



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Analýza připravenosti obce Kadaň na následky výpadku elektrické energie velkého rozsahu

Analysis of the Preparedness of the Municipality of Kadaň for the Consequences of a Large-Scale Power Outage

Bakalářská práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva

Studijní obor: Plánování a řízení krizových situací

Autor bakalářské práce: Vítězslav Kýna

Vedoucí bakalářské práce: kpt. PhDr. Ing. René Mildorf

Kladno 2023



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kýna** Jméno: **Vítězslav** Osobní číslo: **500044**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Ochrana obyvatelstva**
Studijní obor: **Plánování a řízení krizových situací**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Analýza připravenosti obce Kadaň na následky výpadku elektrické energie velkého rozsahu

Název bakalářské práce anglicky:

Analýza připravenosti obce Kadaň na následky výpadku elektrické energie velkého rozsahu

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude analýza následků výpadku elektrické energie velkého rozsahu a možnost, jak minimalizovat negativní dopady způsobené takovýmto výpadkem pro obec Kadaň. V teoretické části bude analyzován současný stav. Budou vytipovány objekty, které mají pro chod obce strategický význam, a v případě omezení jejich činnosti by došlo k fatálnímu dopadu na životy a zdraví občanů obce. K analýze bude použit krizový plán obce s rozšířenou působností Kadaň. V praktické části bude pomocí metody FTA a What if? zhodnocena připravenost objektů na rozsáhlý výpadek elektrické energie. Posléze budou vyhodnoceny výstupy, na jejichž základě budou navržena opatření k efektivnímu zvládnutí krizové situace.

Seznam doporučené literatury:

- [1] HROMADA, M. et. al., Ochrana kritické infrastruktury ČR v odvětví energetiky, Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2014, ISBN 978-80-7385-144-6
- [2] Kol. autorů, Krizové řízení při nevojenských krizových situacích, ochrana obyvatelstva, kritická infrastruktura: modul A; C; I, Praha: Ministerstvo vnitra, 2021, ISBN 978-80-7616-097-2
- [3] Blažková Kateřina, Ochrana obyvatelstva a krizové řízení: skripta, ed. 1, Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2015, ISBN 978-80-86466-62-0

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

PhDr. Ing. René Mildorf

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **14.02.2023**

Platnost zadání bakalářské práce: **20.09.2024**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Analýza připravenosti obce Kadaň na následky výpadku elektrické energie velkého rozsahu vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne 03.05.2023

Vítězslav Kýna

PODĚKOVÁNÍ

Zde bych rád poděkoval kpt. PhDr. Ing. René Mildorfovi za odborné vedení při psaní bakalářské práce a za čas, který věnoval mé práci. Nemale poděkování patří také p. Martinovi Polacsekovi Apolenovi, veliteli jednotky sboru dobrovolných hasičů Kadaň, který do roku 2022 byl současně i tajemníkem bezpečnostní rady a krizového štábu ORP Kadaň a poskytl mi cenné rady. Za vstřícnost při jednání musím poděkovat starostovi města Kadaň Mgr. Janu Losenickému, ředitelce Městské správy sociálních služeb Kadaň pí. Mgr. Lence Raadové MBA, řediteli Nemocnice s Poliklinikou Kadaň MUDr. Bc. Petrovi Hossnerovi MBA a řediteli Tepelného hospodářství Kadaň Dušanovi Kučerovi.

ABSTRAKT

V této práci se nejdříve bude zjišťovat, jaké následky by měl dlouhodobý výpadek elektrické energie pro obec Kadaň včetně vybraných subjektů ve správě obce i dalších subjektů státní správy, které jsou v obci dislokovány. Budou navrženy možnosti minimalizace dopadů takové situace na občany a jejich bezpečnost a zabezpečení státní správy a samosprávy.

Teoretická část se bude zabývat současným stavem vytipovaných objektů, které jsou důležité pro chod obce v krizových situacích a stavech.

V praktické části bude proveden průzkum připravenosti na výpadek elektrické energie ve vytipovaných objektech. Na konci práce budou vyhodnoceny výstupy z analýz a navržena konkrétní opatření vhodná pro tyto objekty.

Klíčová slova

Blackout; nouzový zdroj elektrické energie; přenosová soustava; krizové řízení; výpadek elektrické energie

ABSTRACT

This thesis will first examine the consequences of a long-term power outage for the municipality of Kadaň, including most of the entities under the administration of the municipality, as well as state government entities that are stationed in the municipality. Options will be proposed for minimising the impact of such a situation on the citizens and their safety, and on provision of the state and local government.

The theoretical part will deal with the current state of selected facilities that are important for the operation of the municipality in crisis situations and conditions.

In the practical part, a survey of preparedness for a power-outage will be carried out in the selected facilities. At the end of the thesis, the results of the analysis will be evaluated, and specific measures suitable for these facilities will be proposed.

Keywords

Blackout; emergency power source; transmission grid; crises management; power outage

Obsah

1	ÚVOD	9
2	CÍLE PRÁCE	10
3	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU	11
3.1	Krizové řízení na úrovni státu	11
3.2	Krizové řízení na úrovni kraje a ORP	13
3.3	Prvky kritické infrastruktury	15
3.4	Blackout	16
3.5	Přenosová soustava	18
3.6	Distribuční soustava	19
3.7	Záložní zdroje	21
3.8	Kadaň	24
3.9	Tepelná elektrárna Pruněřov II	26
3.10	Tepelná elektrárna Tušimice II	27
3.11	Rozvodna Hradec u Kadaně	28
3.12	Rozvodna Verněřov	29
3.13	Malá vodní elektrárna Kadaň	30
3.14	Malá vodní elektrárna Želina	31
4	METODIKA	32
4.1	FTA	32
4.2	What If	32
5	VÝSLEDKY	33
5.1	Strom poruch	33
5.2	Modelový příklad	34

5.3	Blackout v Kadani.....	36
6	DISKUZE.....	45
7	ZÁVĚR.....	65
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	66
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	67
10	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	70
11	SEZNAM TABULEK.....	71

1 ÚVOD

Naše současná životní úroveň je z velké části závislá na elektrické energii. Název elektřina je z řečtiny a znamená jantar, na něm byly pozorovány jedny z prvních silových účinků statické elektřiny. Základní veličinou je elektrický náboj. Tento náboj jako takový nic nevytváří a nikam se nepohybuje, pouze při střetu dvou různě nabitých předmětů přeskočí jiskra, kterou se vyrovnají potenciály. Další veličinou je elektrický proud. Elektrický proud je usměrněný tok elektronů v předmětu, který má na opačných koncích různý elektrický potenciál. Velikost elektrického proudu je závislá na elektrickém napětí a elektrickém odporu předmětu. Tento vztah je vyjádřen v základním elektrickém vzorci Ohmova zákona. Díky těmto znalostem se podařilo tzv. spoutat zmíněnou energii a ona nám od té doby začala pomáhat v různých lidských činnostech.

Jedny z prvních elektrických strojů byly generátory a motory. Generátor elektrickou energii vytvářel z točivého mechanického pohybu a druhý právě naopak. Další, kde se elektrická energie začala využívat, bylo veřejné osvětlení měst, vzniklo v 19. století. Když se podíváme dnes, kde všude nám elektřina pomáhá, zjistíme, jaký pokrok lidstvo urazilo ve využitelnosti elektrické energie.

Elektřinu dnes bereme jako samozřejmost a potřebujeme ji neustále ke všem svým činnostem. Díky elektřině si ráno rozsvítíme, pustíme vodu a odjedeme do zaměstnání. I oblečení, které nosíme, by bez elektřiny bylo velmi těžko dostupné. Proto jsou na tuto komoditu kladeny velmi vysoké nároky na její dostatek i dostupnost. V mé bakalářské práci se nebudu věnovat její výrobou, diverzifikací a ekologií, ale právě jejím nedostatkem v případě krizových situací a kumulace dalších nepříznivých stavů.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem této práce je zjistit, jak je připravena obec Kadaň na vznik mimořádné krizové situace dlouhodobý výpadek elektrické energie. Bude zkoumáno technické vybavení objektů Městského úřadu a objektů institucí zřizovaných Městským úřadem. Práce bude zaměřena na objekty důležité pro bezpečnost a ochranu obyvatel města. V závěru práce bude vyhodnocena připravenost obce a zkoumaných objektů, bude navrženo opatření, které by zlepšilo funkčnost současného systému.



Obrázek 1 Celkový pohled na Kadaň [zdroj vlastní]

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Krizové řízení na úrovni státu

Za bezpečnost České republiky, dále jen ČR, jak vnější, tak vnitřní, odpovídá vláda jako vrcholný orgán výkonné moci v čele s premiérem. Vnější bezpečnost je zajištěna na základě zákona č. 222/1999 Sb., vnitřní bezpečnost na základě ústavního zákona č. 110/1988 Sb. [1;2]

Pro řešení mimořádných událostí většího rozsahu, které ohrožují vyšší počet lidí, rozsáhlejší územní celek nebo i celý stát, může vláda vyhlásit podle článků 5-7 ústavního zákona č. 110/1998 Sb. buď nouzový stav nebo stav ohrožení státu. Válečný stav pak může vyhlásit pouze parlament na základě Ústavy 1/1993 Sb. „*K přijetí usnesení o vyhlášení válečného stavu a k přijetí usnesení o souhlasu s vysláním ozbrojených sil České republiky mimo území České republiky nebo s pobytem ozbrojených sil jiných států na území České republiky, jakož i k přijetí usnesení o účasti České republiky v obranných systémech mezinárodní organizace, jíž je Česká republika členem, je třeba souhlasu nadpoloviční většiny všech poslanců a nadpoloviční většiny všech senátorů.*“ (ústavní zákon 1/1993 Sb. čl. 39) [2;3]

Vláda dále na základě zákona č. 240/2000 Sb. ukládá úkoly dalším orgánům krizového řízení, což jsou hlavně krajské orgány a jiné správní orgány. [4]

Jestliže nastane krizová situace, při které je vláda nucena použít jeden z krizových stavů, může poté omezit některá lidská práva občanů obsažená v Listině základních práv a svobod, například omezit vstup na vybraná území nebo nařídít evakuaci. Dále může nařídít pracovní povinnost při provádění záchranných a likvidačních prací nebo může omezit právo na stávkou, jestliže by znemožnila nebo narušila likvidační nebo záchranné práce. [4;5]

Pro zabezpečení bezpečnosti státu má vláda vytvořený stálý pracovní orgán Bezpečnostní radu (BR) státu, ta na základě analýz vyhodnocuje a koordinuje bezpečnostní ohrožení státu a připravuje návrhy pro vládu ČR. BR státu tvoří předseda, kterým je předseda vlády, místopředsedou je 1. místopředseda vlády a ministr vnitra, dalšími členy jsou ministr obrany, ministr financí, ministr zahraničí, ministr zdravotnictví, ministr zemědělství a ministr průmyslu a obchodu. Zasedání BR státu se koná nejméně jednou za tři měsíce a právo zúčastnit se má i prezident republiky. Samozřejmě se může konat dle potřeby, jestliže to vyžaduje bezpečnostní situace. [4]

Při vyhlášení krizových stavů, případně při hrozbě vzniku takové situace, která by mohla vyvolat krizový stav, svolá předseda vlády, v jeho nepřítomnosti první místopředseda vlády, Ústřední krizový štáb. V ústředním krizovém štábu zasedá 26 členů, jejím předsedou je buď ministr vnitra nebo ministr obrany, podle druhu vzniklé krizové situace (nevojenská nebo vojenská). Dalšími členy jsou náměstci všech ministerstev, zástupci Správy státních hmotných rezerv, Národního úřadu pro kybernetickou a informační bezpečnost, Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, vedoucí Úřadu vlády ČR, hlavní hygienik ČR, policejní prezident Policie ČR (PČR), ředitel Hasičského záchranného sboru ČR (HZS ČR), náčelník Generálního štábu Armády ČR, ředitel Českého hydrometeorologického ústavu, zástupce Asociace krajů ČR a vedoucí Kanceláře prezidenta republiky. Tento štáb připravuje návrhy na řešení vzniklé situace a jeho předseda je předkládá vládě a informuje bezpečnostní radu státu na nejbližším zasedání této rady. Ústřední krizový štáb koordinuje, sleduje a vyhodnocuje realizovaná opatření přijímaná vládou, jinými správními úřady a orgány územních samosprávných celků. [4;6;7]

