuvek. Nádrž na pohonnou látku je o objemu 320 l, ale reálná zásoba z důvodu stárnutí nafty je 200 l. Hodinová spotřeba dieselagregátu je 40 l za hodinu. Nasmlouvanou firmou pro odběr pohonných látek je ČSAD Hodonín, která se nachází nedaleko nemocnice a disponuje záložními zdroji elektrické energie. Dovoz nafty si řeší nemocnice vlastními prostředky a zaměstnanci. Jedenkrát ročně je provedena kontrola odborným servisem.



*Obr. 13 Záložní zdroj 300kw [Zdroj: Fotoarchiv nemocnice]*

Již 40 let plní svou funkci a zatím se nestalo, že by nemocnice zůstala bez proudu. Ovšem svým výkonem a amortizací se dostává tento záložní zdroj za hranici své životnosti.

V nemocnici dochází k nárůstu spotřeby elektrické energie a energetická náročnost se stupňuje i s pořizováním nových přístrojů. Zkoušky generátoru jsou prováděny podle normy.

ČSN 33 2140. V současné době není zálohován celý areál, ale pouze vybrané a život ohrožující úseky. Při nedávné rekonstrukci se operační sály, chirurgie a ARO přepojila na dva modulární UPS moduly- energocetra s dobou účinnosti minimálně 3 hodiny.

V případě výpadku nemohou provádět vyšetření oddělení jako je RDG, CT. Vedení nemocnice nemá smluvně zajištěné žádné mobilní generátory.

Tab. 12 Typ a parametry elektrocentrály Nemocnice Hodonín [Zdroj: Vlastní]

Typ generátoru	Počet	Rok výroby	Výkon v kW	Spotřeba l/hod-1 při 75% zatížení
MEZ FRENŠTÁT	1	1981	300	40

### 13.2 Start ze tmy Elektrárna Hodonín

Elektrárna Hodonín patří mezi nejstarší provozované elektrárny v České republice. Byla postavena ve dvou etapách v letech 1951–1957. Výběr lokality pro její výstavbu vycházel z místních podmínek v blízkosti lignitového dolu a řeky Moravy. Dnes leží v podstatě přímo ve městě Hodonín.

Od roku 2009 je jeden z bloků určen ke spalování čisté biomasy s výkonem až 30 MW. Denní spotřeba je cca 1200 tun biomasy. Tato elektrárna je jedničkou ve spalování biomasy. Za rok spálí přibližně 2 395 tun dřevní štěpky. V současné době jsou v elektrárně spuštěny dva kotle, které jsou primárně určeny pro spalování pouze biomasy. V případě nutnosti dokážou spalovat i uhlí. Výkon elektrárny je při spuštěných obou kotlech 50 MW.



*Obr. 14 Elektrárna Hodonín [Zdroj:[46]*

Elektrárna Hodonín je evropským unikátem, neboť jako jediná zásobuje, teplem cizí stát ročně dodává do slovenského města Holíč cca 90 000 GJ horké vody o teplotě 150/70 °C. Město Hodonín je zásobováno párou o teplotě 270 °C a tlaku 1,8 MPa. Výroba elektřiny je určena zejména pro potřeby lokality.

Elektrárna provozuje pátevní parovody, horkovodní napáječ i primární tepelné sítě. Kromě podniků dodává teplo 9 000 domácnostem. Celková roční dodávka tepla v současnosti činí cca 750 TJ.

### **13.3 Popis současného stavu připravenosti**

Je velmi pravděpodobné, že při souběhu několika faktorů může dojít v České republice k rozsáhlému blackoutu. V takovém případě by mohl být vyhlášen stav nouze společně s vyhlášením regulačních stupňů spotřeby elektrické energie. Při tak rozsáhlém výpadku jsou základním prvkem pro obnovu elektrické energie náhradní zdroje, které dají prvotní energetický impulsu startu ze tmy. Jsou doslova životní nutností pro obnovu a fungování ostrovního provozu. Podmínkou funkčnosti je nenarušená distribuční soustava v daném území.