3.2 Krizové řízení na úrovni kraje a ORP

Jako má vláda svůj poradní orgán pro krizové situace, tak i samosprávné územní celky mají své BR na úrovni krajů, obcí s rozšířenou působností (ORP) i v Hlavním městě Praha. Tyto BR jsou poradním orgánem hejtmanů, starostů ORP a primátorů. [4;7;8]

Bezpečnostní rada kraje je poradní orgán hejtmána, jako takový má povinnosti uložené zákonem č. 240/2000 Sb. a prováděcím nařízením vlády č. 462/2000 Sb. Podle nich musí posuzovat a projednávat možné zdroje rizik, krizový a havarijný plán kraje, finanční zabezpečení připravenosti kraje a složek integrovaného záchranného systému (IZS), stav připravenosti IZS, navrhopvat roční plán kontrol ORP, právnických a podnikajících fyzických osob a analyzovat ohrožení pro kraj. [4;7;9]

Složení BR kraje je přesně určené v nařízení vlády č. 462/2000 Sb. Smí mít nejvíce 10 členů, předsedou je hejtman, místopředsedou je náměstek hejtmána, který ho zastupuje při nepřítomnosti. Dalšími členy jsou ředitel krajského úřadu, tajemník BR kraje, ředitel krajského ředitelství PČR, ředitel HZS kraje, příslušník AČR, ředitel zdravotnické záchranné služby kraje (ZZS), vedoucí odboru zdravotnictví krajského úřadu a další osoba, která je nezbytná k posouzení stavu zabezpečení a stavu připravenosti na krizové situace. [4;7;8;9]

Bezpečnostní rada ORP se řídí stejným nařízením vlády jako BR kraje, má jen méně členů, nejsou zde zástupci ZZS kraje a odboru zdravotnictví. Členy jsou starosta, ten je předsedou, dále místostarosta, tajemník obecního úřadu, příslušník PČR určený krajským ředitelstvím PČR, příslušník HZS určený krajským ředitelstvím HZS, tajemník BR obce a další osoby, které jsou nezbytné k posouzení stavu zabezpečení a připravenosti na krizové situace. [4;7;8;9]

Existuje šest důvodů, kdy hejtman nebo starosta ORP svolává krizový štáb (KŠ).

- Vláda vyhlásí krizový stav na celém území státu nebo pro část spadající do působnosti daného kraje, popřípadě ORP;
- vyhlášení stavu nebezpečí pro celé území kraje nebo pro danou část spadající do působnosti krizového štábu;
- koordinace záchranných a likvidačních prací;
- ministerstvo vnitra vyzve ke koordinaci záchranných a likvidačních prací na ústřední úrovni;
- cvičení orgánů krizového řízení;
- krizový štáb je nezbytný pro řešení mimořádné události, i když nejsou splněny předchozí podmínky.

V těchto štábech zasedají členové bezpečnostních rad a členové stálých pracovních skupin. Tyto skupiny jsou složeny z tajemníka KŠ, pracovníků krajského nebo obecního úřadu, zástupců základních složek IZS a odborníků podle druhu řešené krizové nebo mimořádné události. [4;7;8;9]

3.3 Prvky kritické infrastruktury

Podle zákona 240/2000 Sb. je kritická infrastruktura prvek, který je důležitý pro chod státu a jeho narušení by mělo závažný dopad na bezpečnost občanů a zabezpečení jejich základních životních potřeb nebo na ekonomiku státu. Co přesně je prvkem kritické infrastruktury určují nařízení vlády č. 432/2010 Sb., č. 315/2014 Sb. a č. 154/2020 Sb. [4;10;11;12]

Nařízení vlády č. 432/2010 Sb. uvádí dva druhy kritérií, podle kterých se určují prvky kritické infrastruktury.

Průřezová kritéria

- Více než 250 mrtvých nebo více než 2500 hospitalizovaných občanů;
- ekonomická ztráta více než 0,5 % HDP;
- omezení nezbytných služeb pro více než 125 000 občanů.

Odvětvová kritéria jsou přesně určena v příloze nařízení vlády č. 432/2010 Sb., pro tuto práci je stěžejní bod I.A určující kritéria pro energetiku, konkrétně pro elektřinu.

- Výrobní elektřiny o výkonu nejméně 500 MW, výrobní poskytující podpůrné služby s výkonem nejméně 100 MW, vedení vedoucí od výrobní a dispečink;
- přenosová soustava o napětí minimálně 110 kV, elektrické stanice těchto vedení a dispečink provozovatele vedení;
- distribuční soustava o napětí 110 kV a dispečink provozovatele vedení.

3.4 Blackout

Podle mezinárodního a všeobecného označení je blackout rozsáhlý výpadek elektrické energie trvající od několika hodin až po několik dní a zasahující prostor v jednom státě až po mezinárodní přesah. Kodex společnosti Česká energetická přenosová společnost ČEPS a.s. definuje blackout jako stav, při kterém dochází v energetické soustavě nebo v její části k rozpadu. Tento pojem ovšem není ani technickým nebo vědeckým pojmem, české krizové zákony a plány používají pojem „výpadek elektrické energie velkého rozsahu“. [13;14]

Pravděpodobnost takovéto poruchy je malá, ale kdyby nastala, tak její dopady jsou velké. Pokud by došlo ke kompletnímu odstavení elektrické energie, vzniknou komplikace v kritických subjektech, např. v nemocnicích, bankovních domech, teplárnách. Prvky kritické infrastruktury mají na takovéto výpadky zpracované krizové plány a předně musí mít zajištěné náhradní zásobování elektrickou energií na předepsanou dobu.

Při takto velkém výpadku elektrické energie už může dojít k přímému ohrožení životů lidí, minimálně však dojde k omezení běžného fungování společnosti. Ekonomické dopady jsou od prvních chvil obrovské, a i po obnovení dodávek elektrické energie tyto dopady pokračují při obnově.

Blackout se může vyvinout z kumulace menších krizových situací. Provozovatel přenosové nebo distribuční soustavy musí být připraven a schopen zvládat tyto jednotlivé situace. Když vznikne riziko narušení dodávek, provedou provozovatelé opatření pro předcházení stavu nouze v energetice. Jestliže by tato opatření nestačila a vzniklo by narušení velkého rozsahu, tak provozovatelé vyhlásí buď na celém území státu nebo jen jeho části stav nouze v energetice. [15]

Dojde-li pouze k lokálnímu výpadku, kdy se jedná o krátkodobý výpadek elektrické energie maximálně v řádu hodin, není nutné přijímat krizová opatření podle zákona č. 240/2000 Sb. a bude se jednat pouze o mimořádnou událost.

Vznik blackoutu

Energetická soustava se skládá z několika subsystémů:

Zdroje.

- Jaderné elektrárny;
- elektrárny spalující pevná, plynná nebo kapalná paliva;
- vodní elektrárny;
- fotovoltaické elektrárny;
- větrné elektrárny.

Příčiny odstavení zdrojů.

- Poškození výrobního zařízení z různých důvodů (technické problémy, živelné události, teroristické útoky);
- selhání lidského faktoru při obsluze;
- nedostatek paliva.

3.5 Přenosová soustava

Přenosová soustava má za úkol převádět elektrickou energii na velké vzdálenosti. Nejvhodnějším způsobem se ukázalo venkovní vedení pomocí vodičů zavěšených na sloupech nebo stožárech. Bylo zapotřebí odstranit možné nebezpečí z kontaktu lidí a zvířat s těmito vodiči. Protože na vodiče jsou kladeny velké nároky, co se týká pevnosti a dobré vodivosti elektrické energie, jsou splétány z různých materiálů. Nejčastěji je tvoří centrální ocelová nosná část a několik vrstev hliníkových vodičů. [16;17]

Přenos na velké vzdálenosti musí být z důvodů ztrát na vedení veden vysokým napětím. Napětí 400 kV je zvláště vysoké napětí (ZVN) a 220 kV což je velmi vysoké napětí (VVN) a provozovatelem je ČEPS a.s. V této soustavě může dojít k přerušení dodávky v případech přímého poškození některého prvku, vadné funkce systému, lidský faktor nebo nerovnováha mezi poptávkou a nabídkou dodávek elektrické energie. [16;17]

Rozvodny v této soustavě jsou citlivé na zatopení vodou, proto nejsou stavěny v zátopových oblastech. Proti teroristickému útoku však rozvodny nemají vysokou odolnost. [16;17]



Obrázek 2 Souběh tří linek ZVN (400 kV) [zdroj vlastní]

3.6 Distribuční soustava

Je tvořena venkovním vedením a podzemním vedením v kabelech. Kabelové podzemní vedení je úspornější na prostor, bezpečnější a není tolik fyzicky namáhané. Negativem je vyšší pořizovací cena. Kabel je tvořen vzájemně izolovanými vodiči, buď hliníkovými nebo měďnými. Vedení VVN je v distribuční soustavě v hodnotě 110 kV a vysokého napětí (VN) v hodnotách 35 kV, 22 kV, 10 kV, 6 kV a 3 kV. Nízké napětí (NN) je v hodnotách 0,4 kV a 0,23 kV. Provozovateli těchto sítí jsou společnosti ČEZ Distribuce a.s., EG.D a.s. (dříve E.ON a.s.) a PREdistribuce a.s. [16;17]

V této soustavě hrozí stejná rizika jako v distribuční soustavě. Jsou zde citlivá místa, což jsou přechody mezi nadzemním a podzemním vedením, která mohou být terčem úmyslného poškození. Nejcitlivější jsou v této soustavě transformátorovny a propojovací skříně, které jsou na místech přístupných veřejnosti. Proti povodním nejsou tato zařízení vůbec chráněna a jsou i v zátopových oblastech, nicméně jsou snadno opravitelná. [16]



Obrázek 3 Stožár NN s oddělovacím trafem [zdroj vlastní]

3.7 Záložní zdroje

Při výpadku dodávky elektrické energie od distributorů je možnost, jak zachovat funkčnost jednotlivých objektů, použití záložních zdrojů elektrické energie. Záložní zdroje jsou určeny k napájení na nezbytně nutnou dobu. Někdy se můžeme setkat s názvem „dieselagregát“ nebo „elektrocentrála“. Jestliže má objekt pro svou potřebu svůj záložní zdroj, je schopen při výpadku pokrýt svou spotřebu a předejít ochromení své funkce. Určité objekty mají povinnost zajistit si nouzové napájení. Například vybraná zdravotnická zařízení včetně nemocnic, musí být vybavena tak aby byla schopna zajistit nezbytný provoz i při výpadku dodávky elektrické energie. Povinnost mít záložní zdroje je také u objektů prvků kritické infrastruktury.

Záložní zdroje dělíme do několika kategorií:

Podle výstupního napětí.

- Stejnoseměrné;
- střídavé.

Stejnoseměrné zdroje napětí mají na výstupních svorkách elektrický náboj, který nemění svou polaritu. Když zapojíme zdroj do elektrického obvodu, začne obvodem procházet stejnosměrný elektrický proud stále stejným směrem. Nejběžnějším zdrojem stejnosměrného napětí jsou baterie, vyrábějí se v různých provedeních s různým výstupním napětím. Od knoflíkových baterií do hodinek až po baterie do vozidel. Baterie mohou být jednorázové nebo dobíjecí. Jednorázové baterie se po použití již nedají znovu nabít a použít, proces vybíjení je nevratný. Dobíjecím bateriím se říká akumulátory, protože elektrickou energii mohou

po vybití opět akumulovat a opětovně použít. Dalším zdrojem stejnosměrného napětí je dynamo převádějící mechanickou energii na energii elektrickou. Funguje na principu pevného magnetu, uvnitř kterého se otáčí rotor s cívkami vodiče. Dynamo se používalo ve starých vozidlech, která neměla ještě startovací akumulátor a startovala se mechanicky klikou. V současnosti se jeho vlastnosti používají v elektromobilech k rekuperaci elektrické energie při brždění. [18]

Na výstupních svorkách střídavého elektrického zdroje se polarita neustále mění. Po zapojení do elektrického obvodu vznikne střídavý elektrický proud, který protéká obvodem oběma směry, střídavě. Zdrojem je alternátor, který funguje na podobném principu jako dynamo, jen se otáčí magnet a pevná část je tvořena smyčkami vodiče. Na výstupu z alternátoru vznikne střídavé napětí, jehož výše a frekvence je závislá na rychlosti otáček. Použití je velmi široké, od alternátorů v automobilech až po generátory v elektrárnách. [18]

Podle způsobu výroby elektrické energie.

- Rotační;
- statické;
- chemické.

V rotačním zdroji elektrické energie dochází k přeměně paliva na kinetickou energii a z ní následně na elektrickou. Typickým příkladem je soustava spalovacího motoru a elektrického generátoru.

Statickým zdrojem jsou nepřerušitelné zdroje napájení tzv. UPS - Uninterruptible Power system. Elektrická energie se uchovává v akumulátorech, je to stejnosměrný zdroj, u něhož je nutné uchovanou energii při využívání přeměnit na střídavý proud pomocí střídače.

Chemické zdroje elektrické energie jsou palivové články. Zdálo by se, že princip je stejný jako u akumulátorů, kde se uchovává elektrická energie pomocí chemické reakce. U palivových článků je rozdíl v tom, že do nich musíme přivádět palivo, aby vznikla chemická reakce a následně elektrická energie. Palivem je nejčastěji vodík. [19;20]



Obrázek 4 Záložní zdroje v JSDH Kadaň [zdroj vlastní]

3.8 Kadaň

Město Kadaň se nachází v jižní části Ústeckého kraje, v podhůří Krušných a Doupovských hor. Obcí protéká řeka Ohře, na které je přímo ve městě vybudovaná vodní nádrž Kadaň a v její hrázi je malá vodní elektrárna. Druhá malá vodní elektrárna v katastru obce je na jezu Želina. Kadaň je tvořena starým městem, jehož minulost sahá až do 13. století. V druhé polovině 20. století zde vznikla nová sídliště, protože se v okolí otevřel povrchový důl na hnědé uhlí a tepelné elektrárny. To způsobilo mohutný rozvoj nejen Kadaně, ale i přilehlých obcí.

Podle poslední aktualizace Českého statistického úřadu žije ke dni 1.1. 2021 v Kadani 17 628 občanů. Ve městě má místní pobočku Finanční úřad a Úřad práce. Městský úřad je rozdělen do tří budov. Dvě z budov jsou ve Starém městě v městské památkové zóně a třetí část úřadu je v objektu bývalé základní školy na sídlišti. Své obvodní oddělení má v Kadani i PČR se službou kriminální policie a vyšetřování. Město je zřizovatelem Městské policie (MP Kadaň) a Jednotky požární ochrany (JSDH Kadaň), dalším subjektem, který Kadaň zřizuje, je Nemocnice s poliklinikou (NsP). ZZS má v nemocnici dislokované výjezdové stanoviště. Ve městě jsou čtyři markety, Albert, Penny market, Lidl, Kaufland a jedno malé přízemní obchodní centrum se šesti obchody, čtyři čerpací stanice pohonných hmot, Shell, Benzina, EuroOil a LAMAN s.r.o.

Dopravní obslužnost je v Kadani řešena městskou hromadnou dopravou se třemi autobusovými linkami. Meziměstskou dopravu zajišťuje společnost Autobusy Karlovy Vary a.s. (AKV a.s.), využívající autobusy se spalovacími motory. Vlakové spojení do města zajišťují dvě společnosti. České dráhy a.s. a RegioJet ÚK a.s., trať je elektrifikovaná.

Přes Kadaň vedou dvě silnice třetí třídy, které má ve správě Správa a údržba silnic Ústeckého kraje, příspěvková organizace, ostatní komunikace spravuje firma Technické služby Kadaň s.r.o. Na žádné komunikaci není křižovatka řízená semaforem, jsou zde pouze křižovatky s dopravním značením a kruhové objezdy.

Hospodaření s vodou pro Kadaň má v gesci společnost Severočeské vodovody a kanalizace a.s. (SČVK). Dodávají jak pitnou vodu do celého města, tak se starají i o odpadní a splaškovou vodu. Pitnou vodu dodávají ze dvou vodojemů na území města, jeden je nadzemní a druhý podzemní, které udržují dostatečný tlak ve vodovodní síti. Odpadní a splašková voda teče samospádem kanály do čističky odpadních vod na jižním konci města. Vyčištěná voda se vypouští do řeky Ohře.

3.9 Tepelná elektrárna Prunéřov II

Elektrárna se nachází cca 4 km na sever od Kadaně, je to elektrárna spalující pevné palivo. Palivem je hnědé uhlí těžené v blízkém hnědouhelném dole v Tušimicích. Elektrárna Prunéřov II (EPRU II) je nejmladší hnědouhelnou elektrárnou v naší republice, byla spouštěna v letech 1981 až 1982. Původně byla osazena pěti bloky o celkovém výkonu 1050 MW. Po rekonstrukci v letech 2012 až 2016 se počet bloků snížil na tři o celkovém výkonu 750 MW. Veškerá elektrická energie je distribuována do rozvodny ČEPS a.s. Hradec u Kadaně, kde se dále dělí distribuce do dalších větví vedení přenosové soustavy. Podle odvětvových kritérií je EPRU II zařazena mezi prvky kritické infrastruktury. Dále elektrárna dodává teplo do měst Chomutov, Jirkov a Klášterec nad Ohří. [10;21]



Obrázek 5 EPRU II [zdroj vlastní]

3.10 Tepelná elektrárna Tušimice II

Elektrárna Tušimice II (ETU II) se nachází na východ od Kadaně ve vzdálenosti 4 km vzdušnou čarou, spaluje hnědé uhlí z přílehlého dolu Tušimice, dopravovaného do elektrárny pásovým dopravníkem. Elektrárna byla spouštěna v letech 1974–1975. Instalované jsou 4 bloky o celkovém výkonu 800 MW. Od roku 2007 do roku 2012 probíhala celková rekonstrukce za provozu za účelem zvýšení účinnosti a prodloužení doby funkce elektrárny až do roku 2035, kdy by mělo dojít k vytěžení přílehlého dolu. Elektrická energie je také distribuována do rozvodny ČEPS a.s. Hradec u Kadaně. Podle odvětvových kritérií je ETU II zařazena mezi prvky kritické infrastruktury. Obě elektrárny mají označení římskými číslicemi z historických důvodů, protože byly postaveny vedle starších elektráren Pruněřov I a Tušimice I. [10;22]



Obrázek 6 ETU II [zdroj vlastní]

3.11 Rozvodna Hradec u Kadaně

Rozvodna byla uvedena do provozu v roce 1961 a byla postavena dříve než elektrárny Tušimice I a Pruněřov I. Byla koncipována na provoz těchto elektráren, a proto byla postavena s dostatečnou plošnou rezervou a stala se největší rozvodnou v bývalém Československu. Postupně do ní směřoval výkon ze všech čtyř elektráren, které byly v tomto regionu postaveny. Elektrárny Pruněřov I a II a Tušimice I a II. Rozvodna je jedním z připojovacích bodů do evropské přenosové soustavy a proto zde byly v roce 2017 nainstalovány speciální transformátory, které omezují kolísavé přetoky energie ze severu Německa, které by mohly způsobit rozsáhlý blackout v naší přenosové soustavě. Rozvodna distribuuje energii do dalších větví naší přenosové soustavy. Rozvodna je prvkem kritické infrastruktury dle odvětvových kritérií. [10;23]



Obrázek 7 Rozvodna Hradec u Kadaně [zdroj vlastní]

3.12 Rozvodna Verněřov

Rozvodna Verněřov se nachází zhruba 3 kilometry severozápadně od Kadaně a jedná se defacto o dvě samostatné rozvodny. Starší z obou rozvodnen prochází nyní rekonstrukcí za provozu. Rozvodna je předělem mezi přenosovou soustavou 110 kV a distribuční soustavou 22 kV. Nová rozvodna byla dokončena v roce 2021 a transformuje pouze přenosovou soustavu v hodnotách 400 kV a 110 kV. Obě rozvodny jsou prvkem kritické infrastruktury dle odvětvových kritérií. [10;24]



Obrázek 8 Rozvodna Verněřov, starší část v rekonstrukci [zdroj vlastní]



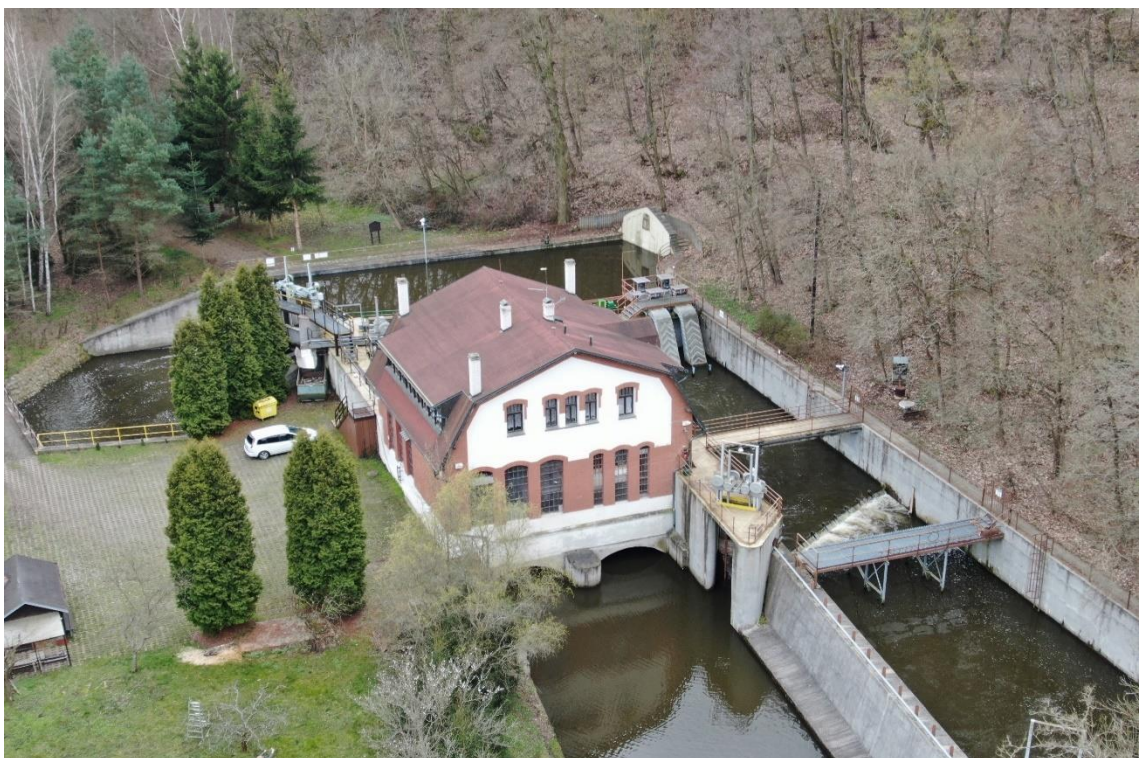
Obrázek 9 Rozvodna Verněřov, nová část [zdroj vlastní]

3.13 Malá vodní elektrárna Kadaň

Vodní elektrárna je na řece Ohři v říčním kilometru 126 km na vodním díle Kadaň. Primárním účelem pro stavbu, prováděnou v letech 1966–1971, bylo zabezpečit minimální průtok dále po proudu a zajistit vodu pro malou vodní elektrárnu Želina a pro čerpací stanice chladící surové vody pro elektrárny Tušimice I, II a Pruněřov I, II. Sekundárním účelem byla malá vodní elektrárna v tomto díle. Zdejší Kaplanova turbína má výkon 2,15 MW a dodává elektrickou energii do distribuční sítě ČEPS. [25]