V elektrárně Hodonín se nachází jeden menší dieselgenerátor, který slouží jako záložní zdroj pro samotnou elektrárnu k ochraně technologií. V případě výpadku napájí velín a čerpadla určená k mazání turbíny. Jde především o dokončení procesů výroby elektrické energie bez poškození zařízení. Takto odstavená elektrárna čeká na prvotní impuls, který jí dodává Vranovská vodní elektrárna o výkonu skoro 20 MW. Po lince 110 KW začne dodávat elektrickou energii do elektrárny, kde se mohou opět spustit turbíny na výrobu elektrické energie.



*Obr. 15 Generátory Vranovské vodní elektrárny [Zdroj:[47]]*

Elektrárna Hodonín patří k významným zdrojům elektrické energie Jihomoravského kraje a je schopna startu ze tmy za pomoci externího zdroje elektrické energie a následného ostrovního provozu za předpokladu neporušeného venkovního vedení. V tomto režimu dokáže zásobovat Nemocnici Hodonín, Teplárnu Kyjov a další komunální objekty, kde elektrická energie je životní nutností.

## ZÁVĚR

Ačkoli se dá říct, že Česká republika je z pohledu blackoutu oproti jiným státům v Evropě poměrně dobře zabezpečena, obavy z možného výpadku panují i v České energetice. Určitá jistota může být přisuzována dispečerskému řízení a činnostem, které ČEPS zajišťuje v rámci naší země, a ty vedou k bezpečnému a spolehlivému provozu elektrizační soustavy. Ovšem příčin, které způsobí nestabilitu sítě vedoucí k následnému blackoutu, může být několik.

Blackoutu často předchází rozpad elektrizační soustavy a oživení ostrovních provozů vybudovaných v teplárenském průmyslu. Jedná se o nouzovou dodávku elektřiny při masivním výpadku energetické soustavy. U dostatečně velkých ostrovních provozů s dostatečným regulačním výkonem a vyrovnanou bilancí výroby a spotřeby lze ostrovní provoz udržet až do doby opětovného připojení k elektrizační soustavě. Dalším významným faktorem, jsou přečerpávací a vodní elektrárny, které svým výkonem dokážou dát prvotní impuls k obnovení těchto systémů.

Předmětem diplomové práce byla analýza krizové připravenosti Nemocnice Kyjov, příspěvkové organizace s cílem poukázat na primární a sekundární dopady rozsáhlého blackoutu a vytvořit doporučení k realizaci nápravného nebo inovativního opatření, které by mohly posílit připravenost nemocničních zařízení na možný dlouhodobý výpadek elektrické energie. V teoretické části jsem definoval základní pojmy týkající se blackoutu možných příčin a důsledků jeho vzniku. Praktická část je zaměřena na popis zkoumaných nemocnic a firem, které zabezpečují dodávky elektrické energie, tepla, plynu a vody za normálních provozních podmínek a i při krizových situacích. Informace použité v praktické části byly čerpány z interních zdrojů a osobních konzultací vybraných institucí.

Technické problémy mohou výrazně ovlivnit rozsah a kvalitu poskytovaných služeb. I při zajištění provozu nemocnic z náhradních zdrojů budou některé pracoviště redukovány k přístupu elektrické energie a nebude možné spustit energeticky náročné přístroje. Prostřednictvím analýzy FMEA byly zmapovány a vyhodnoceny dopady na jednotlivé nemocnice a jejich připravenost v rámci krizové situace. Výsledkem práce je rozbor vážných dopadů a návrh možných opatření ke snížení rizik na vybrané poskytovatele zdravotní lůžkové péče. Při krizových situacích je pro nemocnice zcela zásadní spolupráce s třetími stranami. Takto uzavřené smlouvy sice zatíží rozpočet nemocnice, ale v konečném důsledku pozitivně ovlivní chod nemocničního zařízení.