3.14 Malá vodní elektrárna Želina

Elektrárnu vybuodovalo město Kadaň v roce 1908 a nechalo ji osadit dvěma Francisovými vodními turbínami o celkovém výkonu 588 kW. Elektřina byla distribuována po městě a přilehlých obcích v systému ostrovního provozu. Po čase již nestačil tento výkon, a proto se v roce 1925 spustila vodní elektrárna v blízké obci Lomazice. Želinská elektrárna byla ponechána svému osudu a zchátrala. V roce 1991 bylo vlastníkem rozhodnuto o její rekonstrukci, která trvala 4 roky. Původní turbíny byly repasovány a opět slouží svému účelu. Celková cena za rekonstrukci dosáhla částky 55 miliónů Kč. Elektrárnu vlastní skupina ČEZ a jedná se o unikátní technicko – historickou památku v ČR, která je funkční a dodává elektřinu do přenosové sítě. V roce 2016 Výzkum a vývoj ČEZ společně s Vysokým učeníem technickým v Brně instalovaly dvě vírové turbíny do zkušebního provozu. Vírové turbíny jsou revolučním řešením pro malé řeky, protože na výrobu elektrické energie může být využito i malých vodních toků s nízkým průtokem. [26]



Obrázek 10 Malá vodní elektrárna Želina [zdroj vlastní]

4 METODIKA

4.1 FTA

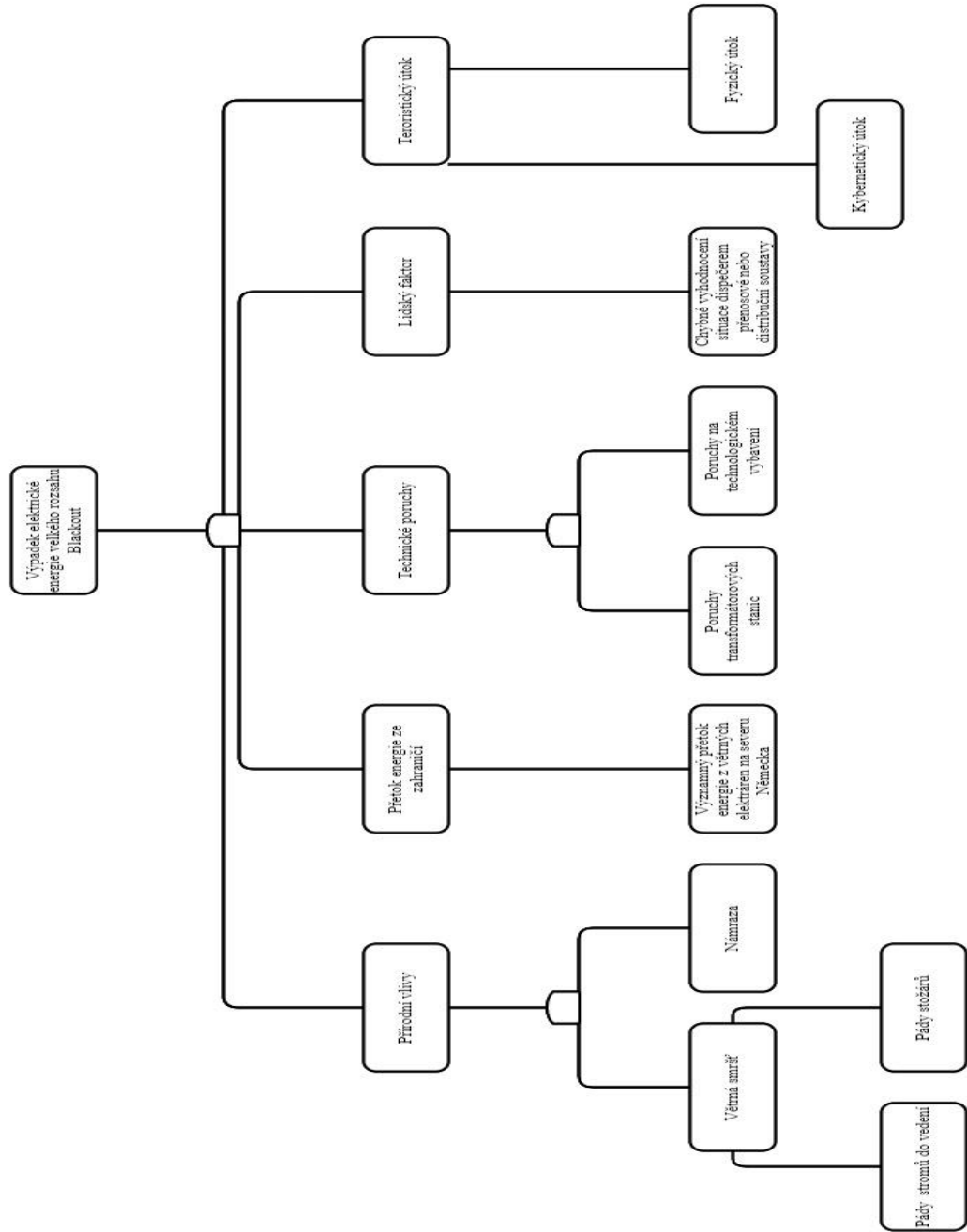
Jedním ze způsobů analýzy je metoda „Analýza stromu poruchových stavů“ neboli FTA, zkratka z anglického Fault Tree Analysis. Tato analýza se používá pro vyhodnocení pravděpodobného selhání systému, který analyzujeme. Poněvadž je dost univerzální, můžeme ji uplatnit v celé řadě oblastí jako preventivní metodu. FTA je vytvářena rozbořením vrcholové události a pomáhá identifikovat různé faktory, které ji mohou způsobit a umožňuje snížit pravděpodobnost jejího vzniku. [27]

4.2 What If

Metoda analýzy rizik What If, v překladu „Co když“, je analytická technika, která hledá možné negativní dopady na určité situace. Vytváří se při strukturálním brainstormingu, kdy se hledají negativní dopady a zároveň způsoby, jak tyto dopady eliminovat. Této diskuse se účastní skupina odborníků, kteří si pokládají otázky „Co se stane, když...“ a ihned se snaží nalézt konkrétní řešení situace. [28]

5 VÝSLEDKY

5.1 Strom poruch



Obrázek 11 Strom poruch FTA [zdroj vlastní]

5.2 Modelový příklad

V noci z úterý na středu v letním měsíci v Krušných horách vznikl vítr o vysoké rychlosti a postupoval směrem na jihozápad přímo na obce Chomutov a Kadaň. Těsně za Chomutovem se rychlost větru zvedla na přibližně 125 km/h a dosáhla síly orkánu. Kromě materiálních škod na soukromém majetku vznikly škody také na tepelné elektrárně Pruněrov II, kde došlo ke stržení hlavního výstupního vedení ZVN. Dále orkán poničil rozvodnu Verněrov, kde došlo k poničení vedení i stožárů. Poté se směr větru stočil přímo na jih a dále postupoval na Vojenský výcvikový prostor Hradiště, kde se síla větru již postupně začala snižovat.

Z důvodů výpadku elektrické energie, kterou EPRU II odebírá z veřejné sítě, museli zaměstnanci spustit nouzové zdroje, diesel generátory. Protože došlo i k výpadku odběru vyráběné elektrické energie, odstavily automatické elektrické ochrany generátory vyrábějící elektrickou energii. Musel se snížit tlak v parním potrubí přes nouzové klapky a došlo k postupnému vyhasínání kotle. Čerpadla napájená z nouzového zdroje musela udržet tlak v chladícím okruhu na dostatečně dlouhou dobu, než se bezpečně zastavil chod generátoru vyrábějícího elektrickou energii. Díky elektrické energii z nouzového zdroje se dalo vše ovládat z velínu elektrárny a fungovaly všechny důležité elektrické obvody důležité pro bezpečný chod elektrárny. Elektrárna byla od první chvíle zcela odpojena od veřejné sítě. Všechny postupy se řídí havarijním plánem, který musí elektrárna jako prvek kritické infrastruktury mít vypracovaný. [21]

Rozvodna Verněrov je bezobslužná, proto se zde v této době nikdo nenacházel. Provozní systém hlásil poruchu rozvodny na centrálním dispečinku ČEPS a.s., dispečer na místo vyslal pohotovostního technika, který měl zhodnotit míru poškození, a dále kontaktoval dispečera PRU II, od kterého se dozvěděl o nouzovém odstavení elektrárny od přenosové soustavy.

Z důvodu přetížení přenosové soustavy mezi rozvodnami Verněřov a Hradec u Kadaně došlo k nadlimitnímu zahřátí transformátoru v rozvodně Hradec a k požáru chladícího oleje v tomto transformátoru. V tuto chvíli začal takzvaný domino efekt, který dispečer ČEPS špatně vyhodnotil a vznikl blackout. Dalšími zásahy z dispečerského střediska ČEPS se podařilo tento efekt zastavit zhruba na úrovni Středočeského kraje, na severu před Bílinou a na jihozápadě před Karlovými Vary.

V tomto modelovém příkladu se sešlo několik pravděpodobných příčin. Nejdříve přírodní vliv – větrná smršť, dále technická porucha na transformátoru a lidský faktor. Úplným výpadkem elektrické energie byla postižena větší část Ústeckého a část Karlovarského kraje. Hejtmani obou krajů vyhlásili stav nebezpečí a svolali KŠ krajů. Své KŠ svolali i starostové zasažených ORP.

5.3 Blackout v Kadani

V této kapitole budou analyzovány přímé dopady výpadku elektrické energie v obci Kadaň pomocí analýzy What If.

Jako první bude zkoumána Nemocnice s poliklinikou Kadaň s.r.o. s kapacitou 230 lůžek na 8 odděleních, z toho je 10 lůžek akutní péče ARO/JIP. Nemocnice má šest operačních sálů, jeden ortopedický, tři chirurgické a dva porodnické. Dále zde jsou ambulance a ambulantní dialýza. V budově nemocnice má své oddělení s 10 lůžky Domov pro seniory Kadaň. K nemocnici patří i další provozy, kuchyň s jídelnou, plynové hospodářství a technické zázemí. V samostatné budově, která je technologicky napojená na budovu nemocnice, sídlí výjezdové stanoviště Zdravotnické záchranné služby Ústeckého kraje p.o. (ZZS ÚK). Dislokovány jsou zde dvě výjezdové jednotky.

Tabulka 1 What If NsP Kadaň [zdroj vlastní]

What If při výpadku el. energie v NsP Kadaň			
Oddělení	Zálohované přístroje	Nefunkční přístroje	Opatření
ARO JIP	Přístroje podpory životních funkcí (30 min)	Monitory , osvětlení	Pravidelné revize kontroly a zkoušky dieselgenerátoru
Operační sály	Přístroje podpory životních funkcí (30 min)	Laparoskopické přístroje Osvětlení	
Dialýza	Dialyzační přístroj(30 min)	Osvětlení, monitory	
Ostatní oddělení		Veškeré přístroje Osvětlení	
Plynové hospodářství		Dodávka veškerých medicínálních plynů	

Jestliže by došlo k úplnému výpadku elektrické energie pro celý objekt nemocnice, byly by přímo ohroženy životy lidí. Pacienti na lůžkách ARO/JIP jsou trvale monitorováni a někteří jsou na přístrojích podporujících životní funkce. Tyto přístroje mají nouzové bateriové zdroje, které ovšem dokáží napájet přístroje pouze 30 minut. Na operačních sálech jsou přístroje na podporu životních funkcí, které mají také bateriové nouzové zdroje na 30 minut provozu, ale ostatní přístroje nemají záložní bateriové zdroje, například laparoskopické věže nebo osvětlení operačního stolu. V té chvíli by hrozilo přímé ohrožení životů pacientů na operačních sálech i na lůžkách intenzivní péče. Na odděleních je ztráta elektrické energie také riziková. Nefungují tlačítka přivolání pomoci, ani počítačová síť, ve které jsou veškerá data o pacientech. V neposlední řadě je nefunkční osvětlení. Funguje pouze nouzové osvětlení únikových cest. Na dialyzačním oddělení jsou dialyzační přístroje, které zajišťují mimotělní oběh krve. Tyto přístroje mají nouzový bateriový zdroj také na minimálně 30 minut provozu, aby se dal bezpečně ukončit dialyzační cyklus. Na poliklinice v ambulancích je rovněž nefunkční osvětlení a počítačová síť, vyšetřovací přístroje nemají bateriové záložní zdroje, protože jejich výpadek přímo neohrožuje život. Výpadek elektřiny je problém v plynovém hospodářství z důvodu přerušení dodávek medicínálních plynů na všechna oddělení. Hlavním plynem je medicínální kyslík. Při výpadku elektrické energie v technickém zázemí dojde k přerušení provozu vzduchotechniky, dojde k přerušení provozu výtahů a eskalátorů. V budově, kde je dislokováno výjezdové stanoviště ZZS ÚK, bude přerušení dodávek elektrické energie znamenat nefunkčnost elektronického zařízení vyhlášení výjezdu k mimořádné události. Posádky standardně používají dva způsoby vyhlášení výjezdu, elektronicky a mobilním telefonem, tedy výjezd je zajištěn. Dále nebude funkční dobíjení sanitních vozidel a automatická elektrická vrata. Vrata mají z bezpečnostních důvodů záložní ruční ovládání, takže výjezd vozidel není znemožněn.