Je všeobecně známo, že rizika nelze úplně odstranit, pouze jich snížit na přijatelnou úroveň. Tyto investice mají významný vliv na potlačení rizik, ale již méně na ekonomiku nemocnic. Obměnu zařízení, které je v aktivní činnosti minimálně, zajišťují spíše legislativní normy než samotná amortizace a technická nedostatečnost přístrojů.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Co je to blackout? *Profielektrika.cz* [online]. Brno: Elektronika, 2015, 10.9.2015 [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <https://elektrika.cz>
- [2] Stále reálnější zdravotní hrozba: Plošný výpadek elektřiny. *Česká pozice* [online]. Praha: Mafra, 2015, 19.3.2015 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: [https://ceskapozice.lidovky.cz/tema/stale-realnejsi-zdravotni-hrozba-plosny-vypadek-elektriny.A150317\\_134259\\_pozice-tema\\_lube](https://ceskapozice.lidovky.cz/tema/stale-realnejsi-zdravotni-hrozba-plosny-vypadek-elektriny.A150317_134259_pozice-tema_lube)
- [3] Blackout hits Northeast United States. *History* [online]. 2003, 2003 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: <https://www.history.com/this-day-in-history/blackout-hits-northeast-united-states>
- [4] Hundreds of millions without power in India. *BBS* [online]. Contact BBC News online: BBC. British Broadcasting Corporation, 2012, 31.7. 2012 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/world-asia-india-19060279>
- [5] Blackout – 1. část: Největší blackout v historii lidstva. *OEnergetice.cz* [online]. Třebíč: oEnergetice.cz, 2015, 8.9.2015 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/blackouty-1-cast-nejvetsi-blackouty-v-historii-lidstva>
- [6] Amsterdam a okolí ochromil výpadek proudu. Rušily se lety, zastavily se vlaky. *IRozhlas* [online]. Praha: IROZHLAS, 2015, 27.3.2015 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/zpravy-svet/amsterdam-a-okoli-ochromil-vypadek-proudu-rusily-se-lety-zastavily-se-vlakly\\_201503271501\\_kbrezovska](https://www.irozhlas.cz/zpravy-svet/amsterdam-a-okoli-ochromil-vypadek-proudu-rusily-se-lety-zastavily-se-vlakly_201503271501_kbrezovska)
- [7] Turkey power cut hits big cities. *BBS* [online]. Contact BBC News online: BBC. British Broadcasting Corporation, 2015, 31.3. 2015 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/world-europe-32130567>
- [8] Crimea hit by power blackout and Ukraine trade boycott. *BBS* [online]. Contact BBC News online: BBC. British Broadcasting Corporation, 2015, 23.11. 2015 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/world-europe-34899491>

- [9] BLACKOUT. *ProfielElektrika* [online]. Brno: Redakce Elektriika, 2015, 1. 10. 2015 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/blackout-3-jaka-opatreni-mohou-byt-v-pripade-vzniku-blackoutu-prijata-v-cr/view>
- [10] Milión lidí bez proudu, ČEZ i E.ON mají stav nouze. *Novinky.cz* [online]. Praha: Borgis, 2007, 19. 1. 2007 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/ekonomika/clanek/milion-lidi-bez-proudu-cez-i-e-on-maji-stav-nouze-40147094>
- [11] Škody po orkánu Emma se daří rychle likvidovat. *Deník.cz* [online]. Sokolov: VLTAVA LABE MEDIA, 2008, 3.3.2008 [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <https://sokolovsky.denik.cz>
- [12] Česko zasáhla ničivá vichřice Emma. *ČT 24* [online]. Praha: Česká televize, 2009, 1.3.2009 [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz>
- [13] *Ochrana obyvatelstva a krizové řízení: skripta*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2015. ISBN 978-80-86466-62-0.
- [14] FIŠER, Václav. *Krizové řízení v oblasti zdravotnictví, modul J, Hasičský záchranný sbor České republiky*, Praha, 2016.
- [15] *Zákony pro lidi. Zákony pro lidi* [online]. Zlín: AION CS, 2020, 2020 [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>
- [16] *Krizové zákony: krizový zákon, integrovaný záchranný systém, hospodářská opatření pro krizové stavy, obnova území; Hasičský záchranný sbor; Požární ochrana: zákony, nařízení vlády, vyhlášky: redakční uzávěrka*. Ostrava: Sagit, 2007- ÚZ
- [17] *Informace o stavu nouze v elektroenergetice. E.on* [online]. České Budějovice: E.ON Distribuce [cit. 2020-07-25]. Dostupné z: <https://www.eon-distribuce.cz/informace-o-stavu-nouze-v-elektroenergetice>
- [18] *Typové plány řešení krizových situací v energetice. Ministerstvo obchodu a průmyslu* [online]. Praha: Ministerstvo obchodu a průmyslu, 2018, 27.4.2018 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/typove-plany-reseni-krizi/typove-plany-reseni-krizovych-situaci-v-energetice--236674/>
- [19] *Rady pro občany - BLACKOUT. KRIZPORT* [online]. Brno, 2018 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/navody/rady-pro-obcany-blackout>

- [20] Přenosová a distribuční soustava - 1. část. *Eon Distribuce* [online]. České Budějovice, 2018 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.eon-distribuce.cz/clanek/prenosova-distribucni-soustava-1-cast>
- [21] Větrné elektrárny v Německu komplikují situaci v ČR. *Nazeleno* [online]. Praha, 2009, 18. 12. 2009 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/vetrne-elektrarny-v-nemecku-komplikuji-situaci-v-cr.aspx>
- [22] PUR, Matěj. Za výpadky proudu v Česku možná mohou i erupce na Slunci, zjistili astronomové. *Aktuálně.cz* [online]. Praha, 2019, 20. 7. 2019 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/domaci/za-vypadky-proudu-v-cesku-mozna-mohou-i-erupce-na-slunci/r~61f6666ca95411e993a6ac1f6b220ee8/>
- [23] *Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA): referenční příručka*. 4. vyd. Přeložil Ivana PETRAŠOVÁ. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008. ISBN 978-80-02-02101-8
- [24] PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Praha: Computer Press, 2001. Praxe manažera. ISBN 80-7226-543-1
- [25] Management rizik- Techniky posuzování rizik ČSN EN 31010
- [26] ŠENOVSKÝ, Michail, Vilém ADAMEC a Pavel ŠENOVSKÝ. *Ochrana kritické infrastruktury*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-025-8.
- [27] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, c2006. Expert (Grada). ISBN 80-247-1667-
- [28] KROČOVÁ, Šárka. *Bezpečnost provozu technické infrastruktury*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2017. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-185-9.
- [29] MAULE, Petr. *Energetická bezpečnost v aktualizované Státní energetické koncepci České republiky: úloha rozvoje decentralizovaných energetických zdrojů*. Plzeň: Česká fotovoltaická asociace, 2015. ISBN 978-80-906281-0-6.