Aktivně se o bezpečnost obyvatel v obci starají příslušníci PČR a také Městská policie (MP) Kadaň. Budova PČR je samostatně stojící objekt. U vchodu je umístěna stálá dozorčí služba. Příslušník na této pozici koordinuje hlídkovou činnost v celém obvodu, pomocí kamer monitoruje situaci v celé obci Kadaň a přijímá příchozí osoby na obvodní oddělení. Musí také kontrolovat celu předběžného zadržení, pokud je v ní někdo zadržen. Jestliže dojde k výpadku dodávek elektrické energie pro toto klíčové pracoviště, dojde k úplnému oslepení systému bezpečnosti v obci, telefonní ústředna, přes kterou se uskutečňují všechny hovory, má bateriový nouzový zdroj na 20 minut, kamerový systém je řízen počítačem, jehož bateriový zdroj vydrží pouze 10 minut provozu na bezpečné vypnutí systému. Stolní vysílačka, kterou je dozorčí ve spojení s hlídkami a ostatními stanicemi PČR vydrží také pouze 10 minut vysílání. Lze ji nahradit ručním přístrojem, který je vybaven baterií s delší výdrží. Hlídková činnost nebude výpadkem narušena, jen hlídky nebudou mít přístup do svých databází. V budově sídlí současně oddělení Služby kriminální policie a vyšetřování, má zde kanceláře a výslechovou místnost. Výpadek elektrické energie by měl za následek znemožnění práce vyšetřovatelů, neboť budou nefunkční počítače a počítačová síť. Budova Policie je zařazena mezi prvky kritické infrastruktury. [10]

Tabulka 2 What I PČR Kadaň [zdroj vlastní]

What If při výpadku el. energie PČR Kadaň			
Oddělení	Zálohované přístroje	Nefunkční přístroje s vlivem na bezpečnost	Opatření
Hlídková PČR	Telefonní Ústředna (30 min)	Kamerový systém Dig. rádiová síť	Pravidelné revize kontroly dieselgenerátoru
Služba kriminální policie		Intranet MV Záznamové zařízení výslechů	

O bezpečnost obyvatel se také stará MP Kadaň, jejímž zřizovatelem je Město Kadaň. MP sídlí v objektu patřícímu Tepelnému hospodářství s.r.o., jehož výhradním majitelem je Město Kadaň. V dispečinku Městské policie je stálá služba vykonávající dozor nad kamerovým systémem a koordinující činnost mobilních hlídek pomocí stolní vysílačky a na monitorovacím systému vidí online přenos jejich pozice. Při výpadku elektrické energie se vypne provoz kamerového systému i online monitoring pozice jednotlivých hlídek. Radiový provoz se může dále uskutečňovat pomocí ručních radiových stanic. Hlídky nebudou mít přístup, do systému, ve kterém zpracovávají elektronicky a online přestupky, nebudou mít přístup do svých databází.

Tabulka 3 What If MP Kadaň [zdroj vlastní]

What If při výpadku el. energie MP Kadaň			
Oddělení	Funkční přístroje	Nefunkční přístroje	Opatření
Dispečink MP Kadaň	Přenosná ruční radiostanice	Kamerový systém Dig. rádiová síť	Montáž nouzového zdroje el. energie
Mobilní hlídka MP Kadaň	Přenosná ruční radiostanice	Elektronický systém přestupků, elektronická evidence obyvatel	



Obrázek 12 Budova Tepelného hospodářství, sídlo MP Kadaň [zdroj vlastní]

Požární ochranu v obci zabezpečuje jednotka sboru dobrovolných hasičů zařazená v poplachovém plánu kraje v kategorii JPO II se stálou službou složenou ze zaměstnanců města zařazených na pozicích hasič, hasič strojník a hasič velitel družstva. Jejich počty doplňují dobrovolní hasiči. Dojde-li k výpadku elektrické energie v budově hasičské zbrojnice, vznikne problém se spojením s Krajským operačním střediskem HZS, které řídí jednotku v operačním řízení. Ke spojení se používá stolní vysílačka, ta má nouzový bateriový zdroj s funkcí půl hodiny. Pevné telefonní linky se při výpadku automaticky přeměrují na služební mobilní telefon. Protože jednotka používá veřejnou internetovou síť k podpoře při mimořádných událostech, nemůže tento zdroj použít. Při nedávné rekonstrukci zbrojnice byl rozvod elektrické sítě upraven na takzvaný chytrý dům, který je možné ovládat i pomocí wifi. Proto veškeré automatické procesy nebudou možné. Například při

vyhlášení poplachu se automaticky rozsvítí všechna světla na zbrojnici a otevřou se výjezdová vrata. Výjezdová vrata mají nouzové mechanické otevírání právě pro takové situace. Při výjezdu na mimořádnou událost bude jednotka ve spojení s Krajským operačním střediskem pomocí vozidlové a ruční radiostanice.

Tabulka 4 What If JPO Kadaň [zdroj vlastní]

What If při výpadku el. energie JPO Kadaň			
	Funkční přístroje	Nefunkční přístroje	Opatření
Jednotka PO Kadaň	Stolní radiostanice po dobu 30 min Pevné telefonní linky, přesměrované na mob. telefony	Pevné telefonní linky Chytrý dům Veřejný internet	Pravidelné zkoušky a revize přípojného bodu nouzového zdroje

Silniční doprava v obci a v nejbližším okolí je bez elektrické podpory, to znamená, že zde nejsou žádné semaforem řízené křižovatky ani žádné jiné regulační prostředky. Při výpadku elektrické energie by neměly nastávat žádné problémy vyplývající z výpadku. Nefunkční bude pouze veřejné osvětlení. Veřejné osvětlení je ovšem jeden z prvků pasivní bezpečnosti obyvatel. Městská hromadná doprava v Kadani má tři linky, které zajišťují autobusy na spalovací motor. Jich se výpadek v prvních chvílích nedotkne a bezpečně dovezou své cestující na zastávky. Vlaková doprava je zajišťována trakčními motorovými vozidly, která při výpadku elektrické energie zůstanou stát a budou se muset povolat složky IZS na vyproštění a evakuaci osob z těchto vozů, pokud zůstanou stát mimo zastávky.

Pitnou vodu do města distribuuje společnost Severočeské vodovody a kanalizace a.s. (SčVK) přes dva vodojemů. Jeden z vodojemů je nadzemní a druhý podzemní. Voda do vodovodního řádu se dostává samospádem v dostatečném tlaku. Distribuce této komodity proto nebude výpadkem elektrické energie narušena. Pitná voda z úpravny vody Hradiště se do vodojemů pro Kadaň dostává také samospádem, ovšem tato úpravna, která distribuuje pitnou vodu pro celý Ústecký kraj a část Středočeského kraje, by při výpadku elektrické energie mohla zaručit čistotu pitné vody pouze na dobu 6-8 hodin, po této době již nemůže zaručit chemickou a biologickou kvalitu vody a bude dodávat jen mechanicky vyčištěnou vodu.

Odpadní a splašková voda z celé obce stéká samospádem do čističky odpadních vod, která patří také společnosti SčVK. Při výpadku čistička přestane okamžitě s chemickým čištěním odpadních vod a bude provádět pouze mechanické čištění, po kterém se voda bude vypouštět do řeky Ohře.

Teplo a teplou užitkovou vodu dodává do obce tepelná ETU II prostřednictvím distributora Tepelné hospodářství Kadaň a.s. Když dojde k výpadku elektrické energie pro distributora a jeho dispečink, nastane okamžité odpojení od parovodu z elektrárny. Naakumulované teplo v systému vytápění vydrží na 2-3 dny podle venkovní teploty a teplá užitková voda přestane mít požadovanou teplotu po 2-4 hodinách. Tepelné hospodářství je distributorem tepla a teplé vody do většiny domácností v obci, do nemocnice s poliklinikou a do všech mateřských, základních a středních škol v obci.

Městský úřad v Kadani zabezpečuje nejen samosprávnou činnost pro město, ale i státní správu v přenesené působnosti pro celý katastr ORP. Městský úřad je rozdělen do tří samostatných budov. V první budově, což je radniční budova na náměstí, sídlí starosta, místostarosta, tajemník, i další odbory, například ekonomický, stavební a je zde hlavní zasedací místnost krizového štábu. Místnost s hlavním městským serverem, který je ústřední pro celou městskou intranetovou síť, je také v radniční budově. Druhá budova městského úřadu se nachází také ve Starém městě přibližně 200 m na západ od radniční budovy, kde sídlí například matrika, odbor vnitřních věcí, evidence obyvatel a další. V této budově je umístěn menší intranetový server. Třetí budova je na jednom ze sídlišť v areálu bývalé základní školy, své kanceláře v ní má odbor sociální. Pro městskou intranetovou síť je zde hlavní připojení do veřejné internetové sítě. Při výpadku elektrické energie do jakékoliv budovy dojde k okamžitému ochromení funkce úřadu, což sice nemá přímý vliv na bezpečí občanů, ale na občanské služby a sociální smír. Nebylo by možné vyplácet sociální podpory a byla by nedostupná evidence osob žijících na území města a v obcích spadajících do katastru města Kadaň.

Tabulka 5 What If MěÚ Kadaň [zdroj vlastní]

What If při výpadku el. energie MěÚ Kadaň			
	Funkční	Nefunkční	Opatření
1. budova		Starosta Místostarosta Tajemník MěÚ Místnost KŠ Hlavní server intranet	Vybudování přípojného bodu nouzového zdroje
2. budova	Matrika Odbor vnitřních věcí Evidence řidičů a vozidel		Pravidelné zkoušky a revize přípojného bodů nouzového zdroje
3. budova		Odbor sociální Hlavní server pro připojení do veřejné internetové sítě	Vybudování přípojného bodu nouzového zdroje

Jednou z organizací, jejímž zřizovatelem je Město Kadaň, je Městská správa sociálních služeb (MSSS). Tato organizace spravuje dva Domy s pečovatelskou službou a jeden Domov pro seniory. Dům s pečovatelskou službou není zdravotnické zařízení, jedná se o sociální bydlení s nájemní smlouvou. Nájemníci jsou senioři, kteří jsou soběstační a nepotřebují kontinuální zdravotní péči. V těchto domovech žijí komunitním životem a mají dostupné různé doplňkové sociální služby, například doprovod k lékaři, domácí úklid, nákupy nebo pomoc při osobní hygieně. První z Domů s pečovatelskou službou je umístěn v areálu Hradu Kadaň s 36 samostatnými bytovými jednotkami. Druhý je v panelovém domě v ulici Věžní s 41 bytovými jednotkami. V Domově pro seniory, který je také situován v ulici Věžní, jsou ubytovaní senioři, kteří potřebují trvalou zdravotní péči. Domov má kapacitu 99 lůžek standardní péče a 4 lůžka pro odlehčovací službu, je druhem sociálního ubytování. O klienty Domova pro seniory v nepřetržitém provozu pečují střední a nižší zdravotnický personál a sociální pracovníci. Lékař dochází v pravidelných intervalech. Součástí péče je i stravovací služba. V tomto konkrétním domově je zřízena kuchyň zabezpečující stravu nejen pro klienty domova, ale též pro rozvážkovou sociální službu, která je poskytována všem zdravotně postiženým obyvatelům a seniorům z Kadaně a okolí, kteří si tuto službu objednají. Žádné z těchto zařízení není ze zákona zdravotnickým zařízením a nemá povinnost mít záložní nouzový zdroj. [29]

Při výpadku elektrické energie by nastal problém i na čerpacích stanicích pohonných hmot. V obci se nachází čtyři čerpací stanice, jedna z nich je předurčena pro výdej pohonných hmot pro složky IZS. Bez elektrické energie není ani jedna stanice schopna výdeje pohonných hmot.