- [30] Dlouhé Stráně umí pomoci při blackoutu. *Deník.cz* [online]. Praha: VLTAVA LABE MEDIA, 2019, 17. 11. 2019 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://moravskoslezsky.denik.cz/podnikani/dlouhe-strane-umi-pomoci-pri-blackoutu-80191115.html>
- [31] Dispečerské řízení. *Čeps* [online]. Praha [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/cs/dispecerske-rizeni>
- [32] Trh s elektřinou - specifika, účastníci trhu a rozdělení. *Oenergetice* [online]. Třebíč: Oenergetice, 2017, 9.6.2017 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/trh-s-elektrinou/trh-s-elektrinou>
- [33] BENEŠ, Ivan. *Blackout: resilient power : informační příručka*. Praha: Cityplan, 2008. ISBN 978-80-254-3816-9
- [34] BLACKOUT #5: Co vše nebude fungovat v případě blackoutu? *ProfiElektrika.cz* [online]. Brno: Elektrika.info, 2015, 29.10.2015 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/blackout-4-jak-zjistim-ze-se-jedna-o-blackout-a-ne-o-kratkodoby-vypadek-elektriny/view>
- [35] BLACKOUT #6: Jaké dopady může mít blackout na běžný život člověka? *ProfiElektrika.cz* [online]. Brno: Elektrika.info, 2015, 12.11.2015 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/blackout-6-jake-dopady-muze-mit-blackout-na-bezny-zivot-cloveka/view?searchterm=jak%C3%A9%20dopady%20bude%20m%C3%ADt%20blackout>
- [36] BLACKOUT #8: Co dělat, když nastane blackout? *ProfiElektrika.cz* [online]. Brno: Elektrika.info, 2015, 10.12.2015 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/blackout-8-co-delat-kdyz-nastane-blackout/view>
- [37] MORAVEC, Jan. Záložní zdroje elektrické energie - 1.díl: Úvod do problematiky. *OENERGETICE.cz* [online]. Třebíč, 2015, 9.10.2015 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/zalozni-zdroje-elektricke-energie-1-dil-uvod-do-problematiky>
- [38] MORAVEC, Jan. Rotační záložní zdroje elektrické energie - motorgenerátor a setrvačnick. *OENERGETICE.cz* [online]. Třebíč, 2016, 26.10.2016 [cit. 2020-03-28].

- Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/rotacni-zalozni-zdroje-elektricke-energie-motorgenerator-setrvacnik>
- [39] MORAVEC, Jan. Záložní zdroje elektrické energie - 2.díl: Statické zdroje. *OENERGETICE.cz* [online]. Třebíč, 2015, 13.9.2015 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/zalozni-zdroje-elektricke-energie-2-dil-staticke-zdroje>
- [40] Příspěvatelé Wikipedie, *Kyjov* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2020, Datum poslední revize 26.06.2020, 05:15 UTC, [citováno 1.08.2020] <<https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Kyjov&oldid=18761936>>
- [41] *Nemocnice Kyjov* [online]. Nemocnice Kyjov [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <https://www.nemkyj.cz>
- [42] *Nemocnice Kyjov* [online]. Nemocnice Kyjov [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <https://www.nemkyj.cz>
- [43] Teplárna Kyjov. *TKY* [online]. Kyjov: Teplárna Kyjov [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <http://www.tky.cz/fotogalerie>
- [44] Stručně z historie Hodonína. *Město Hodonín* [online]. Hodonín, 2012, 6.4.2012 [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: <https://www.hodonin.eu/historie/d-1056749/p1=86529>
- [45] *NEMOCNICE TGM HODONÍN* [online]. Hodonín: Nemocnice Hodonín [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <https://www.nemho.cz/orientacni-plan>
- [46] Elektrárna Hodonín. *Svět energie* [online]. Hodonín [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny-2/uhelne-elektrarny/uhelne-elektrarny-cez/elektrarna-hodonin>
- [47] Reguluje průtok přehradou a Dukovany jistí ze zálohy. Vranovská vodní elektrárna slaví 85 let. *Český rozhlas* [online]. Praha: Český rozhlas, 2019, 11.4.2019 [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <https://regiony.rozhlas.cz/reguluje-prutok-prehradou-a-dukovany-jisti-ze-zalohy-vranovska-vodni-elektrarna-7892676#&gid=1&pid=6>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CT	Počítačový tomograf
ČEPS a.s.	Česká přenosová soustava, akciová společnost
ČEPRO a.s.	České produktovody a ropovody, akciová společnost
ČR	Česká republika
ČEZ	České energetické závody
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
HDP	Hrubý domácí produkt
IZS	Integrovaný záchranný systém
MMR	Mamograf
MVE	Malé vodní elektrárny
MW	Megawatt
OKŘ	Odbor krizového řízení (kraje)
ORP	Obec s rozšířenou působností
PHM	Pohonné hmoty
PVE	Přečerpávací vodní elektrárna
RTG	Rentgen
UPS	Zdroj nepřerušovaného napájení (z anglického Uninterruptible Power Supply/Source)