Při přerušení dodávek elektrické energie nejsou schopny svého standardního provozu ani prodejny potravin. Ve chvíli, kdy občané nebudou mít přístup k potravinám, vznikne panika.

6 DISKUZE

Šetřením byla zjištěna připravenost výše zmíněných objektů na dlouhodobý výpadek elektrické energie. U těch, které jsou nepřipravené, byla navržena opatření k minimalizaci škod způsobených dlouhodobým přerušením dodávek elektrické energie.

První průzkum byl proveden v Nemocnici Kadaň. Ta má v samostatné budově ve svém areálu hlavní přípojný bod k distribuční síti elektrické energie. V něm jsou umístěny dva transformátory a záložní diesela agregát. Motor pohánějící elektrický generátor je šestiválcový lodní motor s výkonem 350 kW. Poháněný generátor dodává výkon 320 kW o napětí 400 V a 230 V. Start tohoto dieselgenerátoru zajišťuje stlačený vzduch, z tlakové láhve kompresoru. Tento proces je plně automatizován, při výpadku dodávek z veřejné sítě dojde k automatickému startu bez zásahu obsluhy. Obsluha provádí každých 14 dní zkoušky a údržbu celého zařízení podle pokynů výrobce. Než začne dodávat do nemocniční sítě elektrickou energii v plném rozsahu, trvá to přibližně 3 minuty. V této době je celý komplex nemocnice, polikliniky a všech provozů bez elektrické energie. Jak bylo zjištěno, všechny přístroje nutné k podpoře životních funkcí, nebo ty, které nelze okamžitě zastavit, mají vnitřní bateriové záložní zdroje. Doba, než se plně zprovozní dodávky elektrické energie je zajištěna ze záložních zdrojů a nedojde k ohrožení životů pacientů. Když generátor najede na plný výkon, dojde k sepnutí vybraných elektrických okruhů tak, aby byl zajištěn chod celého objektu. Elektrická energie nebude dodávána do všech okruhů, protože by došlo k přetížení generátoru. Proto je celá elektroinstalace již od prvotního projektu rozdělena na zálohovanou a nezálohovanou část. V praxi to znamená, že ne všechny zásuvky jsou funkční. Všechna zdravotnická zařízení jsou takto koncipována a mají tyto okruhy označené barevně. Zásuvky zálohované generátory mají zelené barevné označení a jsou strategicky rozmístěny po celém komplexu nemocnice, polikliniky i ostatních budov v areálu. Osvětlení je také rozděleno na části, které jsou bez zálohy

a zálohované. Při výpadku dojde nejdříve k úplnému zhasnutí svítidel a rozsvícení nouzových únikových bateriových světel a poté se rozsvítí třetina všech světel. Tím je systém funkční, sice ne v plném rozsahu, ale dostatečně pro provoz. Problém s osvětlením bude na operačních sálech, při provádění operace dojde ke krátkodobému výpadku osvětlení. Protože toto přerušení bude jen krátkodobé, maximálně 3 minuty, je minimalizováno ohrožení operovaného pacienta. Protože se v areálu nemocnice nachází výjezdové stanoviště ZZS Ústeckého kraje, je zajištěna dodávka elektrické energie z nouzového zdroje také do této budovy a provoz ZZS je v plné míře zajištěn.



Obrázek 13 Motor dieselgenerátoru v NsP Kadaň [zdroj vlastní]



Obrázek 14 NsP Kadaň [zdroj vlastní]

Další objekt, ve kterém byla zjišťována jeho připravenost, je budova PČR. Po konzultaci s velitelem obvodního oddělení Kadaň bylo sděleno, že technická data jsou neveřejná, celé oddělení je plně soběstačné, připravené na výpadek elektrické energie a nedojde k přerušení jejich výkonu. Objekt je zařazen mezi prvky kritické infrastruktury. Tímto bylo šetření ukončeno a není možnost navrhnout žádná opatření.

Městská policie Kadaň sídlí v budově Tepelného hospodářství Kadaň. Při rozhovoru s ředitelem Tepelného hospodářství bylo zjištěno, že tento objekt je plně závislý na dodávkách z veřejné sítě. Při jakémkoliv výpadku elektrické energie dochází k omezení funkce MP Kadaň a přerušeni dodávek tepla a teplé vody. V předchozí kapitole při analýze What If bylo zjištěno, jak budou oba subjekty fungovat a po jakou dobu, tím byl otevřen prostor navrhnout reálná opatření. Ředitelem Tepelného hospodářství bylo sděleno, že zhruba před pěti lety navrhoval zřízení stabilního nouzového zdroje přímo v areálu, ale z důvodů vysoké finanční nákladnosti mu byl návrh zamítnut. Během prohlídky objektu bylo navrženo vytvoření přípojného bodu pro mobilní nouzový zdroj. Tento návrh byl kvitován a bude přednesen na valné hromadě akcionářů. Jestliže by návrh prošel a byl by realizován, byla by zvýšena bezpečnost občanů města, během dlouhodobého výpadku elektrické energie by byla MP Kadaň schopna plného provozu.

Požární bezpečnost zajišťuje jednotka sboru dobrovolných hasičů. Jejich budova je samostatně stojící a má jeden přípojný bod elektrické energie. Budova prošla v roce 2016 rekonstrukcí, při které byl v projektu vytvořen přípojný bod nouzového externího zdroje elektrické energie. Protože v té době ještě nebyl vytvořen metodický návod pro přípojné místa, vše bylo zhotoveno podle tehdejších norem. Připojení se musí provádět podle vnitřní směrnice vytvořené kvalifikovanou osobou se vzděláním v oboru elektro a připojení může provádět pouze proškolená osoba. Pro tento přípojný bod je ve zbrojnici vyčleněn jeden z mobilních generátorů, jeho instalace trvá maximálně 15 minut. Během této doby je jednotka schopna výjezdu podle poplachového plánu, pouze s nepatrným prodlením kvůli ručnímu otevření a uzavření výjezdových vrat. Po nainstalování nouzového agregátu je budova schopna plné funkce a jednotka opět může využívat veškerou elektrickou síť. Jsou zde také nouzové zdroje teplé vody v podobě dvou elektrických bojlerů. V současné době, kdy není dispečerské stanoviště MP zálohováno, se počítá s dobíjením přenosných radiostanic pro strážníky Městské policie Kadaň v hasičské

zbrojnici. Protože tato budova má možnost nouzového zdroje elektrické energie a je zde i vytvořeno zázemí, dislokoval sem Městský úřad záložní místnost BR a krizového štábu ORP Kadaň.



Obrázek 15 Hasičská zbrojnice Kadaň [zdroj vlastní]

Severočeské vodovody a kanalizace mají v katastru ORP Kadaň prvek kritické infrastruktury úpravnu vody Hradiště. Úpravna dodává vodu pro celý Ústecký kraj a část Středočeského. Surovou vodu dodává vodní nádrž Přísečnice. Voda se do úpravně dostává samospádem podzemním potrubím o délce přes 8 km. S vedoucím provozu úpravně byl veden rozhovor, ve kterém byla vysvětlena funkce a provoz úpravně a jeho zabezpečení. V rozhovoru bylo řečeno, že úprava vody bez elektrické energie je v plné míře možná po dobu 6-8 hodin v plné kvalitě. Zatím není zajištěn žádný náhradní zdroj elektrické energie. Proto v roce 2022

proběhla rekonstrukce správní budovy, při které se již realizovalo přípojné místo pro nouzový zdroj, a v roce 2023 proběhne rekonstrukce provozních prostor úpravny, kde se také zrealizuje přípojné místo. Nouzové zdroje pro tyto provozy budou umístěny v centrále SČVK, která se nachází v Liberci. Transport si zajišťuje podnik a dojezdový čas je dostatečný pro bezpečný provoz úpravny. Na transport je vypracovaný plán, který není veřejný.

V roce 2020 bylo zjištěno, že uskladňovací nádrž v čistírně odpadních vod, ve které se odděluje kal od odpadní vody, je na hranici životnosti a byla provedena rekonstrukce. Při rekonstrukci se do nádrže nainstalovalo pomocné míchadlo na elektrický pohon. Nádrž je v nejvyšším bodě čističky a nad hladinou hlavního vstupu odpadní vody do čistírny odpadních vod. Špinavá voda se proto přečerpává do této nádrže šnekovými čerpadly. Při výpadku elektrické energie proto voda nebude čerpána do této nádrže, bude jen mechanicky čištěna přes česla a přepady a poté poteče rovnou do řeky Ohře. V roce 2005–2006 proběhla rekonstrukce celé čistírny, vyjma uskladňovací nádrže, při které se nepočítalo s nouzovými přípojnými body pro náhradní zdroj elektrické energie.

Městský úřad v Kadani má tři budovy, jak jsme se dozvěděli v předchozí kapitole. Objekty městského úřadu jsou důležitou infrastrukturou místní úrovně, lze také použít termín „Majetek, který slouží k zabezpečení základních funkcí území“. Hlavní budova městského úřadu na Mírovém náměstí, ve které se nachází hlavní místnost bezpečnostní rady a krizového štábu, nemá žádné řešení nouzové dodávky elektrické energie. Proto v případě výpadku není tato budova schopna provozu. Jelikož se v budově nachází hlavní servery intranetové sítě městského úřadu, bude nefunkční celá počítačová síť. Vzhledem k tomu, že se budova nalézá v historickém centru, je složité vybudovat stálý nouzový zdroj elektrické energie.

V současné době je vytvořen projekt zřízení přípojného bodu externího nouzového zdroje.

Druhá budova úřadu je na případný výpadek již připravena. V roce 2022 zde byl realizován projekt přípojného bodu externího zdroje elektrické energie. Při výpadku musí být přivezen nouzový zdroj, který se pomocí kabelu připojí do venkovní zástrčky a celá budova bude napájena z tohoto zdroje. Tento zdroj je umístěn na hasičské zbrojnici a jeho instalaci mají na starost hasiči. Celé elektrické zapojení je podle nejnovějších norem a metodických návodů, a proto když je zapojen do systému nouzový zdroj a dojde k opětovnému zprovoznění veřejné sítě, automaticky se odpojí elektrický obvod nouzového zdroje, aby nedošlo k poškození žádného zařízení. Automatický proces funguje i v obrácené podobě, kdyby došlo k opětovnému výpadku z veřejné sítě a byl by ještě zapojen nouzový zdroj, dojde k automatickému přepnutí. S realizací přípojných bodů nouzových zdrojů se úmyslně započalo na této budově, aby se dostatečně ověřili všechny technologické procesy a eliminovalo se riziko poškození elektroinstalace v hlavní budově Městského úřadu.



Obrázek 16 Budova MěÚ Kadaň [zdroj vlastní]



Obrázek 17 Připojný bod elektrické energie [zdroj vlastní]



Obrázek 18 Rozvodná skříň přepínacího automatu [zdroj vlastní]

Třetí budova, ve které je hlavní přípojný bod k veřejné internetové síti a v níž sídlí mimo jiné i odbor sociální, není na výpadek elektrické energie v současné době připravena. Tak jako v případě radniční budovy je vytvořen projekt na vybudování přípojného místa. Je prakticky ověřeno, že při výpadku stačí a provoz serverů malá elektrocentrála o výkonu 2,5 kW a tím je zajištěna funkčnost městského intranetu a přístup na veřejný internet. Zdrojem s tímto výkonem také disponují městští hasiči a je pro tuto budovu vyhrazen v případě výpadku dodávek elektrické energie z veřejné sítě.

Výpadek elektrické energie v objektu Domu s pečovatelskou službou Hrad Kadaň bude velmi podobný jako v kterémkoliv obytném domě s větším počtem samostatných bytů. Samostatných bytových jednotek je zde 36 a v některých mohou žít manželské páry, nemusíme proto mít aktuální počet klientů. Uvnitř bytů nebude nic funkční a na chodbách budou svítit pouze nouzová světla ukazující únikové cesty po dobu 30 minut. Objekt je ale velmi členitý, protože se jedná o původně středověkou stavbu rekonstruovanou na byty. Nachází se zde výtah, ve kterém může dojít k uvíznutí osob. Vytápění zajišťuje plynový kotel, který bez elektrické energie nemůže dodávat teplo ani teplou vodu do místního řádu. Dům se stane neobyvatelný a plný zranitelných občanů, o které je nutno se postarat a přemístit je do náhradního ubytování.

Druhý Dům s pečovatelskou službou umístěný v panelovém domě má 41 bytových jednotek, kde mohou společně žít i manželské páry, proto ani zde nemusíme mít v krizových situacích okamžitě k dispozici aktuální počet klientů. V případě výpadku bude fungovat nouzové osvětlení únikových cest po dobu 30 minut. Do budovy dodává teplo a teplou užitkovou vodu Tepelné hospodářství Kadaň. Jak bylo zjištěno dříve, dojde k výpadku tepla a teplé užitkové vody později, a proto obyvatelé nebudou nuceni urychleně opustit budovu. Může zde dojít k uvíznutí osob ve výtahu a k panice v celé budově.

Budova Domova pro seniory prošla v roce 2007 rekonstrukcí a nabízí kvalitní péči podle nejnovějších standardů sociální péče o seniory. Může zde být ubytováno 99 seniorů a další 4 lidé v pokojích odlehčovací služby. V případě dlouhodobého výpadku elektrické energie by došlo k omezení všech služeb pro klienty. Teplo dodává Tepelné hospodářství, tedy by zde došlo ke stejné situaci jako v sousedním panelovém Domu pro seniory. Ovšem jsou zde i klienti závislí na vyvíječi kyslíku, který nemá bateriový zdroj. Nebude funkční kuchyň, která připravuje jídlo pro více než 300 občanů. Při rekonstrukci zřizovatel rozhodl, že je budova strategicky

důležitá pro občany města, a proto zde nechal vybudovat nouzový zdroj elektrické energie, který má dostatečný výkon pro provoz budovy se všemi provozy, i když to zákon přímo nevyžaduje tak jako u zdravotnických zařízení. Kuchyň by byla dodavatelem stravy při krizových situacích pro složky IZS a pro zranitelné osoby, je tedy nutné zachovat její provoz.



Obrázek 19 Dieselgenerátor v Domově pro seniory [zdroj vlastní]

V roce 2022 bylo rozhodnuto o zřízení Domova se zvláštním režimem v objektu bývalého nákupního centra na jednom ze sídlišť poblíž nemocnice. V březnu 2023 proběhla schůzka pracovní skupiny městského úřadu, Městské správy sociálních služeb Kadaň a projektové kanceláře, na které byl vznesen dotaz na nouzové napájení. Budova by se mohla také zařadit mezi strategické prvky důležité pro provoz města a zabezpečovat základní potřeby složkám IZS a občanům města. Pracovníci projektové kanceláře poté doplnili do projektu stabilní nouzový zdroj elektrické energie.

Praktickým průzkumem bylo zjištěno, že ani jedna z čerpacích stanic není jakkoliv připravena na výpadek elektrické energie. Jedna ze stanic je určena jako primární výdejna pro složky IZS, to znamená, že alespoň tato by měla mít nouzový zdroj elektrické energie či přípojný bod. Při výpadku by pak bylo nutné, aby k případnému výdeji pohonných hmot přijela i pohotovostní elektrikářská služba. Vyškolený elektrikář je schopen zapojit nouzový zdroj dodaný jednotkou požární ochrany do elektrického systému čerpací stanice a nouzově provést výdej složkám IZS.



Obrázek 20 ČSPHM EuroOil předurčená pro IZS [zdroj vlastní]

Další průzkum byl proveden v obchodních centrech nacházejících se na území obce. Tímto průzkumem bylo zjištěno, že ani jedno z center není připraveno na provoz při dlouhodobém výpadku elektrické energie. Prodejny potravin nacházející se v těchto centrech jsou zapsány v krizovém plánu ORP Kadaň jako výdejní místa pro případ vyhlášení regulačních opatření v systému hospodářských opatření pro krizové stavy. Tedy při případném výdeji zboží by musel být přítomen proškolený pracovník pohotovostní elektro služby, který by provizorně připojil nouzový zdroj elektrické energie.

Při rozhovoru se starostou Kadaně a velitelem jednotky požární ochrany města, který byl dlouhou dobu samostatným krizovým referentem, byly objasněny krátkodobé i dlouhodobé plány připravenosti města na krizové situace. Ve městě se nachází zimní stadion v majetku obce, který je vedený jako nouzová márnice a při pandemii onemocnění Covid-19 se na tuto variantu připravoval. Při dlouhodobém výpadku elektrické energie by se musel tento stadion také zahrnout mezi objekty, které potřebují nouzový generátor elektrické energie, právě proto, aby mohl zastávat tuto funkci. Jak velký by musel být a jeho případné zapojení není v současné době známé. Tyto informace bude muset shromáždit nový krizový referent.

Budovy, se kterými se počítá v případě krizových situací a jsou v majetku příspěvkových organizací města, jsou školská zařízení. Jedná se o čtyři základní školy, tři střední a pět mateřských školek. Žádná z budov není v současné době žádným způsobem připravena na výpadek elektrické energie. Při setkání bylo při rozhovoru nadneseno, že bude vhodné vytipovat jednu z budov, případně více, které budou vhodné na vytvoření přípojného bodu alespoň pro kuchyň, aby se dala také použít pro vaření při dlouhodobém výpadku. V současnosti se s některými budovami počítá v krizovém plánu na přechodné ubytování osob postižených mimořádnou událostí.

Opatření

Při rozhovoru se starostou obce a velitelem jednotky požární ochrany byl nastíněn strategický plán přípravy na krizové situace. Dnešní doba ukazuje, jak je důležité myslet na možné krizové situace a být na ně připraven. V současnosti se řeší další objekty, které by měly mít záložní zdroje elektrické energie a mohly tak pomáhat v řešení krizových situací nejen na území obce, ale v celém obvodu ORP Kadaň. Důležité jsou také nákupy těchto nouzových zdrojů a techniky, která by je mohla distribuovat. Nejvhodnější umístění se jeví u místní jednotky požární ochrany, která je zřizována obcí a jsou zde zaměstnanci v hlavním pracovním poměru schopni výjezdu do 5 minut 24 hodin denně a 7 dní v týdnu.

Koncepce několika menších nouzových zdrojů umístěných v kontejnerech nebo na přívěsných vozících a dislokovaných na stanicích jednotek požární ochrany by odlehčila Správě státních hmotných rezerv, zdroje by mohly být flexibilněji nasazovány při mimořádných událostech i bez vyhlášení krizových stavů. V katastru ORP Kadaň jsou odlehlé obce v Krušných horách, do kterých vede pouze jedno vedení NN a dochází zde k častým výpadkům v dodávkách. Malé obce nemají dostatečně velký rozpočet, aby si mohly samy pořídit nouzové agregáty s dostatečným výkonem, je proto na starostovi ORP Kadaň, aby byl schopen poskytnout účinnou pomoc menším obcím ve svém katastru. Starosta má možnost požádat Krajský úřad o poskytnutí pomoci a další kdo mohou poskytnout pomoc je Správa státních hmotných rezerv. Pomoc však přijde s časovým zpožděním. Proto by obce měli být připravené si v prvních chvílích krizové situace pomoci z části z vlastních zdrojů a být na ně připravené.

Při psaní o malých vodních elektrárnách a rozhovoru s velitelem jednotky hasičů byl vznesen dotaz na jejich zapojení do systému nouzové dodávky elektrické energie do městské sítě a vytvoření ostrovního systému v případě výpadku dodávky od distributora. Tímto řešením by byly vyřešeny veškeré problémy s nouzovými zdroji elektrické energie pro všechny budovy důležité infrastruktury místní úrovně. Projekt by to byl nejspíše velmi nákladný, ale pro krizové situace a stavy velmi užitečný. Dalším projektem, který by mohl zvýšit nezávislost na dodávkách elektrické energie z distribuční sítě by mohly být solární panely na budovách, které jsou k tomu vhodné a jsou v majetku města nebo jsou v majetku organizací zřizovaných městem. Kदाň a energii poté uchovávat ve velkokapacitních bateriích. Tento projekt by se mohl rozvrhnout do delšího období, znamenal by finanční úsporu v podobě menšího odběru elektrické energie z distribuční sítě a byl by zároveň řešením krizových situací a stavů.

V této práci bylo zjištěno, jak jsou připraveny objekty na výpadek elektrické energie v relativně malé oblasti. Modelový příklad ukázal jednu z možných situací, u které je malá pravděpodobnost vzniku, ovšem pro simulaci je vhodná. Budou popsány tři velké výpadky elektrické energie způsobené naturogenními vlivy ve Spojených státech amerických (USA). V současné době nemůžeme vyloučit ani kybernetické útoky na rozvodné sítě všech komodit. Příkladem může být útok na ukrajinskou rozvodnou síť údajně ruskými hackery.

Příklady ze zahraničí

Je rozdíl mezi spolehlivostí a odolností elektrické sítě. Spolehlivost sítě znamená, že dokáže odolat neplánovaným poruchám a nedopustit kaskádovité výpadky, domino efekt. Maximální spolehlivosti se snaží provozovatelé sítě dosáhnout několika způsoby. Jedním z nich je odolnost proti přírodním vlivům. Proto se z bezprostřední blízkosti vedení odstraňuje vegetace, pravidelně se provádí ochranné nátěry sloupů, kontroluje se celistvost vedení a nejdůležitější linky přenosových a distribučních vedení se zdvojují. [17;30]

Odolnost znamená snížení pravděpodobnosti výpadků na minimální úroveň. Když k takovému výpadku dojde, umět se s ním vypořádat a zvládnout s co nejmenšími následky. Po skončení výpadku vyhodnotit zvládnutí situace a poučit se. Bohužel nejde najít nějaké univerzální řešení, jak reagovat na vznik, vývoj a zvládnutí mimořádných událostí. [30]

V posledních 30 letech, kdy jsme velmi závislí na elektrické energii, došlo k několika velkým výpadkům s rozsáhlými škodami. Jeden z největších výpadků v historii USA byl v srpnu 2003, kdy došlo k souběhu chyby dispečera a softwaru. Stalo se to na severovýchodě USA, v Ohio v elektrárně Cleveland. Bezpečnostní software neupozornil operátora na přetížení linek VVN, tím pádem operátor neodpojil přetížené linky, na které spadly stromy a zkratovaly vedení, a dodávaný výkon nerozdělil do funkčních tras. Během půl hodiny došlo k vyřazení šestnácti linek NN a vznikl domino efekt, který zasáhl osm států USA a dvě provincie Kanady. Bez elektrické energie bylo více než 50 milionů lidí. V nejvzdálenějších oblastech od epicentra byla dodávka obnovena během několika hodin, v nejbližších oblastech byla dodávka obnovena až za 4 dny. V přímém důsledku výpadku elektrické energie zemřelo 11 lidí. Odhadované finanční škody byly mezi 4 až 10 miliardami dolarů. [30]

Naturogenní důvod velkého výpadku elektrické energie v roce 2005 v USA vznikl díky hurikánu Katrina. Tento výpadek byl nejnákladnější, co se týká materiálních hodnot. Nejprve Floridu zasáhla bouře, ta přes Mexický záliv nabrala na intenzitě a poté zasáhla pobřeží Alabamy, Mississippi a Louisiany. Oblast New Orleans v důsledku bouře postihly záplavy. Výpadky elektrické energie, které způsobila bouře, postihly přes 2,5 milionů obyvatel. Ještě po měsíci bylo bez energie přibližně 250 tisíc obyvatel. Několik elektráren bylo odstaveno nebo musely snížit výrobní výkon. Bouře a povodeň poničila 300 rozvodů, přes 8 tisíc transformátorů a přes 72 tisíc stožárů vysokého napětí. V zaplavených oblastech nebyla možnost obnovit provoz elektráren několik měsíců. Škoda po této bouři a záplavách se odhadla na 84,8 až 157,5 miliardy amerických dolarů. [30]