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1 Infografika škod [11]</i> .....	16
<i>Obr. 2 Satelitní snímek orkánu [12]</i> .....	17
<i>Obr. 3 Nemocnice Kyjov operační sály, ambulance a lůžková část [Zdroj:41]</i> .....	51
<i>Obr. 4 Hlavní brána se stálou službou [Zdroj:41]</i> .....	52
<i>Obr. 5 Orientační plán Nemocnice Kyjov [Zdroj:42]</i> .....	53
<i>Obr. 6 Záložní zdroj 405kw [Zdroj: Vlastní]</i> .....	64
<i>Obr. 7 Ovládací centrum dieselgenerátorů [Zdroj: Vlastní]</i> .....	65
<i>Obr. 8 Záložní zdroj 805kw [Zdroj: Vlastní]</i> .....	66
<i>Obr. 9 Teplárna Kyjov [Zdroj:43]</i> .....	68
<i>Obr. 10 Náhradní zdroj tepla [Zdroj: Vlastní]</i> .....	69
<i>Obr. 11 Nemocnice Hodonín [Zdroj: Fotoarchiv nemocnice]</i> .....	72
<i>Obr. 12 Orientační plán Nemocnice Hodonín [Zdroj:45]</i> .....	73
<i>Obr. 13 Záložní zdroj 300kw [Zdroj: Fotoarchiv nemocnice]</i> .....	83
<i>Obr. 14 Elektrárna Hodonín [Zdroj:[46]</i> .....	85
<i>Obr. 15 Generátory Vranovské vodní elektrárny [Zdroj:47]</i> .....	86






**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 Výskyt příčiny [Zdroj: Vlastní] .....	54
Tab. 2 Tabulka FMEA analýzy procesu vnějších poruch [Zdroj: Vlastní] .....	57
Tab. 3 Tabulka FMEA analýzy procesu vnitřních poruch [Zdroj: Vlastní] .....	58
Tab. 4 Závažnost důsledku ve vztahu k procesu [Zdroj: Vlastní] .....	59
Tab. 5 Pravděpodobnost odhalení nástrojem řízení procesu [Zdroj: Vlastní] .....	60
Tab. 6 Typy a parametry elektrocentrál Nemocnice Kyjov [Zdroj: Vlastní] .....	66
Tab. 7 Výskyt příčiny [Zdroj: Vlastní] .....	74
Tab. 8 Tabulka FMEA analýzy procesu vnějších poruch [Zdroj: Vlastní] .....	76
Tab. 9 Tabulka FMEA analýzy procesu vnějších poruch [Zdroj: Vlastní] .....	77
Tab. 10 Závažnost důsledku ve vztahu k procesu [Zdroj: Vlastní] .....	78
Tab. 11 Pravděpodobnost odhalení nástrojem řízení procesu [Zdroj: Vlastní] .....	79
Tab. 12 Typ a parametry elektrocentrály Nemocnice Hodonín [Zdroj: Vlastní] .....	84