Na podzim roku 2012 zasáhla východní pobřeží bouře, která dostala jméno Sandy a zasáhla 24 států USA. Bouře způsobila vlnobití s vlnami dosahujícími výšky přes 3 metry. Vlny způsobily záplavy v hustě obydlených oblastech v New Yorku a New Jersey. Pozitivem bylo provedení preventivních opatření, protože byla vydána výstraha s časovým předstihem. Byly pokáceny stromy okolo elektrických vedení a vyžádána pomoc opravárenských týmů z jiných nepostižených států. Během bouře přišlo o dodávku elektrické energie přibližně 8 milionů obyvatel. Po deseti dnech zůstalo bez dodávek energie již jen odhadem 800 tisíc obyvatel. Při této události zemřelo v přímém důsledku výpadku energie 50 lidí. Nejčastější příčinou těchto úmrtí bylo podchlazení a nevhodně umístěné generátory. Odhaduje se, že náklady na obnovu po bouři Sandy byly mezi 14 až 26 miliardami amerických dolarů. [30]

V roce 2015 byl proveden přímý kybernetický útok na tři řídicí centra elektrické rozvodné sítě na východní Ukrajině. Tento útok byl velmi sofistikovaný a dlouhodobě připravovaný. Útočníci nejdříve zasílali phishingové maily zaměstnancům řídicích center a díky jejich nepozornosti útočníci získali přístupové údaje k řídicímu softwaru center. Několik měsíců prováděli pozorování algoritmů a procesů. V prosinci byl proveden útok, bylo odpojeno jedno z center a útočníci převzali ovládání rozvodné sítě, odpojili telefonní linky hlášení poruch a byla vypnuta dodávka elektrické energie pro 225 tisíc koncových přípojných míst. Celý útok trval 6 hodin, a poté byl útočníky ukončen. Útok měl sice krátké trvání, ale ukázal, jak snadné je převzít kontrolu pomocí počítačových sítí. I když se IT specialisté snaží zabezpečit sítě před útokem hackerů, je nejslabším článkem v bezpečnostním řetězci vždy člověk. [30]

7 ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo zjistit, jak je obec Kadaň připravena na dlouhodobý výpadek elektrické energie. Tím, že byly všechny popsané objekty fyzicky navštíveny a byli kontaktováni odpovědní pracovníci daných objektů, byly zjištěny různé přístupy k tomuto problému. Například paní ředitelka Městské správy sociálních služeb Mgr. Lenka Raadová, MBA dbá na zabezpečení nad zákonné normy, což se projevilo i na jednání o novém objektu, který se buduje a do něhož si nad zákonný rámec prosazuje také umístění stabilního nouzového dieselgenerátoru. To se projeví i v celkovém strategickém rozvoji krizového zabezpečení v obci, protože se bude moci tento nový objekt zařadit do plánování na řešení krizových situací a stavů.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČR	Česká republika
PČR	Policie České republiky
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor
ORP	Obec s rozšířenou působností
IZS	Integrovaný záchranný systém
BR	Bezpečnostní rada
KŠ	Krizový štáb
ČEPS	Česká elektroenergetická soustava a.s.
ZVN	Zvláště vysoké napětí
VVN	Velmi vysoké napětí
VN	Vysoké napětí
NN	Nízké napětí
EPRU II	Elektrárna Prunéřov
ETU II	Elektrárna Tušimice
FTA	Analýza stromu poruchových stavů
MP	Městská policie
SČVK	Severočeské vodovody a kanalizace a.s.
USA	Spojené státy americké

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Zákon č. 222/1999 Sb. *Modul - B: zajišťování obrany státu*. Praha: Ministerstvo vnitra, 2020. ISBN 978-80-7616-066-8.
2. Ústavní zákon č. 110/1998 Sb. *Ústava ČR: Listina základních práv a svobod ; Parlament ČR, Ústavní soud, Ombudsman, ministerstva ; Antidiskriminační zákon, zákon o Sbírce zákonů : redakční uzávěrka ..* Ostrava: Sagit, [1995?]-. ÚZ. ISBN 978-80-7488-475-7.
3. Ústavní zákon č. 1/1993 Sb. *Ústava ČR: Listina základních práv a svobod ; Parlament ČR, Ústavní soud, Ombudsman, ministerstva ; Antidiskriminační zákon, zákon o Sbírce zákonů : redakční uzávěrka ..* Ostrava: Sagit, [1995?]-. ÚZ. ISBN 978-80-7488-475-7.
4. Zákon č. 240/2000 Sb. *Krizové zákony: Hasičský záchranný sbor ; Požární ochrana : redakční uzávěrka ..* Ostrava: Sagit, 2007-. ÚZ. ISBN 978-80-7488-497-9.
5. Usnesení č. 2/1993 Sb. *Ústava ČR: Listina základních práv a svobod ; Parlament ČR, Ústavní soud, Ombudsman, ministerstva ; Antidiskriminační zákon, zákon o Sbírce zákonů : redakční uzávěrka ..* Ostrava: Sagit, [1995?]-. ÚZ. ISBN 978-80-7488-475-7.
6. Příloha usnesení vlády ze dne 9. února 2022 č. 78. *Statut Ústředního krizového štábu*. Dostupné https://www.vlada.cz/assets/ppov/brs/pracovni-vybory/ustredni-krizovy-stab/statut-UKS_2.pdf
7. *Ochrana obyvatelstva a krizové řízení: skripta*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2015. ISBN 978-80-86466-62-0.
8. *Krizové řízení při nevojenských krizových situacích, ochrana obyvatelstva, kritická infrastruktura: modul A; C; I*. Praha: Ministerstvo vnitra, 2021. ISBN 978-80-7616-097-2.

9. Nařízení vlády č. 462/2000 Sb. *Nařízení vlády k provedení § 27 odst. 8 a § 28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon)*. Dostupné <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-462>
10. Nařízení vlády č. 432/2010 Sb. *Nařízení vlády o kritériích pro určení proku kritické infrastruktury*. Dostupné <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-432>
11. Nařízení vlády č. 315/2014 Sb. *Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 432/2010 Sb., o kritériích pro určení proku kritické infrastruktury*. Dostupné <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-315>
12. Nařízení vlády č. 154/2020 Sb. *Nařízení vlády kterým se mění nařízení vlády č. 432/2010 Sb., o kritériích pro určení proku kritické infrastruktury, ve znění nařízení vlády č. 315/2014 Sb.* Dostupné <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-154>
13. MAREŠ, Miroslav, Jaroslav REKTOŘÍK a Jan ŠELEŠOVSKÝ. *Krizový management: případové bezpečnostní studie*. Praha: Ekopress, 2013. ISBN 978-80-86929-92-7.
14. ČEPS a.s. *Kodex přenosové soustavy*. Dostupné <https://www.ceps.cz/cs/kodex-ps>
15. Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Typový plán; Narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu*. Dostupné <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/typove-plany-reseni-krizi/2018/5/1--Typovy-plan-naruseni-dodavek-elektricke-energie-velkeho-rozsahu.docx>
16. Svět energie, vzdělávací portál ČEZ. *Distribuce elektrické energie podrobně*. Dostupné [Distribuce elektrické energie podrobně - Energetika zblízka - Svět energie.cz \(svetenergie.cz\)](https://www.svetenergie.cz/svetenergie.cz)
17. HROMADA, Martin. *Ochrana kritické infrastruktury ČR v odvětví energetiky*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2014. ISBN 978-80-7385-144-6.
18. LEPIL, Oldřich a Přemysl ŠEDIVÝ. *Fyzika pro gymnázia*. 8. vydání. Praha: Prometheus, 2020. ISBN 978-80-7196-485-8.

19. MORAVEC, Jan. *Záložní zdroje elektrické energie – 1. díl: Úvod do problematiky*. O Energetice.cz [online]. 2015 [cit. 2017-02-18]. Dostupné [Záložní zdroje elektrické energie - 1.díl: Úvod do problematiky \(oenergetice.cz\)](https://www.energetice.cz/zalozni-zdroje-elektricke-energie-1-dil-uvod-do-problematiky)
20. ČSN ISO 8528-1 (333140). *Sborník přednášek*. Brno: L.P. Elektro, [1990?]-. ISBN 978-80-87616-03-1.
21. Skupina ČEZ. *Elektrárny Pruněřov*. Dostupné [Elektrárny Pruněřov | Skupina ČEZ - O Společnosti \(cez.cz\)](https://www.cez.cz/elektrarny-pruneryov)
22. Skupina ČEZ. *Elektrárny Tušimice*. Dostupné [Elektrárny Tušimice | Skupina ČEZ - O Společnosti \(cez.cz\)](https://www.cez.cz/elektrarny-tusimice)
23. Ing. PETRŽÍLKA Tomáš. *Šedesát let transformovny Hradec u Kadaně*. Publikováno 17. únor 2022. [Šedesát let transformovny Hradec u Kadaně | allforpower.cz](https://www.allforpower.cz/60-let-transformovny-hradec-u-kadaně)
24. ČEPS a.s. *Rozvodna Verněřov*. Dostupné [ČEPS, a.s. \(ceps.cz\)](https://www.ceps.cz/)
25. Povodí Ohře s.p. *Vodní dílo Kadaň*. Dostupné <https://www.poh.cz/vodni-dilo-kadan/d-2600>
26. Skupina ČEZ. *Malá vodní elektrárna Želina*. Dostupné <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/obnovitelne-zdroje/voda/vodni-elektrarny/ceska-republika/zelina-58138>
27. ČSN EN 61025 (010676). *Analýza stromu poruchových stavů (FTA)*. Dostupné <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-en-61025-010676-158447.html#>
28. Co - když analýza (What-if Analysis). In: ManagementMania.com [online]. Wilmington (DE) 2011-2023, 03.08.2015 [cit. 04.04.2023]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/co-kdyz-analyza-what-if-analysis>
29. Zákon č. 108/2006 Sb. *Sociální zabezpečení: redakční uzávěrka .. Ostrava: Sagit, [1993?]-. ÚZ. ISBN 978-80-7488-570-9.*
30. Národní akademie věd, inženýrství a lékařství. 2017. *Zvyšování odolnosti elektrizační soustavy národa*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24836>.

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Celkový pohled na Kadaň [zdroj vlastní]	10
Obrázek 2 Souběh tří linek ZVN (400 kV) [zdroj vlastní]	19
Obrázek 3 Stožár NN s oddělovacím trafem [zdroj vlastní].....	20
Obrázek 4 Záložní zdroje v JSDH Kadaň [zdroj vlastní].....	23
Obrázek 5 EPRU II [zdroj vlastní].....	26
Obrázek 6 ETU II [zdroj vlastní]	27
Obrázek 7 Rozvodna Hradec u Kadaně [zdroj vlastní]	28
Obrázek 8 Rozvodna Verněřov, starší část v rekonstrukci [zdroj vlastní].....	29
Obrázek 9 Rozvodna Verněřov, nová část [zdroj vlastní]	30
Obrázek 10 Malá vodní elektrárna Želina [zdroj vlastní]	31
Obrázek 11 Strom poruch FTA [zdroj vlastní]	33
Obrázek 12 Budova Tepelného hospodářství, sídlo MP Kadaň [zdroj vlastní]...	40
Obrázek 13 Motor dieselgenerátoru v NsP Kadaň [zdroj vlastní]	47
Obrázek 14 NsP Kadaň [zdroj vlastní].....	48
Obrázek 15 Hasičská zbrojnice Kadaň [zdroj vlastní]	50
Obrázek 16 Budova MěÚ Kadaň [zdroj vlastní]	53
Obrázek 17 Přípojný bod elektrické energie [zdroj vlastní]	54
Obrázek 18 Rozvodná skříň přepínacího automatu [zdroj vlastní]	55
Obrázek 19 Dieselgenerátor v Domově pro seniory [zdroj vlastní].....	57
Obrázek 20 ČSPHM EuroOil předurčená pro IZS [zdroj vlastní].....	58

11 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 What If NsP Kadaň [zdroj vlastní]	36
Tabulka 2 What I PČR Kadaň [zdroj vlastní]	38
Tabulka 3 What If MP Kadaň [zdroj vlastní]	39
Tabulka 4 What If JPO Kadaň [zdroj vlastní]	41
Tabulka 5 What If MěÚ Kadaň [zdroj vlastní]	43