## SEZNAM PŘÍLOH

## PŘÍLOHA P1: Orientační tabule Nemocnice TGM Hodonín

ORIENTAČNÍ TABULE NEMOCNICE TGM HODONÍN		
1	<b>SUTERÉN</b> Rehabilitační oddělení <b>PŘÍZEMÍ</b> Dětské oddělení Ambulance, bufet, LSPP pro děti a dorost 	
	<b>1. PATRO</b> Gynekologické oddělení <b>2. PATRO</b> Interní oddělení A a muži	
2	<b>SUTERÉN</b> Ředitelství nemocnice, oddělení zdravotních pojišťoven, podatelna <b>PŘÍZEMÍ</b> Interní oddělení B (ženy), Infuzní stacionář Kardiostimulační ambulance, EEG laboratoř, EMG	
	<b>1. PATRO</b> Odborná ošetrovatelská péče <b>2. PATRO</b> Chirurgické oddělení A <b>3. PATRO</b> Chirurgické oddělení B, Interní JIP	
3	<b>PŘÍZEMÍ</b> Radiodiagnostické oddělení, recepce, kaple, odběrová místnost, lékárna 	
	<b>1. PATRO</b> Dětská JIP	
4	<b>SUTERÉN</b> Oddělení klinické biochemie, Mikrobiologická laboratoř <b>PŘÍZEMÍ</b> Ambulance – gynekologie, onkologie, neurologie, interní, interní příjmová, kardiologická ambulance, LSPP pro dospělé 	
	<b>1. PATRO</b> ARO	
5	<b>PŘÍZEMÍ</b> Gastroenterologické pracoviště <b>1. PATRO</b> Chirurgická JIP	
6	<b>PŘÍZEMÍ</b> Chirurgická ambulance, stomická sestra, nutriční poradna <b>1. PATRO</b> Operační sály, Centrální sterilizace	
7	<b>1. PATRO</b> Pracoviště hematologie a transfúzní služby <b>PŘÍZEMÍ</b> Hemodialyzační středisko, nefrologická ambulance	
8	Garáže DZS (dopravní zdravotní služba)	
9	Ambulance – plicní, diabetologie, osteologie, endokrinologie, lékárna 	
10	Vrátnice, dispečer DZS, mzdová účtárna, osobní a právní oddělení	
11	HTS (hospodářsko-technická správa), pokladna, finanční účtárna	
12	zimní zahrada – skleník	
13	Přístávací plocha pro Leteckou záchrannou službu	
14	<b>SUTERÉN</b> Kuchyně, jídelna pro zaměstnance	
15	Patologie	
16	Lázně Hodonín	
17	Interní ambulance	

## Příloha P2: Rozdělení Regulačních stupňů

Vypínací doby pro snížení výkonu při jednotlivých regulačních stupních

Regulační stupeň	Způsob snížení hodnoty výkonu odebíraného z elektrizační soustavy	Čas, kdy dojde ke snížení výkonu odebíraného z elektrizační soustavy po vyhlášení regulačního stupně
1.	Vypínáním a blokováním zapnutí vybraných spotřebičů ovládaných pomocí hromadného dálkového ovládání, popřípadě prostřednictvím jiného technického systému pro řízení velikosti spotřeby	Není stanoveno
2.	Použitím technických prostředků provozovatele soustavy	Do 1 hodiny po vyhlášení regulačního stupně, pokud není stanovena doba delší
3.	Snížení hodnoty výkonu podle přílohy č. 1 vyhlášky č. 80/2010 bod III. odst. 3	Do 30 minut po vyhlášení regulačního stupně
4.	Snížení hodnoty výkonu podle přílohy č. 1 vyhlášky č. 80/2010 bod III. odst. 3	Do 1 hodiny po vyhlášení regulačního stupně, pokud není stanovena doba delší.
5.	Snížení hodnoty výkonu podle přílohy č. 1 vyhlášky č. 80/2010 bod III. odst. 3	Do 1 hodiny po vyhlášení regulačního stupně
6.	Snížení hodnoty výkonu podle přílohy č. 1 vyhlášky č. 80/2010 bod III. odst. 3	Do 2 hodin po vyhlášení regulačního stupně, pokud není stanovena doba delší
7.	Snížení hodnoty výkonu odebíraného z elektrizační soustavy u všech zákazníků na hodnotu bezpečnostního minima	Do 1 hodiny po vyhlášení regulačního stupně. U odběrného zařízení, kde nelze do jedné hodiny snížit hodnotu odebíraného výkonu na bezpečnostní minimum, je stanoven časový posun v hodinách jako čas nezbytný pro snížení odběru na hodnotu bezpečnostního minima* .